ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
Žemės ūkio inžinerijos fakultetas
Žemės ūkio mašinų katedra

Vidmantas Butkus, Rolandas Domeika, Algirdas Jasinskas,
Mindaugas Martinkus, Liudvikas Špokas, Edvardas Vaiciukevičius

DERLIAUS DOROJIMO TECHNOLOGIJŲ INŽINERIJA

Mokomoji knyga

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS
Žemės ūkio inžinerijos fakultetas
Žemės ūkio mašinų katedra

Vidmantas Butkus, Rolandas Domeika, Algirdas Jasinskas,
Mindaugas Martinkus, Liudvikas Špokas, Edvardas Vaiciukevičius

DERLIAUS DOROJIMO TECHNOLOGIJŲ INŽINERIJA

MOKOMOJI KNYGA

AKADEMIJA,
2012

UDK: 631.35/.36(075.8)(0.034.2)

Sudarytojas Rolandas Domeika

Autoriai Vidmantas Butkus, Rolandas Domeika, Algirdas Jasinskas,
Mindaugas Martinkus, Liudvikas Špokas, Edvardas Vaiciukevičius

DERLIAUS DOROJIMO TECHNOLOGIJŲ INŽINERIJA
Mokomoji knyga

Recenzavo: doc. dr. Antanas Sakalauskas, Žemės ūkio mašinų katedra
lekt. dr. Anicetas Strakšas, Žemės ūkio mašinų katedra
doc. dr. Jonas Bozys, Mechanikos katedra

Aprobuota:
Žemės ūkio mašinų katedros posėdyje, 2012-02-06, protokolo numeris 1244;
Žemės ūkio inžinerijos fakulteto tarybos metodinės komisijos posėdyje, 2012-04-23, protokolo numeris 93.

Kalbą redagavo Laima Jonikienė
Leidybai paruošė Aurelija Kemzūraitė
Maketavo Vita Spūdytė

© Vidmantas Butkus, Rolandas Domeika, Algirdas Jasinskas,
Mindaugas Martinkus, Liudvikas Špokas, Edvardas Vaiciukevičius, 2012
© Aleksandro Stulginskio universitetas, 2012

ISBN 978-609-449-034-7

Vidmantas Butkus, Rolandas Domeika, Algirdas Jasinskas,
Mindaugas Martinkus, Liudvikas Špokas, Edvardas Vaiciukevičius

DERLIAUS DOROJIMO TECHNOLOGIJŲ INŽINERIJA

MOKOMOJI KNYGA

TURINYS

ĮVADAS **7**
1. ŽOLINIŲ PAŠARŲ RUOŠIMO MAŠINOS **8**
1.1. Žoliniai pašarai, agrotechnikos reikalavimai, ruošimo būdai 8
1.2. Žoliapjovės 11
1.2.1. Dalginės žoliapjovės 11
1.2.2. Rotacinės žoliapjovės 12
1.2.3. Rotacinės būgninės žoliapjovės 16
1.2.4. Savaeigės žoliapjovės 17
Kontroliniai klausimai 17
1.3. Vartytuvai 18
Kontroliniai klausimai 19
1.4. Grėbliai 20
1.4.1. Skersiniai grėbliai 20
1.4.2. Žvaigždiniai diskiniai grėbliai 20
1.4.3. Juostiniai grėbliai 21
1.4.4. Būgniniai grėbliai 21
1.4.5. Rotaciniai grėbliai 22
Kontroliniai klausimai 27
1.5. Rinktuvinės priekabos 27
1.5.1. Rinktuvinių priekabų konstrukcija 29
Kontroliniai klausimai 35
1.6. Smulkintuvai 35
1.6.1. Pakabinamieji ir prikabinamieji smulkintuvai 35
1.6.2. Savaeigiai smulkintuvai 35
Kontroliniai klausimai 42
1.7. Presai 42
1.7.1. Ritininiai presai 42
Ritinio apvyniojimas 48
Kontroliniai klausimai 51
1.7.2. Stačiakampių ryšulių presai 51
Kontroliniai klausimai 57
1.8. Ritinių ir ryšulių vyniotuvai 57
1.8.1. Plėvelė 58
1.8.2. Sukamojo stalo ir ritinio vyniotuvai 58
1.8.3. Sukamojo ritinio ir plėvelės laikiklio vyniotuvas 58
1.8.4. Stačiakampių ryšulių vyniotuvai 59
1.8.5. Ritininiai presai su vyniotuvu 59
Kontroliniai klausimai 60
Literatūros sąrašas 60
2. BULVIŲ DERLIAUS DOROJIMO MAŠINOS **62**
2.1. Agrotechnikos reikalavimai, derliaus nuėmimo būdai 62
2.1.1. Agrotechnikos reikalavimai 62
2.1.2. Derliaus nuėmimo būdai 62
2.2. Bulvių derliaus dorojimo mašinos 63
2.2.1. Mašinų klasifikacija 63
2.2.2. Bulvienojų smulkintuvai 63

2.2.3. Bulviakasės 64
2.2.4. Bulvių kombainai 66
2.2.5. Bulvių rūšiuoklės ir rūšiavimo-valymo punktai 69
2.2.6. Bulvių derliaus apskaitos būdai 71
Kontroliniai klausimai 72
Literatūros sąrašas 72
3. CUKRINIŲ RUNKELIŲ DERLIAUS DOROJIMO MAŠINOS 73
3.1. Agrotechniniai reikalavimai, derliaus nuėmimo būdai 73
3.1.1. Agrotechniniai reikalavimai 73
3.1.2. Derliaus nuėmimo būdai 74
3.2. Derliaus dorojimo mašinos 74
3.2.1. Mašinų klasifikacija 74
3.2.2. Šaknų rautuvai 75
3.2.3. Kombainai 75
3.2.4. Cukrinių runkelių kombaino technologinis procesas 76
3.2.5. Lapapjovės 77
3.2.6. Kerpių nupjovimo įtaisas 78
3.2.7. Galvučių valytuvas 78
3.2.8. Kasikliai 79
3.2.9. Šaknų valymo sistema 79
3.2.10. Automatinė kontrolės sistema 80
3.2.11. Važiuoklė 80
3.2.12. Šaknų perkrovimo priekabos 81
3.2.13. Krautuvai 82
Kontroliniai klausimai 84
Literatūros sąrašas 84
4. GRŪDINIŲ AUGALŲ NUĖMIMO MAŠINOS 85
4.1. Javų nuėmimo mašinų gamybos raida 85
4.2. Javų ir šiaudų nuėmimo technologijos 89
4.3. Agrotechnikos reikalavimai 91
4.4. Javų kombainų klasifikacija 91
4.5. Javų kombainų darbo procesas 93
Kontroliniai klausimai 96
4.6. Kombainų pjaunamoji 96
Kontroliniai klausimai 112
4.7. Kombainų kuliamoji 112
4.7.1. Kombainų kūlimo aparatas 112
4.7.2. Šiaudų separatoriai 116
4.7.3. Ašiniai kūlimo-separavimo aparatai 120
4.7.5. Šiaudų smulkintuvas 129
4.7.6. Grūdų bunkeris, sraigės, elevatoriai ir jutikliai 132
4.8. Važiuoklė, variklis ir kabina 133
Kontroliniai klausimai 137
Literatūros sąrašas 137
5. VALOMOSIOS 138
5.1.Valomųjų paskirtis, klasifikacija, agrotechnikos reikalavimai grūdų valymui ir rūšiavimui 138
5.2. Sėklų valymo ir rūšiavimo principai 139
5.2.1. Grūdų valymas pagal matmenis 139

5.2.2. Grūdų valymas ir rūšiavimas oro srautu 140
5.2.3. Grūdų valymas pagal paviršiaus šiurkštumą 140
5.2.4. Grūdų valymas pagal tankį 140
5.2.5. Grūdų skirstymas pagal formą ir standumą 141
5.2.6. Grūdų rūšiavimas pagal spalvą 141
5.2.7. Grūdų valymas pagal elektrines savybes 141
5.3. Pradinio grūdų valymo mašinos 141
5.4. Pirminio grūdų valymo mašinos 143
5.5. Antrinio grūdų valymo ir rūšiavimo mašinos 145
5.6. Specialiosios grūdų valomosios 146
5.7. Valomųjų darbo kokybės, pralaidumo ir našumo nustatymas 148
Kontroliniai klausimai 149
Literatūros sąrašas 149
6. DŽIOVYKLOS 150
6.1. Grūdų džiovinimo technologiniai reikalavimai 150
6.2. Grūdų džiovinimo būdai 150
6.3. Džiovyklų klasifikacija 151
6.4. Šachtinės džiovyklos konstrukcija 154
6.4.1. Nuolatinio veikimo šachtinės džiovyklos technologinis procesas 154
6.4.2. Grūdų tiekimo sistema 154
6.4.3. Džiovinimo ir aušinimo kameros 155
6.4.4. Grūdų iškrovimo mechanizmas 156
6.4.5. Kūrykla 157
6.4.6. Oro tiekimo įrenginiai 159
6.4.7. Kontrolės ir valdymo sistema 160
6.5. Mobiliosios recirkuliacinės grūdų džiovyklos konstrukcija 160
6.5.1. Technologinis procesas 160
6.5.2. Priėmimo bunkeris 161
6.5.3. Grūdų tiekimo sistema 161
6.5.4. Džiovinimo kamera 162
6.5.5. Grūdų iškrovimo sistema 162
6.5.6. Kūrykla 163
6.5.7. Proceso valdymo spinta 163
Kontroliniai klausimai 164
Literatūros sąrašas 164

ĮVADAS

Tinkamiausių derliaus dorojimo mašinų ir technologijų parinkimas yra viena iš svarbiausių sudėtinių saugaus ir sveiko maisto gamybos, kuriant pilnavertę gyvenimo aplinką, dalių. Taikant pažangiausias žolinių pašarų, bulvių, cukrinių runkelių, javų ir kukurūzų grūdų, rapsų sėklų derliaus nuėmimo technologijas, siekiama ne tik ekonominių tikslų, bet ir ekologinių reikalavimų užtikrinimo. Technologiniu požiūriu tai reiškia mechaninio ir cheminio poveikio nuimamiems augalams ribojimą su kuo mažiausiomis energetinėmis sąnaudomis. Atsižvelgdami į ekonominius ir ekologinius veiksnius, žemės ūkio technikos gamintojai siūlo didelę derliaus dorojimo mašinų įvairovę, nuolat tobulindami jų konstrukcijas, kurios leidžia kuo kokybiškiau nuimti augalų derlių su kuo mažesnėmis energetinėmis sąnaudomis.

Derliaus dorojimo mašinos pagal paskirtį skirstomos į žolinių pašarų ruošimo, bulvių, cukrinių runkelių derliaus dorojimo mašinas, javų kombainus, grūdų valomąsias ir džiovyklas, taip pat linų, daržovių ir sodo derliaus dorojimo mašinas. Viena iš didžiausių mašinų grupių yra žolinių pašarų ruošimo mašinos, tai žoliapjovės, vartytuvai ir grėbliai, rinktuvinės priekabos, presai ir vyniotuvai bei smulkintuvai. Bulvių ir cukrinių runkelių derliui nuimti naudojamos prikabinamos arba savaeigės mašinos, bulvių rūšiavimui – rūšiuoklės arba rūšiavimo-valymo punktai. Javų kombainai naudojami ne tik tradicinių grūdinių augalų derliui, bet ir rapsų sėkloms bei kukurūzų grūdams nuimti. Grūdų valomosios ir džiovyklos gali būti naudojamos grūdų ir sėklų atskyrimui nuo piktžolių sėklų, rūšiavimui pagal norimus matmenis ir išdžiovinimui iki jų optimalaus drėgnio ilgalaikiam arba trumpalaikiam saugojimui. Visos šios mašinos yra nuolat tobulinamos, paprastos darbinės dalys keičiamos sudėtingesnėmis, kontrolės sistemos leidžia operatoriui stebėti technologinį procesą bei jį įtakoti, nustatant optimalius mašinų darbo parametrus. Linų, daržovių, sodo derliaus dorojimo mašinos ir technologijos šioje mokomojoje knygoje nenagrinėjamos.

Esant didelei derliaus dorojimo mašinų įvairovei, svarbu yra gebėti parinkti mašiną ir derliaus dorojimo technologiją konkrečiomis darbo sąlygomis. Tam būtina žinoti nuimamų augalų agrotechninius reikalavimus, derliaus dorojimo mašinų veikimo principus ir konstrukcijas, pagrindinius technologinius reguliavimus ir gebėti įvertinti jų panaudojimo galimybes.

Ši mokomoji knyga skirta Žemės ūkio inžinerijos fakulteto pirmosios pakopos „Bendrosios agroinžinerijos“ studijų programos studentams, studijuojantiems „Derliaus dorojimo technologijų inžinerijos“ studijų dalyką. Ja gali naudotis ir kitų studijų programų studentai, studijuojantys derliaus dorojimo mašinas ir technologijas.

Mokomojoje knygoje apžvelgta žolinių pašarų įvairovė, pateikti agrotechnikos reikalavimai žolinių pašarų, bulvių, cukrinių runkelių, javų derliaus nuėmimui, grūdų valymui, rūšiavimui ir džiovinimui bei derliaus nuėmimo, valymo ir džiovinimo būdai, pateikta kiekvienos derliaus dorojimo mašinų grupės klasifikacija, apžvelgtos jų konstrukcijos ir darbinės dalys bei pagrindiniai reguliavimai, turintys įtakos technologiniam procesui.

Autoriai nuoširdžiai dėkoja recenzentams doc. dr. J. Boziui, doc. dr. A. Sakalauskui, dr. A. Strakšui ir lietuvių kalbos redaktorei už indėlį tobulinant mokomosios knygos turinį.

1. ŽOLINIŲ PAŠARŲ RUOŠIMO MAŠINOS

1.1. Žoliniai pašarai, agrotechnikos reikalavimai, ruošimo būdai

Žoliniai pašarai – daugiametės ir vienmetės pašarinės žolės, kukurūzai ir kiti silosiniai augalai. Lietuvoje didžiąją žalienų plotų dalį užima ganyklos, daugiametės žolės ir pievos. Pašarams auginami dobilai ir jų mišiniai, liucerna ir kiti silosiniai augalai. Kukurūzai auginami siloso gamybai, dalis suvartojama kaip žaliasis pašaras, vis didesni jų plotai paliekami iki vėlyvo rudens. Pertvarkytais javų kombainais nuskabomos ir iškuliamos burbuolės, grūdai surenkami į bunkerį, o stiebai susmulkinami. Pjaustinys paskleidžiamas dirvos paviršiuje arba surenkamas ir naudojamas biodujų gamyboje. Drėgni grūdai išdžiovinami arba sutraiškyti sukišami į žarną. Jie yra aukštos energetinės vertės pašaras.

Žolynus sudaro miglinės ir pupinės žolės [12, 14]. Jų mišinyje gali būti iki 6 skirtingų žolių. Žolynai yra trumpalaikiai (raudonieji dobilai), vidutinės trukmės (tikrieji eraičinai, pašariniai motiejukai) ir ilgalaikiai (liucernos, rytiniai ožiarūčiai). Pašaras turi būti baltymingas, kad gyvulių organizmas jį geriau įsisavintų. Svarbiausias visų pašarų kokybės rodiklis yra apykaitinė energija [10]. Tai energijos dalis, kurią gyvulio organizmas naudoja medžiagų apykaitos procese. Neto energija laktacijai – tai apykaitos energijos dalis, kurią organizmas naudoja gyvybinėms funkcijoms ir produkcijos gamybai. Gyvulių pašaras: šienas, žolių ir kukurūzų silosas, javainis ir kiti pašarai.

Šienas – pagrindinis arklių, gyvulių prieauglio ir kitų mažesnių gyvūnų pašaras. Miglinės žolės pjaunamos 1 (1.1 pav.) prieš plaukėjimą, pupinės – prieš žydėjimą. Žolės pradalgės paskleidžiamos, vėliau žolė dar vieną ar du kartus vartoma, kad greičiau pradžiūtų. Sumaigyta žolė džiūsta dar greičiau. Apie 40 % drėgnio žolė grėbiama 2 į sangrėbas, jos renkamos rinktuvinėmis priekabomis 4 arba savaeigiu smulkintuvu 6, žolė kraunama į transporto priemonę, kuri ją veža į daržinę. Apvytinta žolė kraunama ant aktyviosios ventiliacijos kanalų. Žolė turi būti išdžiovinta bent iki 17 % drėgnio [21]. Laikymo metu periodiškai reikia tikrinti, ar šienas nekaista. Jeigu žolę lauke pavyksta išdžiovinti iki 16 % drėgnio, ją ritininiai 3 arba stačiakampių ryšulių presai suspaudžia į ritinius arba stačiakampio formos ryšulius, kurie laikomi pastogėse. Ruošiant šieną lauke, prarandama dalis vertingiausio pašaro. Vartytuvo ir grėblio 2 dantys nudaužo dalį lapelių, jei dirva nelygi – į žolę patenka ir žemės.

1.1 pav. Žolinių pašarų gamybos seka ir mašinos [33]:
1 – žoliapjovė; 2 – grėblys; 3 – ritininis presas; 4 ir 5 – rinktuvinės priekabos; 6 – savaeigis smulkintuvas

Pagrindinis melžiamųjų karvių pašaras yra žolių ir kukurūzų silosas [16]. Silosas turi tenkinti nustatytus reikalavimus (1.1 lentelė).

1.1 lentelė. Daugiamečių žolių ir kukurūzų siloso kokybės rodikliai [7, 17, 18]

Rodikliai	Matavimo vnt.	Silosas	
		Daugiamečių žolių	Kukurūzų
Sausosios medžiagos	%	30–40	28–35
Žalieji pelenai*	% (kg s. m.)$^{-1}$	< 10	< 4,5
Žalieji proteinai**	% (kg s. m.)$^{-1}$	< 14–18	< 9
Žalioji ląsteliena	% (kg s. m.)$^{-1}$	22–25	17–20
Krakmolas grūduose	% (kg s. m.)$^{-1}$	-	30–38
Apykaitinė energija	MJ (kg s. m.)$^{-1}$	> 10,6	> 10,8
Neto energija laktacijai	MJ NEL (kg s. m.)$^{-1}$	> 6,4	> 6,5

*Žalieji pelenai – neišvalyti pelenai ir jų priemaišos (smėlis, molis, nesudegusi anglis), **žalieji proteinai – bendra azoto junginių dalis, kurią sudaro baltymai ir azotinės nebaltyminės medžiagos [18].

Siloso kokybė (1.1 lentelė) priklauso nuo žolės ar kukurūzų nuėmimo laiko ir drėgnio, jų susmulkinimo, pjaustinio suspaudimo, sandaraus uždengimo, laikymo ir paėmimo iš tranšėjos, bokšto ar kaupo [8, 11]. Be to, įtakos turi žolyno botaninė sudėtis, kukurūzų veislė, jų augimo sąlygos, į pjaustinį patenkančios žemės kiekis ir kiti veiksniai. Žolės siloso gamyboje naudojamos žoliapjovės 1 (1.1 pav.), vartytuvai 2, grėbliai 3, savaeigiai smulkintuvai 4, presai 5 ir 6, krautuvai ir transporto priemonės [5].

Pjovimo laikas. Jis priklauso nuo žaliosios ląstelienos dalies sausojoje medžiagoje [4, 13]. Ji gali sudaryti nuo 22 iki 25 % arba nuo 220 iki 250 g (kg s. m.)$^{-1}$, nes leistina žaliųjų pelenų dalis yra apie 7 %. Žolės energetinė vertė siekia nuo 6,2 iki 6,6 MJ NEL (kg s.m.)$^{-1}$. Miglinės žolės pjaunamos prieš plaukėjimą, pupinės – prieš žydėjimą, nes tada augalai yra sukaupę daugiausia maisto medžiagų ir jų energetinė vertė didžiausia. Ganyklinės daugiametės žolės pjaunamos paliekant iki 50 mm, pievos – nuo 60 iki 70 mm, aukštosios žolės – nuo 70 iki 80 mm aukščio ražieną, kad žolynas greičiau ataugtų. Paliekant trumpesnę ražieną, silpnėja žolyno šaknų sistema, jis mažiau atsparus sausrai, trumpėja jo amžius, žolė lėčiau atželia. Žolę suguldžius ant trumpos ražienos, ją vartant, grėbiant bei renkant sangrėbas patenka žemės, kurioje yra daug ligų pradų.

Kukurūzai pjaunami, kai viso augalo sausosios medžiagos sudaro nuo 30 iki 35 % [4, 5, 24], tada iš tranšėjoje spaudžiamos masės neišskiriamos sultys. Ražienos aukštis 250–350 mm. Norint pagaminti didesnės energetinės vertės silosą, reikia palikti aukštesnę ražieną. Tada sausosios medžiagos sudaro nuo 33 iki 37 %. Labai aukštos energetinės vertės kukurūzų silosas, kai burbuolės sudaro > 55 % viso augalo masės, o grūdai – > 50 %. Kukurūzų burbuolių (be lapų) energinė vertė yra apie 8,5 MJ NEL (kg s m.)$^{-1}$, viso augalo – 6,3 MJ NEL (kg s m.)$^{-1}$, grūdų – apie 9,5 MJ NEL (kg s m.)$^{-1}$.

Žolės vytinimas ir grėbimas. Džiūvimo spartai padidinti nupjauta žolė nedelsiant skleidžiama arba palaukiama, kol pradalgės paviršiuje ji apvys [22]. Žolės vartymų skaičius priklauso nuo meteorologinių sąlygų ir derliaus. Žolės drėgnis per vieną valandą sumažėja apie vieną procentinį vienetą, saulėtą ir vėjuotą dieną – apie 2 procentinius vienetus. Sumaigyta žolė džiūsta dar greičiau.

Žolės sangrėbos turi būti vientisos, žolė neužteršta žemėmis (žaliųjų pelenų < 10 % (kg s. m.)$^{-1}$), leistini grėbimo nuostoliai < 1 %, grėbiant pirmą žolę – iki 2 %. Grėbiant žolę nustatomas apie 50 mm atstumas tarp dirvos paviršiaus ir grėblio dantų galų, kad mažiau žemių patektų į sangrėbą. Sangrėbos aukštis iki 0,5 m, plotis – mažesnis už turimo savaeigio smulkintuvo arba rinktuvinės priekabos rinktuvo plotį. Žolės sangrėbos renkamos, kai žolėje sausosios medžiagos sudaro nuo 30 iki 40 %. Kai sausųjų medžiagų < 30 %, silose gali susidaryti sviesto rūgštis, o kai > 40 % – žolės pjaustinys tranšėjoje arba kaupe suspaudžiamas nepakankamai, silose vyksta nestabilus anaerobinis procesas ir gali susidaryti mielių bei pelėsių pradai.

Žolės ir kukurūzų smulkinimas. Žolės renkamos savaeigiais smulkintuvais (1.2 pav.), rinktuvinėmis priekabomis, ritininiais arba stačiakampio skerspjūvio ryšulių presais. Smulkintuvo susmulkintų žolės gabaliukų teorinis ilgis yra nuo 20 iki 40 mm, o rinktuvinių priekabų – nuo 24 iki 65 mm. Ritinių ir stačiakampių ryšulių presuose teorinis gabaliukų ilgis keičiamas nuo 40 iki 170 mm, nes ryšuliuose masės tankis didesnis ir siekia nuo 200 iki 240 (kg s. m.) m^{-3}.

1.2 pav. Savaeigis smulkintuvas renka žolės sangrėbą

Kukurūzai nuimami prikabinamaisiais arba savaeigiais smulkintuvais. Racionalus smulkinamų augalų gabaliukų teorinis ilgis – nuo 4 iki 9 mm. Kuo drėgnesnė kukurūzų masė, tuo gali būti didesnis teorinis gabaliukų ilgis.

Pjaustinio transportavimas ir sukrovimas. Žolės arba kukurūzų pjaustinį veža talpios traktorinės arba rinktuvinės priekabos. Jis gali būti sukrautas į konteinerį arba ant smulkintuvo uždėtą perkrovimo bunkerį. Kad vėjas nenupūstų ant kelio dalį pjaustinio, priekabos turi būti uždengtos. Tranšėjoje žolės ar kukurūzų pjaustinį paskleidžia 0,3 m storio sluoksniu savaeigis krautuvas. Paviršių išlygina prie traktoriaus prikabintas skleidiklis. Ant suspausto pjaustinio vėl skleidžiamas naujas 0,3 m storio sluoksnis.

Masės suspaudimas. Žolės arba kukurūzų pjaustinys spaudžiamas masyviu traktoriumi, kurio padangos siauros ir oro slėgis jose siekia iki 3,5 bar [6, 23]. Ta pačia vieta nenutrūkstamai pravažiuojama iki penkių kartų. Jeigu per valandą atvežama apie 60 t masės, tai ją spausti turi 15 t masės traktorius, neviršydamas 4 km h^{-1} važiavimo greičio. Tranšėja turi būti pripildyta per dvi dienas. Pirmą dieną žolės sluoksnio aukštis siekia apie 1 m, vakare jis pridengiamas plėvele.

Masės tankis tranšėjoje priklauso nuo žolės sausosios medžiagos. Kai ji siekia 30 %, suspaustos masės tankis tranšėjoje turi būti > 190 kg m^{-3}, kai 35 % – > 210 kg m^{-3} ir kai 40 % – > 240 kg m^{-3} [7, 11].

Tranšėjos uždengimas ir atidengimas. Prieš uždengiant tranšėją sukrautos masės paviršius turi būti išlygintas. Kad paviršiuje greičiau prasidėtų anaerobiniai procesai, patartina jį apipurkšti melasos tirpalu arba pabarstyti maistinio karbamido. Siloso paviršius uždengiamas 40 µ storio plėvele, ant jos klojama 110–200 µ storio plėvelė,vėliau – dar ir armuota plėvelė. Galima dengti ir trijų sluoksnių plėvele. Svarbiausia sandariai uždengti tranšėjos kraštus ir įrengti lietaus nutekėjimo latakus. Viršutinis dangalas prispaudžiamas dėvėtomis padangomis arba specialiais svarmenimis.

Atidengtas silosas oro aplinkoje genda, susidaro pelėsiai bei mielių bakterijos, todėl atidengus siloso tranšėjos galą, reikia nedelsiant atpjauti apie 0,5 m storio riekę, ją vežti į tvartą ir išdalinti gyvuliams. Siloso tranšėjos galas vėl turi būti sandariai uždengtas. Žiemą per savaitę turi būti atpjauta ne plonesnė kaip 1,2 m, o vasarą – 2 m storio riekė.

Žolės silosas ritiniuose ir stačiakampiuose ryšuliuose. Apvytinta žolė susukama į 1,2 m pločio ir 1,25 m skersmens ritinius. Kai žolės sausosios medžiagos sudaro apie 40 %, masės tankis ritiniuose turi siekti 210 kg m^{-3}. Tada ritinio bendroji masė > 900 kg. Jeigu ritininiame prese yra smulkintuvas, tai masės tankis ritinyje – nuo 5 iki 9 % didesnis. Ritiniai apvyniojami nuo 14 iki 22 kartų raiščiu arba nuo 1,5 iki 3 kartų tinkleliu. Raiščio ilgis ritėje priklauso nuo jo ribinės nutraukimo jėgos ir siekia nuo 450 iki 950 m. Ritiniams apvynioti tinklelio ilgis ritinyje yra 2000 arba 4200 m. Tinklelio vieno metro masė – 13 g.

Kombinuoti ritininiai presai ritinį apvynioja 1,5–2 kartus tinkleliu, paskui nuo 4 iki 8 kartų plėvele ir tik tada jį padeda ant dirvos. Plėvelės plotis 500 arba 750 mm, jos ilgis ritinyje – 1800 arba 1500 m. Naujausių presų vyniotuvų žymeklis skirtingos žolės ir kokybės ritinius pažymi nevienodos spalvos brūkšniu ar kitu ženklu. Stačiakampių ryšulių presų sudarytame ryšulyje masės tankis siekia 270 kg m^{-3}.

Kiti žolinių pašarų gamybos būdai. Atvežta susmulkinta augalų masė išpilama ant preso juostinio transporterio 1 (1.3 pav.), kuris ją tiekia pirštiniam rotoriui. Rotorius stumia pjaustinį į žarną 2, kurios skersmuo yra nuo 2,4 iki 4,2 m, o ilgis – nuo 75 iki 150 m. Preso našumas – nuo 25 iki 100 t h^{-1} sukištos į žarną masės. Preso darbines dalis suka traktoriaus galios velenas arba atskiras variklis. Masės tankį žarnoje seka kompiuteris. Fermentacijos procesas žarnoje tęsiasi iki 66 dienų. Per savaitę siloso rūgštingumas sumažėja iki 5, o per 21 dieną – iki racionalaus lygio 4,3 pH.

Siloso gamyba žarnoje pigesnė nei ritiniuose. Gamybos kaina dar sumažėja, kai mašina pjaustinį deda ir kartu dengia 8 m pločio dangalu. Kaupo plotis – 4 m, aukštis – 2 m, ilgis neribotas, nes darbo pradžioje mašinoje yra du 500 m ilgio dangalai, jiems pasibaigus dedami dar du ir t. t.

1.3 pav. Apvytintos žolės arba kukurūzų pjaustinio kimšimas į žarną [25]:
1 – juostinis transporteris; 2 – žarna

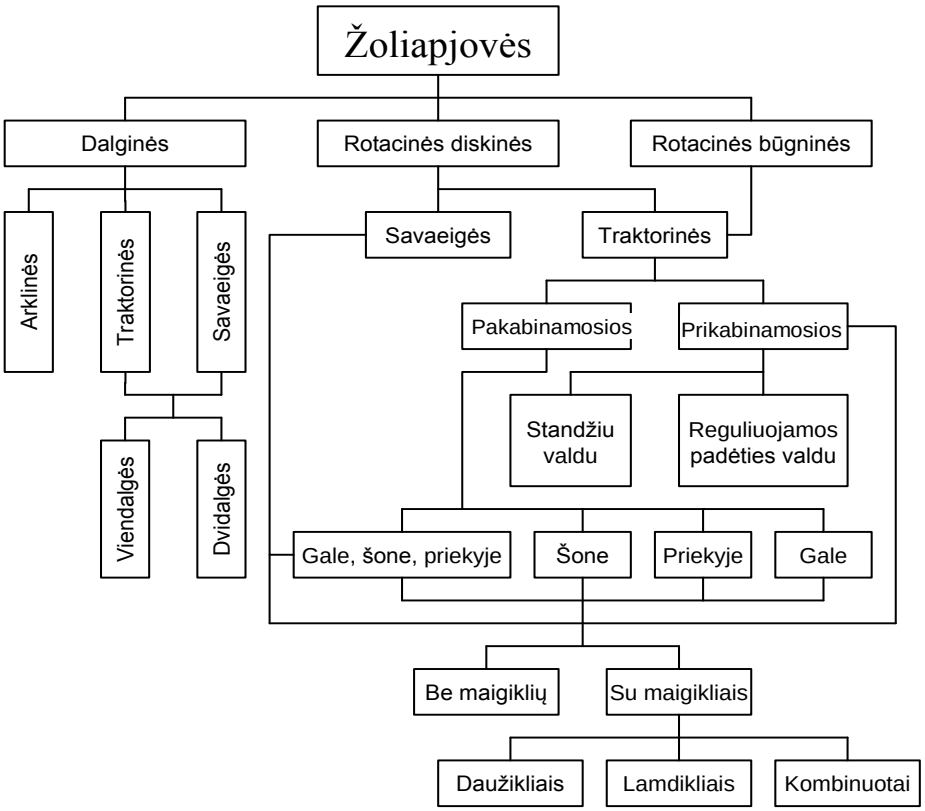
Žolės miltų gamybai naudojamos pupinės ir miglinės daugiametės žolės [18]. Geriausia žaliava – liucerna ir dobilai. Pirmos pjūties butonizacijos tarpsnio pradžioje raudonųjų dobilų sausosios medžiagos kilograme yra 289 mg karotino, 18,2 % žaliųjų proteinų ir 21,4 % žaliosios ląstelienos. Nupjauta ir susmulkinta žolė išdžiovinama būgninėje džiovykloje 500 °C temperatūroje iki 12 % drėgnio, sumalama į miltus, sudedama į popierinius maišus ir hermetiškai uždaroma. Žolės miltai yra baltymingas pašaras, jame yra > 20 % proteinų ir daug karotino. Vieno žolės miltų kilogramo apykaitinė energija siekia 8,17 MJ, jame yra 152 g žaliųjų proteinų, 6,81 g kalcio, 2,45 g fosforo, 148 g karotino [18].

Javainio gamybai naudojama pieninės-vaškinės brandos miežių, avižų ar kviečių masė [9], nes tada yra didžiausia jos apykaitinė energija, kuri siekia nuo 7,7 iki 8,8 MJ (kg s. m.)$^{-1}$. Javai vaškinės brandos tarpsnio pjaunami ir smulkinami savaeigiu smulkintuvu su pritvirtinta pjaunamąja. Tada dar daugumos piktžolių sėklos neišbyrėjusios dirvos paviršiuje. Miežiai pjaunami, kai varpose sausosios medžiagos sudaro nuo 45 iki 50 %, o kviečiai – nuo 35 iki 45 %. Pjovimo metu viso augalo sausosios medžiagos sudaro nuo 32 iki 38 %. Kai smulkintuve yra grūdų maigiklis, teorinis pjaustinio ilgis – < 40 mm. Tačiau jeigu augalų sausosios medžiagos sudaro > 35 %, teorinį pjaustinio ilgį reikia sumažinti iki 6–8 mm. Susmulkinta masė kraunama tranšėjoje ir suspaudžiama iki > 240 kg m^{-3} tankio.

1.2. Žoliapjovės

Paskirtis – žolei nupjauti, sumaigyti ir suguldyti į pradalges. Pradalgės būna vientisos, dvi suglaudintos, sudvigubintos (viena ant kitos).

Klasifikacija. Žoliapjovės skirstomos į tris grupes: dalginės, rotacinės diskinės ir rotacinės būgninės (1.4 pav.).



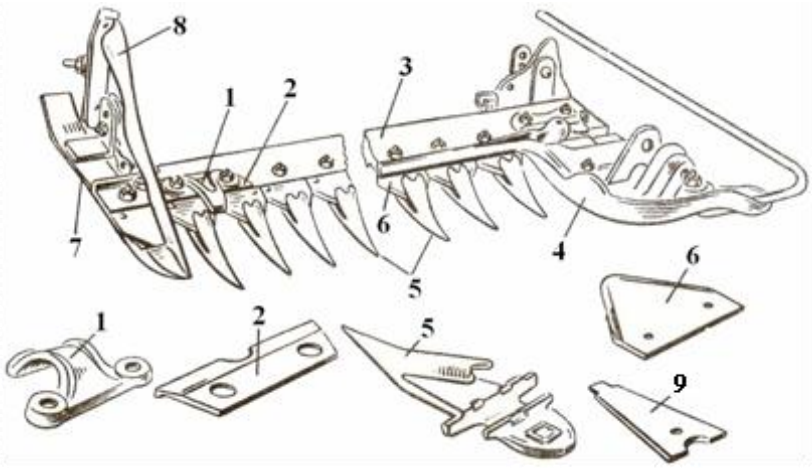
1.4 pav. Žoliapjovių klasifikacija

Žoliapjovės-smulkintuvai yra specialios paskirties mašinos. Jos ne tik pjauna žolę, bet ir ją smulkina, supučia į transporto priemonę. Nenaudojama žolė išdraikoma dirvos paviršiuje. Gaminamos specialios paskirties žoliapjovės vejoms, griovių ir kalnų šlaituose augančiai žolei nupjauti.

1.2.1. Dalginės žoliapjovės

Jos lengvos, nesudėtingos konstrukcijos, mažos galios sąnaudos, tačiau pjovimo aparato plotis – iki 2,1 m, ribotas traktoriaus važiavimo greitis, nes dalgio slankiojimo greitis yra apie 2 m s^{-1}. Panašios konstrukcijos dalginis pjovimo aparatas yra javapjovėse, javų kombainų pjaunamosiose. Jų plotis siekia nuo 4,5 iki 12 m.

Svarbiausioji žoliapjovės dalis yra kerpamasis pjovimo aparatas. Jį sudaro (1.5 pav.) sijelė 3, prie kurios pritvirtinti viengubi 5 arba dvigubi pirštai. Viengubų pirštų abiejose pusėse yra ataugėlės, jos liečiasi ir neleidžia pirštams pasisukti. Kraštiniai pirštai – dvigubi. Piršto priekyje yra ataugėlė, ji apsaugo peiliuką 6 nuo kliuvinių. Prie piršto plokštumos pritvirtinta trapecijos formos plokštelė 9, jos šo-



1.5 pav. Dalginis pjovimo aparatas:
1 – spaudikliai; 2 – trinties plokštelės; 3 – sijelė; 4 ir 7 – pavažos; 5 – pirštai; 6 – peiliukai; 8 – kreipiklis; 9 – piršto plokštelės

ninės briaunos aštrios arba dantytos. Tai priešpeilis. Gaminami pirštai ir be plokštelės. Priešpeilį atstoja aštrios šoninės piršto briaunos.

Dalgį sudaro plieninė juostelė su prikniedytais trapecijos formos peiliukais, kurių šoninės briaunos aštrios ir gali būti galandamos. Javų kombainų dalgių peiliukai prie juostelės pritvirtinti varžteliais, jie dantyti ir negalandami. Juostelės gale pritvirtinta rutulio formos galvutė, kurią gaubia švaistiklio žiaunelės. Švaistiklis sujungtas su skriejiku. Jį sukant, stumdomas dalgis.

Dalgio peiliukai slankioja trinties plokštelių 2 paviršiumi, o dalgio juostelės šonas remiasi į trinties plokštelių priekinę briauną. Trinties plokštelių padėtį galima keisti. Kad pjovimo metu peiliukai nebūtų pastumiami tolyn nuo pirštų plokštelių, juos iš viršaus prilaiko spaudikliai 1 (varliukės). Trinties jėgoms sumažinti prie sijelės yra pritvirtinta mažiau trinties plokštelių ir spaudiklių negu pirštų.

Sijelės abiejuose galuose yra pavažos 4 ir 7. Jomis pjovimo aparatas remiasi į dirvos paviršių. Perstatant pavažas sijelės atžvilgiu keičiamas pjovimo aukštis. Prie išorinės pavažos tvirtinama kreipiamoji lenta. Ji nupjautą žolę nustumia pradalgės pusėn, kad traktoriaus ratai ant jos neužvažiuotų.

Žoliapjovės skriejiką suka traktoriaus galios velenas. Traktoriaus priekyje pakabintos žoliapjovės variklis – hidraulinis. Pjovimo aparatas svirtimis ir trauklėmis sujungtas su rėmo dalimi, kurią stumdo hidraulinis cilindras ir kilnoja pjovimo aparatą. Transporto metu pjovimo aparatas yra fiksuotoje vertikalioje padėtyje.

Pjovimo kokybė priklauso nuo peiliukų judėjimo greičio ir tarpo tarp piršto plokštelės ir peiliuko ašmenų, nes pjovimo aparatas kerpamasis ir veikia kaip žirklės. Pjovimo kokybė priklauso nuo aparato sureguliavimo. Peiliukų ašmenys turi būti aštrūs, galandant negalima keisti ašmenų nuožulos kampo. Stumdomas dalgis užima dvi kraštines rimties padėtis. Jose peiliukų ir pirštų ašinės linijos turi sutapti, nes tarp gretimų peiliukų ir pirštų ašinių linijų yra 76,2 mm atstumas. Nesutapti gali tuomet, kai dalgio eiga yra didesnė kaip 76,2 mm. Dažniausiai dalgis sucentruojamas keičiant švaistiklio ilgį arba pastumiant sijelę.

Tik dalgio peiliukų priekinė dalis turi liesti piršto plokštelę arba jo plokštumą, kai visų pirštų smaigaliai yra vienoje linijoje. Pirštų padėtis tikslinama juos palenkiant reikiama kryptimi. Peiliuko padėtis piršto plokštumos atžvilgiu keičiama po trinties plokštelėmis padedant tarpiklius. Tarpikliais keičiant spaudiklių padėtį, tarp peiliukų ir spaudiklių nustatomas minimalus tarpelis. Darbo metu pirštų sijelė turi būti statmena traktoriaus važiavimo krypčiai. Pjovimo aparato jungtyse su pakabinimo sistema yra laisvumų, todėl pirštų sijelės išorinis galas šiek tiek atsilošia. Keičiant pirštų sijelę su rėmu jungiančios trauklės ilgį, sijelė pasukama pirmyn.

1.2.2. Rotacinės žoliapjovės

Gaminamos rotacinės diskinės ir rotacinės diskinės-būgninės pakabinamosios bei prikabinamosios žoliapjovės. Rotacinės diskinės žoliapjovės pakabinamos prie traktoriaus arba savaeigės važiuoklės priekyje, gale, priekyje ir gale, priekyje ir po vieną šonuose arba dvi greta šonuose, trys priekyje arba trys priekyje ir po vieną šonuose, trys gale.

Prikabinamosios prie traktoriaus žoliapjovės. Prikabinamoji žoliapjovė būna su vienu (1.6 pav.) arba dviem greta esančiais pjovimo aparatais. Traktoriaus priekyje gali būti pakabinta dar ir frontalinė žoliapjovė. Prikabinamoji žoliapjovė važiuoja aplink lauką nesustodama galulaukėse posūkiams, todėl jos našumas didesnis už pakabinamųjų. Pjovimo aparatas yra arti važiuoklės ratų, dėl dirvos nelygumų jis rečiau švytuoja, todėl galima važiuoti didesniu greičiu. Pjaunant prikabinamosiomis žoliapjovėmis lieka vienodesnio aukščio ražiena.

Žoliapjovės prikabinimo valdas prie rėmo pritvirtintas standžiai arba jį sukioja hidraulinis cilindras. Tada varsnoje galima žolę pjauti šaudykliniu būdu. Žoliapjovės gali kloti plačią pradalgę arba kreipiklių susiaurintą. Pradalgės gali būti vientisos arba dvigubos. Dvigubas pradalges sudaro kreipiamosios juostos, sraigės arba juostinis reversuojamas transporteris.

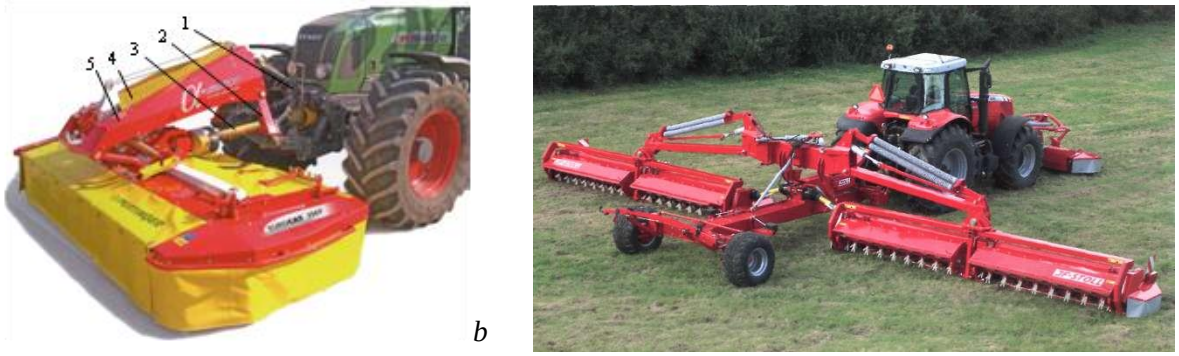
a

b

1.6 pav. Prikabinamoji žoliapjovė kloja dvi pradalges (*a*), valdo galvutė (*b*) [34]: 1 ir 2 – galios velenai

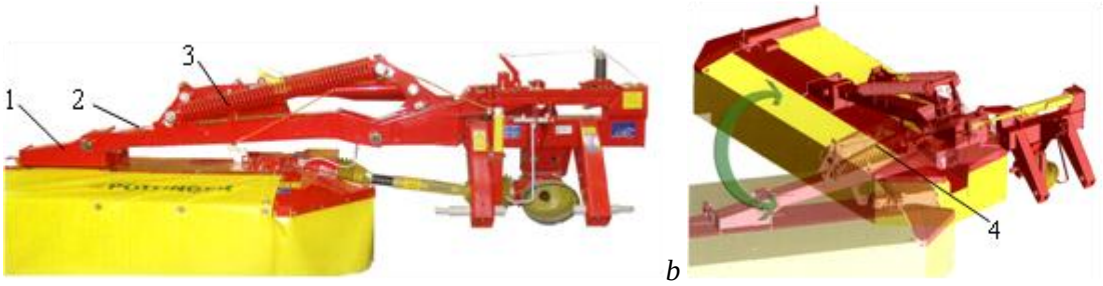
Prikabinamosios žoliapjovės būna su žolės maigytuvais ir be jų. Žoliapjovės darbines dalis suka traktoriaus galios velenas. Jas gali traukti traktorius, kurio galios velenas sukamas 540 arba 1000 min^{-1} dažniu, nes prikabinimo įtaise yra reduktorius su dviem velenais. Traktorius pjaunamosios valdo atžvilgiu gali pasisukti 90° kampu.

Pakabinamosios rotacinės diskinės žoliapjovės. Jos pakabinamos traktoriaus priekyje (1.7 pav., *a*), gale ar prie prikabinamos važiuoklės (1.7 pav., *b*). Frontalinės žoliapjovės pakabinimo prie traktoriaus sistema leidžia nupjauti žolę 250 mm gylio dirvos įdubimuose, paliekant pastovų ražienos aukštį.



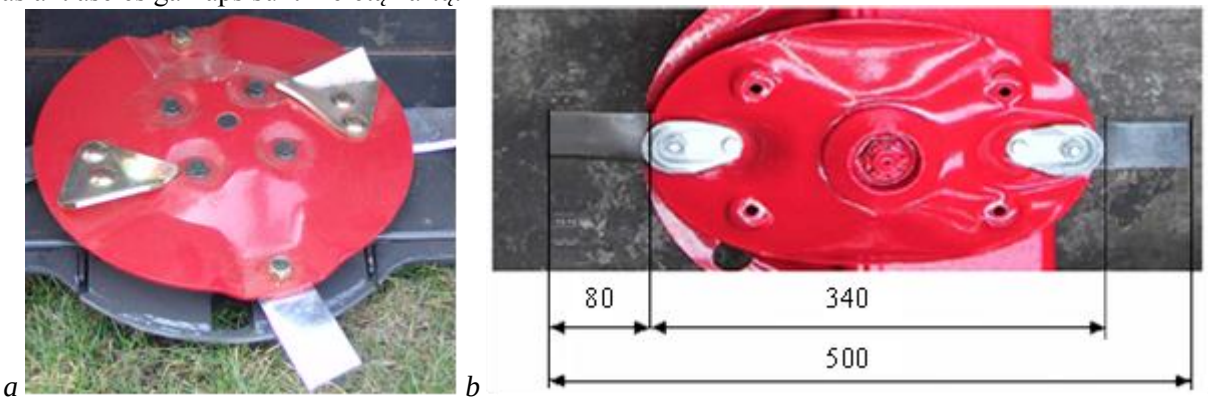
1.7 pav. Traktoriaus priekyje (*a*) [34] ir prie važiuoklės pakabintos rotacinės diskinės žoliapjovės (*b*) [32]:
1 – traktoriaus hidraulinis keltuvas; 2 – pakabinimo sistema; 3 – pavara; 4 – atsvaros spyruoklės; 5 – rėmas

Traktoriaus gale prie hidraulinio keltuvo pritvirtinta žoliapjovė (1.8 pav., *a*) tolygiau kopijuoja dirvos nelygumus skersine kryptimi, kai pakabinimo svirtis 2 yra pritvirtinta žoliapjovės rėmo 1 viduryje. Atsvaros spyruoklės 3 sumažina pavažų spaudimą į dirvos paviršių. Jeigu darbo metu žoliapjovė atsiremia į aukštą kliuvinį, ji pasukama traktoriaus išilginės ašies kryptimi (1.8 pav., *b*). Į pradinę padėtį ją grąžina spyruoklės 4.



1.8 pav. Žoliapjovės pakabinimo, atsvaros ir apsaugos įtaisai:
a – pakabinimo svirtis pritvirtinta rėmo viduryje; *b* – žoliapjovė pasukta traktoriaus išilginės ašies kryptimi; 1 – rėmas; 2 – svirtis; 3 – atsvaros spyruoklės; 4 – spyruoklės

Pjovimo aparatas. Jį sudaro apskritimo, elipsės arba trikampio formos diskai, prie kurių pritvirtinti 50–100 mm ašmenų ilgio peiliukai (1.9 pav.). Diskų skersmuo nuo 0,34 iki 0,47 m. Sukant diską (2880– 3250 min^{-1}), inercijos jėga peiliuką laiko nukreiptą jos veikimo kryptimi. Kai peiliuko ašmenis veikianti jėga yra didesnė už inercijos jėgą, peiliukas ant tvirtinimo ašelės pasukamas prieš disko sukimosi kryptį. Esant smūginei apkrovai, peiliukas ant ašelės gali apsisukti keletą kartų.

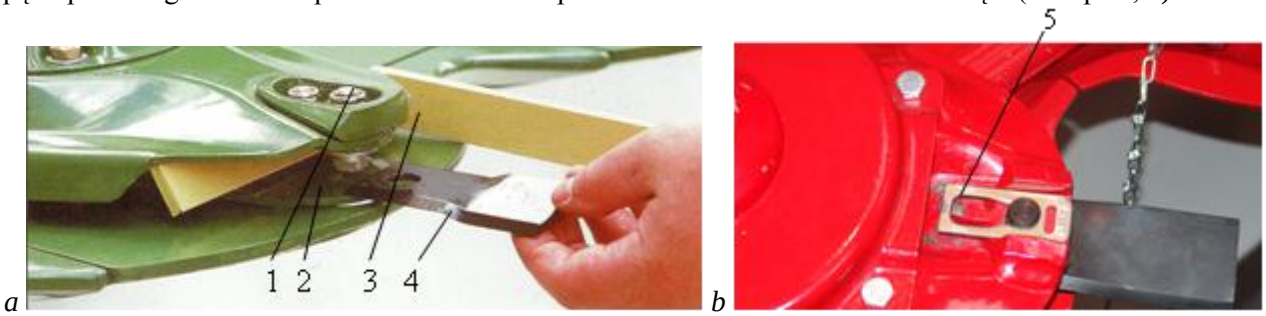


1.9 pav. Peiliukus laikančių diskų forma:
a – apskritimo; *b* – elipsės

Elipsės formos gretimų diskų išilginės simetrijos ašys yra statmenos. Peiliukas pjaudamas žolę juda 72–90 m s^{-1} greičiu. Tarp gretimų diskų yra tarpas, todėl nupjauta žolė jame nestringa, bet tolygiai numetama nuo pjovimo aparato. Diskų viršų dengia įvairios formos gaubtai (1.10 pav.). Jie padeda žolę tolygiai paskleisti visame pjovimo aparato plotyje. Diskų paviršiuje yra standumo briaunos, įdubimai varžtų galvutėms paslėpti, peiliukų tvirtinimo detalėms fiksuoti ir t. t.

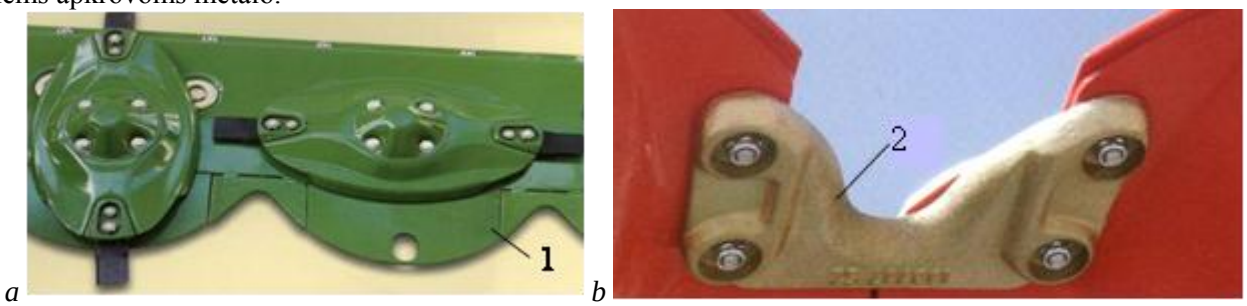
1.10 pav. Peiliukus laikančių diskų gaubtų forma:
a – apvalus; *b* ir *c* – elipsės formos; 1 – gaubtas; 2 – diskas; 3 – peiliukas

Peiliukai yra stačiakampio formos (1.11 pav., *b*), ašmenys šiek tiek palenkti ir pasukti žemyn, kad žolės pjovimas būtų slystantis, o nupjauta žolė numesta nuo peiliuko paviršiaus. Peiliuko abi šoninės briaunos aštrios, todėl nudilus ašmenims, peiliuką apvertus galima toliau pjauti žolę. Nudilę peiliukų ašmenys galandami, išlaikant jų stačiakampio formą. Peiliuko storis – apie 5 mm. Sumedėjusiems augalams pjauti, pakelių priežiūros darbams naudojami storesni peiliukai. Svirtimi 3 (1.11 pav., *a*) nuspaudus spyruoklinį diską 2 galima sugadintą peiliuką 4 išimti pro susidariusį tarpą tarp ašelės galo ir disko paviršiaus. Peiliukas pakeičiamas nuėmus ašelės fiksatorių 5 (1.11 pav., *b*).



1.11 pav. Peiliukų tvirtinimas prie diskų ir jų pakeitimas [30, 33]:
1 – ašelės tvirtinimo veržlė; 2 – spyruoklinis diskas; 3 – svirtis; 4 – peiliukas; 5 – ašelės fiksatorius

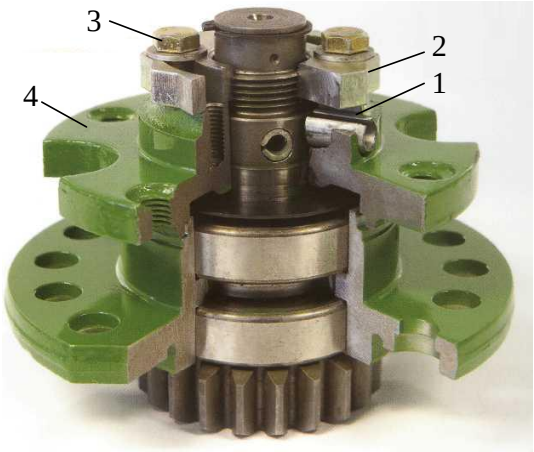
Pjovimo aparatą ir peiliukus nuo kliuvinių tiesioginio poveikio apsaugo prie diskų pavaros korpuso priekinės briaunos pritvirtinti pusmėnulio formos apsauginiai skydeliai 1 (1.12 pav., *a*). Peiliukai dalį žolės nupjauna ją atrėmę į pavaros korpuso priekinę briauną – keičiamą priešpeilį 2 (1.12 pav., *b*), pagamintą iš labai atsparaus dilimui ir smūginėms apkrovoms metalo.



1.12 pav. Apsaugos skydeliai 1 (*a*) ir keičiami priešpeiliai 2 (*b*)

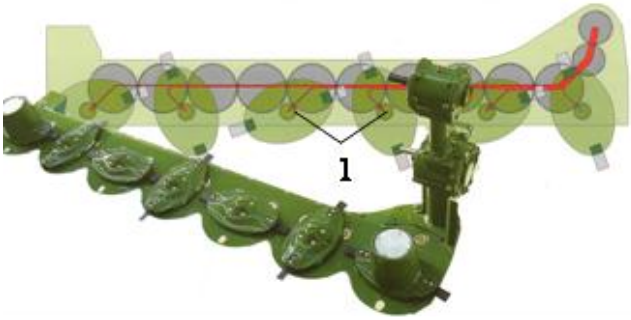
Pasitaikius kliuviniui, lūžta peiliukas arba pavaros krumpliaračio dantys. *Krone* žoliapjovės diskų pavaroje yra kaištis 1 (1.13 pav.), kuris nukerpamas. Toliau sukant pavaros velenėlį, veržlė 2 sriegiu kyla aukštyn ir kelia diską su pritvirtintais peiliukais. Veržlė patenka ant velenėlio lygaus paviršiaus. Tada pavaros velenėlis neturi ryšio su disku, todėl jis nebesukamas. Reikia keisti apsauginį kaištį. Veržlė 2 varžtais 3 yra sujungta su korpusu 4.

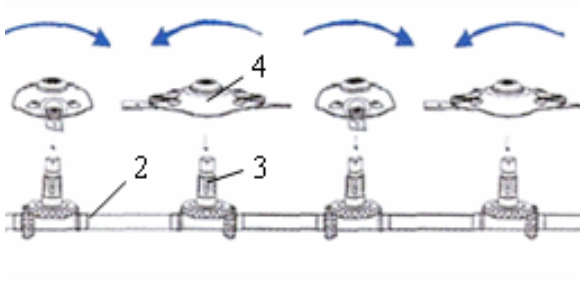
Pavaros. Rotacinės diskinės žoliapjovės pjovimo aparato diskus su peiliukais suka krumpliaratinės pavaros (1.14 pav., *a*). Jos yra korpuse, kuris yra ištisas arba sudarytas iš dviejų varžtais sujungtų dalių. Kai pavaros krumpliaračiai vienodo skersmens, ant kas antro krumpliaračio ašies yra pritvirtintas diskas su peiliukais. Žolės pjovimo kokybė labiausiai priklauso nuo peiliukų judėjimo greičio, kuris yra nuo 40 iki 90 m s^{-1}. Peiliukų judėjimo greitis yra didesnis, kai cilindriniai krumpliaračiai suka diskų pavaros mažuosius krumpliaračius 1, ant kurių velenėlio galo pritvirtintas diskas su peiliukais. Tada peiliukų judėjimo greitis siekia apie 86,1 m s^{-1}. Darbo metu trijų metrų darbinio pločio žoliapjovės pavaroms sukti reikia nuo 26 iki 39 kW galios. Esant maksimaliai apkrovai – galia išauga iki 50 kW.



1.13 pav. *Krone* žoliapjovės pjovimo aparato apsaugos detalės [33]:
1 – nukirptas kaištis; 2 – veržlė; 3 – varžtai; 4 – korpusas

a





b

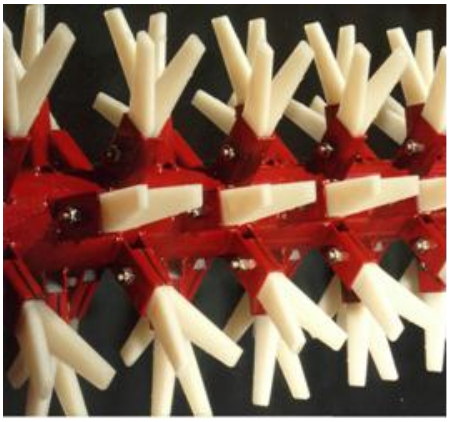
1.14 pav. Krumpliaratinė diskų pavara (*a*) [33], kūginių krumpliaračių pavara (*b*) [36]:
1 – mažieji krumpliaračiai; 2 – pavaros velenas; 3 – kūginių krumpliaračių reduktorius; 4 – diskai su peiliukais

Pavaros galios nuostoliai mažesni, kai peiliukų diskus suka atskiri kūginių krumpliaračių reduktoriai 3 (1.14 pav., *b*). Pavarą patogu prižiūrėti, nes velenai yra korpuse, kuriame nėra alyvos, ji pilama tik į atskirus reduktorius.

Maigikliai. Jie suardo stiebų vaškinį sluoksnį, todėl žolė džiūsta greičiau. Maigikliai būna pirštiniai daužikliai, būgniniai lamdikliai ir kombinuoti.

Pirštiniai daužikliai – tai pavieniai ar grupiniai „*V*“ formos (1.15 pav., *b*) metaliniai arba plastikiniai pirštai. Jie tvirtinami prie veleno eilėmis arba sraigtinėmis linijomis standžiai, šarnyriškai arba grupėmis, su guminiais ar kitais smūgių slopikliais. Plastikiniai daužikliai, sutikę kliuvinį, pakrypsta skersine kryptini ir rečiau lūžta. Nulūžusį plastikinį pirštą savaeigio smulkintuvo peiliai sutrupina. Kai žolės maigiklį sudaro būgnas 1 (1.15 pav., *a*) su vertikaliais diskais 2 ir ašelėmis 3, ant kurių sukiojasi masyvūs pirštai 4, nupjauta žolė intensyviau daužoma ir numetama nuo pjovimo aparato.

a

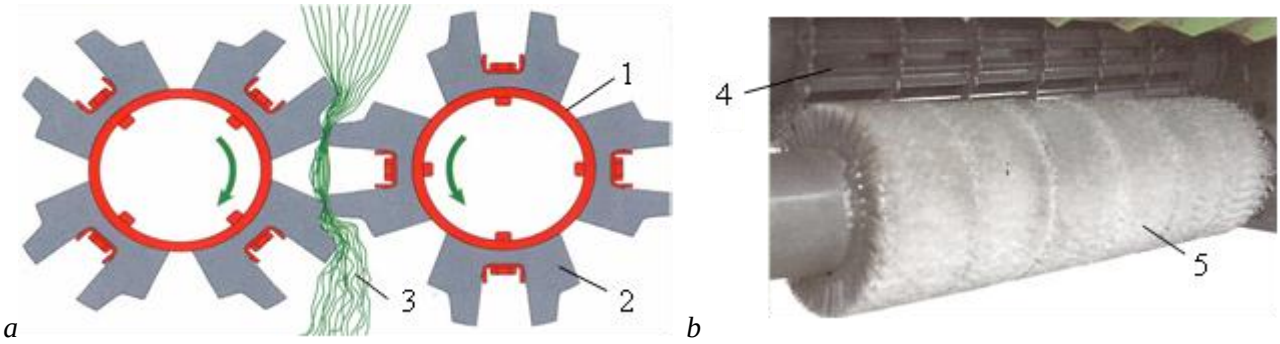


b

1.15 pav. Būgninis-pirštinis (*a*) ir „*V*“ formos žolės maigiklis (*b*):
1 – būgnas; 2 – diskai; 3 – ašelės; 4 – pirštai

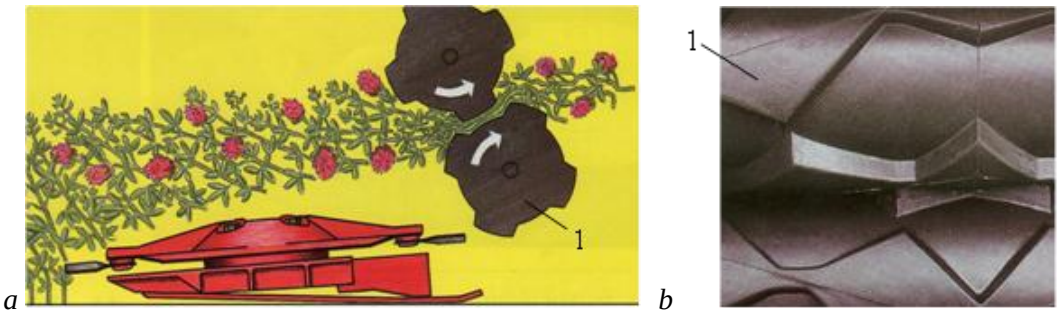
Žolės sumaigymo laipsnis keičiamas priartinant arba atitolinant virš rotoriaus esantį grublėto paviršiaus gaubtą. Virš jo gali būti pritvirtintos šukos, kurių padėtis taip pat keičiama. Be to, šukas galima apversti. Vienas šukų dantų paviršius lygus, kitas su briauna, kuris intensyviau lamdo rotoriaus metamus augalus. Be to, žolės maigymo intensyvumas keičiamas didinant rotoriaus sukimosi dažnį. Tam reduktoriaus svirtelė pastumiama į kitą padėtį arba pavaros kardaninį veleną sujungiant su kitu reduktoriaus velenu ar pavaros diržą perkėlus ant kito skersmens skriemulių.

Varpinių žolių maigikliai. Jie naudojami žolių mišiniams maigyti. Maigiklį sudaro du cilindrai 1 (1.16 pav., *a*), kurių paviršiuje pritvirtintos gumotos dantytos juostos 2. Žolei tolygiai slenkant tarp cilindrų, gumotų juostų smailūs kampai pažeidžia vaškinį sluoksnį. Žolė 3 klojama į purią pradalgę.



1.16 pav. Varpinių žolių cilindrinis (*a*) ir cilindrinis-šepetinis (*b*) maigiklis:
1 – cilindrai; 2 – gumotos dantytos juostos; 3 – sumaigyta žolė; 4 – juostinis būgnas; 5 – cilindrinis šepetys

Pupinių augalų cilindriniai lamdikliai. Juos sudaro nelygaus paviršiaus du gumoti volai (1.17 pav.). Tarpas tarp volų yra keičiamas. Volai sulamdo pupinius augalus, pažeidžia stiebų vaškinį sluoksnį. Už volų yra gaubtas, kuris kloja sumaigytus augalus į purią pradalgę.

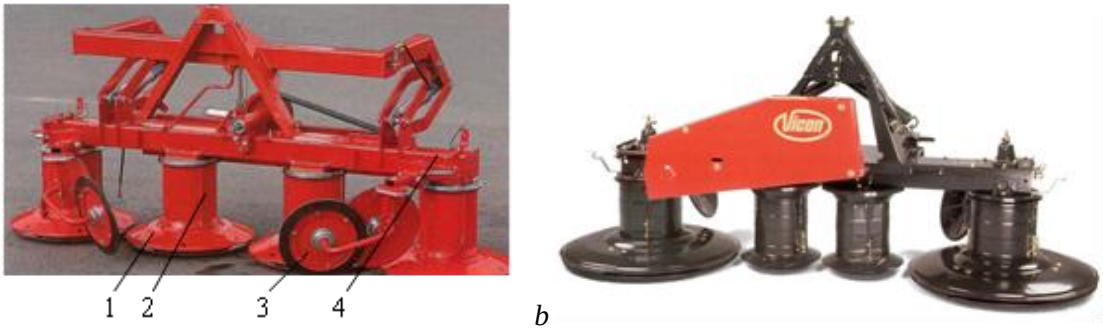


1.17 pav. Pupinių augalų lamdiklio cilindriniai volai (*a*) ir jų grublėtas paviršius (*b*) [34]:
1– cilindriniai volai

Maigytuvo vieno metro pločio vidutinės galios sąnaudos sudaro apie 10 kW. Jos priklauso ir nuo maigymo intensyvumo. Nustačius virš maigytuvo būgno esančias šukas kraštinėse padėtyse, galios sąnaudų skirtumas siekia apie 10 kW.

1.2.3. Rotacinės būgninės žoliapjovės

Jų masė ir galios sąnaudos didesnės už rotacinių diskinių žoliapjovių. Tačiau jos gali pjauti ir sumedėjusius žolės stiebus, važiuoti didesniu greičiu, nes peiliukų judėjimo greitis didesnis už rotacinių diskinių žoliapjovių. Labiausiai paplitusios traktoriaus priekyje ir gale pakabintos žoliapjovės (1.18 pav.). Gaminamos ir prikabinamos diskinės-būgninės žoliapjovės. Jų diskai, prie kurių pritvirtinti peiliukai, yra nuo 0,6 iki 1,1 m skersmens, pavara viršuje. Žoliapjovės tvirtinimo prie traktoriaus, dirvos nelygumų kopijavimo ir kitos sistemos yra panašios į rotacinių diskinių žoliapjovių.



1.18 pav. Vienodo skersmens diskų ir būgnų (*a*) ir skirtingų skersmenų (*b*) frontalinė diskinė-būgninė žoliapjovė [35]: 1 – diskai; 2 – būgnai; 3 – kreipiamieji diskai; 4 – rėmas

Pjovimo aparatas. Jį sudaro diskas 1 (1.18 pav., *a*), prie kurio tvirtinami du arba trys peiliukai. Jų forma panaši į rotacinės diskinės žoliapjovės peiliukus. Jų darbinė dalis palenkta ir pasukta žemyn, taip ražienos aukštis sumažinamas apie 10 mm.

Dviejų diskų žoliapjovėje pjovimo aukštis keičiamas stumdant apatinį atraminį diską, o keturių diskų – sukant kiekvieno pjovimo aparato ašį. Dabar po apatiniu disku tvirtinamas mažesnio skersmens diskas. Jis remiasi į dirvos paviršių ir dėl jos nelygumų ant ašies sukiojamas. Diskas lėčiau dyla, jį lengva pakeisti. Naujausiose žoliapjovėse visų pjovimo aparatų padėtis keičiama mechanine arba hidrauline pavara. Žoliapjovės pagrindinė pavara yra rėmo viršuje. Pavaros diržas yra trapecijos skerspjūvio arba plokščias dantytas, jis suka kūginius reduktorius, prie kurių velenų pritvirtinti diskai su peiliukais.

Pjovimo aparatai žolę pjauna poromis. Jie sukami priešingomis kryptimis. Nupjautą žolę būgnai, kurių šonuose yra briaunos arba pritvirtintos juostelės, tiekia maigikliui arba kloja į pradalgę. Pradalgėje juostų skaičius priklauso nuo pjovimo aparatų porų skaičiaus. Nupjauta žolė paskleidžiama vientisoje pradalgėje, kai diskinės-būgninės žoliapjovės vidurinių diskų ir būgnų skersmuo yra didesnis negu išorinių diskų ir būgnų. Didesnio skersmens disko ir būgno išoriniai taškai juda greičiau, todėl jie nupjautą žolę meta toliau. Taip sudaroma vientisa žolės pradalgė. Greta klojamos dvi nupjautos žolės juostos, kai žoliapjovės viduryje yra du mažesnio skersmens diskiniai-būgniniai pjovimo aparatai ir jie sukami į priešingas puses (1.18 pav., *b*). Klojamas žolės juostas dar labiau suglaudžia kreipiamieji diskai 3 (1.18 pav., *a*).

1.2.4. Savaeigės žoliapjovės

Savaeigės žoliapjovės [21] skirtos dirbti dideliuose žalienų masyvuose. Jų našumas nuo 8 iki 20 ha h^{-1}. Žoliapjovę sudaro trys 3,2 m ar didesnio pločio rotacinės diskinės žoliapjovės pakabintos savaeigės važiuoklės priekyje ir šonuose. Kiekvienos žoliapjovės pjovimo aparate yra 8 elipsės formos diskai, prie jų pritvirtinti du peiliukai. Ražienos aukštis keičiamas nuo 30 iki 70 mm. Žolės maigytuvas yra daužiklinis pirštinis, jo sukimosi dažnis 700 arba 1000 min^{-1}. Virš rotoriaus yra reguliuojamos padėties nelygaus paviršiaus gaubtas žolės maigymo intensyvumui keisti. Darbo metu važiuojama iki 15 km h^{-1}, o transporto iki 40 km h^{-1} greičiu. Važiuoklės pavara hidrostatinė, visi ratai varantieji.

Prie savaeigės važiuoklės gali būti pritvirtintos ir penkios 3,2 m pločio rotacinės diskinės žoliapjovės. Priekyje pakabintos trys, abiejuose šonuose – po vieną žoliapjovę. Bendras darbo plotis 14 m. Žolę pjauna kiekvienos žoliapjovės septyni diskai, prie kurių pritvirtinti du peiliukai. Pjovimo aukštis keičiamas nuo 30 iki 70 mm. Žolės pirštinio daužiklio sukimosi dažnis 900 arba 770 min^{-1}. Mašinos našumas iki 22 ha h^{-1}. Kiekviena žoliapjovė kopijuoja dirvos nelygumus, jų spaudimą į dirvos paviršių riboja hidraulinė, pneumatinė sistema.

Kontroliniai klausimai	*1. Pagrindinės žolinių augalų nuėmimo mašinos, jų paskirtis.*
	2. Žoliapjovių klasifikacija.
	3. Prikabinamųjų žoliapjovių privalumai.
	4. Pagrindinės rotacinių diskinių žoliapjovių pjovimo aparato dalys.
	5. Peiliukų forma ir jų apsauga nuo kliuvinių.
	6. Žolės maišytuvai ir jų paskirtis.
	7. Pupinių žolių maišytuvų konstrukcijos ypatumai.
	8. Diskinės-būgninės žoliapjovės privalumai ir trūkumai.
	9. Savaeigių žoliapjovių privalumai.

1.3. Vartytuvai

Paskirtis – išsklaidyti žoliapjovės paliktas pradalges arba apvytusią žolę sumaišyti, kad ji sparčiau džiūtų. Žoliapjovės, vartytuvo ir grėblio darbinis plotis turi būti vienodas. Skleidžiant žolės pradalges, vartytuvo rotorių ašis arba gretimų dviejų rotorių pirštų trajektorijų sankirtos linija turi sutapti su pradalgės viduriniąja linija. Tada vartytuvo vienas rotorius arba du gretimi rotoriai sklaidys vieną pradalgę. Priešingu atveju keletas rotorių maišys tik orą, bus nevienoda gretimų rotorių apkrova.

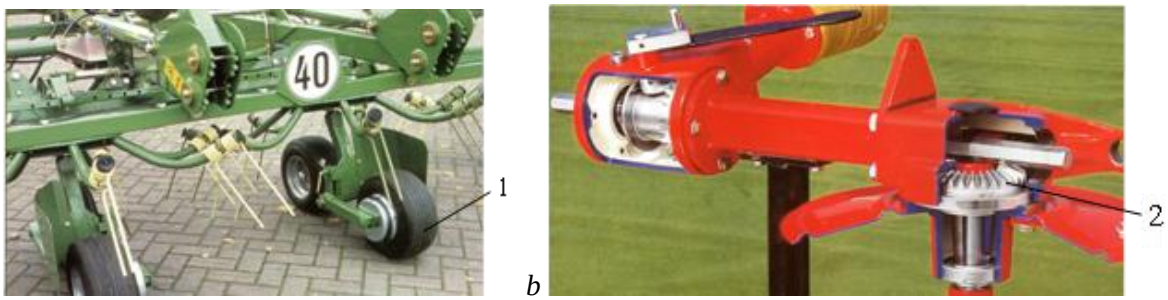
Klasifikacija. Vartytuvai yra pakabinamieji, pusiau pakabinamieji ir prikabinamieji prie traktoriaus. Pasvirę rotorių dantys sukasi vertikalioje arba horizontalioje plokštumoje.

Siauriausias vartytuvas yra keturių, o plačiausias – 16 rotorių. Pradedami gaminti vartytuvai su daugiau rotorių. Nupjautos žolės pradalgės sklaidomos nedelsiant arba po kelių valandų, apvytus pradalgių paviršiui. Vartymas labai spartina žolės džiūvimą. Daug kartų vartyti žolę nepatartina, nes nudaužomi maistingiausi lapeliai. Esant palankioms meteorologinėms sąlygoms, vartomos žolės drėgnis per valandą sumažėja nuo 1,5 iki 3,5 %. Sparčiausiai žolė džiūsta vėjuotą dieną, kai aplinkos oro temperatūra siekia apie 25 °C.

Pakabinamieji vartytuvai dažniausiai būna keturių rotorių. Šešių rotorių vartytuvą sudaro trys sekcijos. Pakėlus dvi kraštines galima važiuoti keliais, nes neviršijamas leistinasis 3 m plotis. Platesni vartytuvai sudaryti iš daugiau sekcijų. Jie turi atskirą važiuoklę. Esant transporto padėčiai visos kraštinės sekcijos pakeliamos ir sulankstomos taip, kad mašinos plotis siekia tik 3 m. Daugiau kaip 10 rotorių vartytuvai yra prikabinamieji, nes jų masė per didelė vidutinės galios traktoriui. Esant transporto padėčiai traktorius tempia dvi sekcijas pasuktas lygiagrečiai traktoriaus ašinei linijai. Važiuoklę atstoja kiekvienos sekcijos atraminiai ratukai.

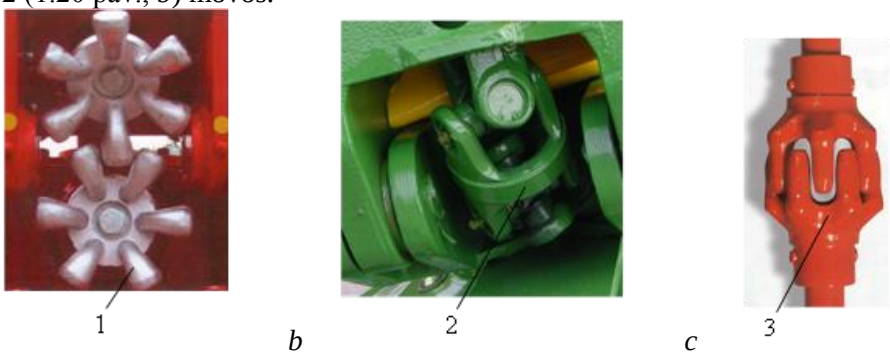
Plačiabarių vartytuvų viduriniųjų sekcijų važiuoklė dviratė 1 (1.19 pav., *a*), todėl darbo metu mašinos padėtis yra stabilesnė. Kad atraminiai ratukai neapsivyniotų žolių stiebais, jų šonus dengia dangalai arba prie mašinos rėmo pritvirtinti kreipiamieji skydeliai. Viduriniųjų rotorių vienratė arba sudvejintų ratukų važiuoklė būna su platesnėmis padangomis.

Vartytuvo pakabinimo prie traktoriaus įtaisą su rėmu jungia trauklės, kuriose yra vartytuvo šoninius švytavimus gesinantys spyruokliniai arba hidropneumatiniai amortizatoriai. Sudėtingesnės konstrukcijos hidropneumatiniai amortizatoriai leidžia užkliuvusią vartytuvo sekciją pasukti atgal. Vėliau grąžinama į pradinę padėtį. Nupjauta žolė numetama nuo lauko krašto tolyn, kai vartytuvo rėmas su traktoriaus išilgine ašimi sudaro kampą. Tam tenka pasukti rotorių atraminių ratukų ašeles ir užfiksuoti jų padėtis.



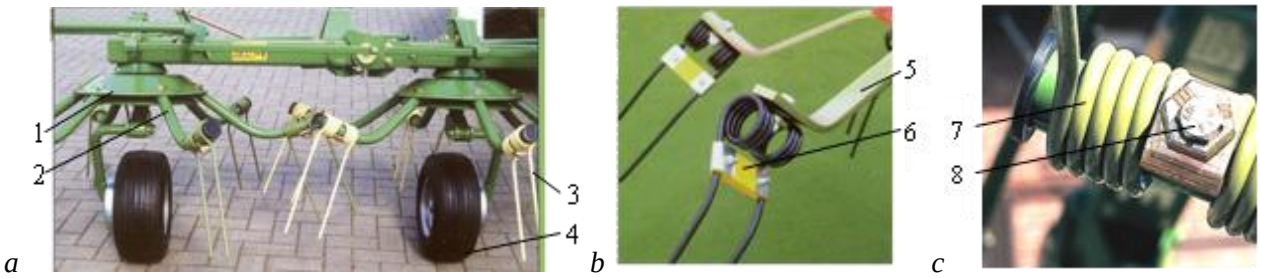
1.19 pav. Vartytuvų viduriniųjų rotorių dviratė 1 važiuoklė (*a*) ir rotoriaus kūginių krumpliaračių reduktoriaus 2 pavara (*b*)

Kiekvieną rotorių suka kūginių krumpliaračių reduktorius 2 (1.19 pav., *b*). Rotoriai atskirai gali kopijuoti dirvos nelygumus, nes gretimų rotorių pavarų velenus jungia pirštinės 3 (1.20 pav., *c*), krumštelinės 1 (1.20 pav., *a*) arba dviejų kryžmių 2 (1.20 pav., *b*) movos.



1.20 pav. Gretimų rotorių pavaros velenus jungiančios movos:
1 – kumštelinė; 2 – dviejų kryžmių; 3 – pirštinė

Rotoriai. Svarbiausioji vartytuvo dalis. Rotoriai veikia poromis (1.21 pav.). Juos sudaro pavara, diskas 1, prie kurio pritvirtinti pirštų laikikliai 2, pirštai 3, atraminiai ratukai 4. Rotorių sukimosi dažnis apie 144 min^{-1}.



1.21 pav. Gretimi vartytuvo rotoriai (*a*), pirštų juostiniai laikikliai (*b*) ir ekscentrinė mova (*c*):
1 – diskai; 2 – pirštų laikikliai; 3 – pirštai; 4 – atraminiai ratukai; 5 – juostinis laikiklis; 6 – plokštelė; 7 – spyruoklė; 8 – ekscentrinė mova

Rotoriai yra 0,9; 1,1; 1,45; 1,65 ir 1,70 m skersmens. Prie rotoriaus pritvirtinti vamzdiniai 2 (1.21 pav., *a*) arba juostiniai 5 (1.21 pav., *b*) 4; 5; 6 arba 7 laikikliai. Prie kiekvieno laikiklio galo pritvirtinti dvigubi spyruokliniai nuo 8 iki 10,5 mm skersmens pirštai 3 (1.21 pav., *a*). Pirštus jungia nuo 3 iki 6 vijų cilindrinės spyruoklės. Jų išorinis skersmuo nuo 65 iki 80 mm, vidinis – apie 50 mm. Išoriniai pirštai apie 20 mm ilgesni už vidinius, nes jie su dirvos paviršiumi sudaro kampą. Gretimų rotorių pirštų sukeisti negalima, todėl jie būna nudažyti skirtinga spalva. Pirštų judėjimo greitis – apie 13 m s^{-1}. Tarp pirštų galų ir dirvos paviršiaus nustatomas nuo 40 iki 50 mm atstumas. Jis keičiamas atraminio ratuko padėtimi. Pirštai atlaiko apie 180 tūkst. smūgių. Dėl metalo nuovargio pirštai keičia padėtį. Jie į pradinę padėtį grąžinami pasukant ekscentrinę movą 8 (1.21 pav., *c*). Kad nulūžęs pirštas nepasimestų, du gretimi pirštai yra sujungti plokštele 6 (1.21 pav., *b*) arba lyneliu su laikikliais.

Darbo metu rotorius pakreipiamas važiavimo kryptimi žemyn, kad pirštų metama nupjauta žolė puri pasklistų dirvos paviršiuje. Rotoriaus padėties kampas, skleidžiant pradalges, yra apie 13°, vartant – 17°. Vartant nupjautas žemaūges žoles [21], rotoriaus padėties kampas nustatomas apie 15°, aukštaūges – 17°. Nuo žolės paskleidimo tolygumo priklauso jos džiūvimo sparta. Rotorių pasvirimo kampas keičiamas atraminių ratukų padėtimi. Kampas patikslinamas keičiant traktoriaus centrinės trauklės ilgį.

Vartant žolę, svarbu nenudaužyti augalų lapelių ir jos neužteršti žemėmis, todėl rotorius reikia sukti kiek galima mažesniu dažniu, o pirštų galų atstumą nuo dirvos paviršiaus palikti galimai didesnį. Gaminami vartytuvai (1.22 pav.), kurių rotorių pirštų laikiklių galai pasukti taip, kad pirštai su dirvos paviršiumi sudaro 48° kampą.

1.22 pav. Žolės vartytuvo rotorius su pasvirusiais pirštais 1

Rotoriaus posvyrio kampas keičiamas nuo 5 iki 15° atraminių ratukų padėtimi. Rotoriui sukantis, pirštai žolę nuo dirvos paviršiaus kelia, o ne stumia, todėl ji mažiau užteršiama žemėmis.

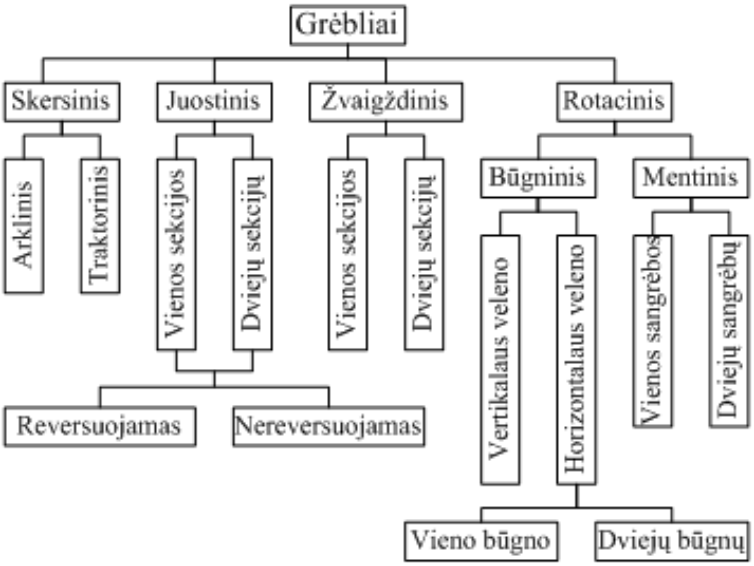
Daugiausia yra 6 arba 8 rotorių vartytuvų, jų darbinis plotis nuo 6 iki 10 m. Vartytuvai agreguojami su 30–50 kW galios traktoriais. Jie per valandą paskleidžia arba apverčia žolę nuo 8 iki 15 ha plote.

Kontroliniai klausimai	*1. Žolės vartytuvų paskirtis.*
	2. Žolės pradalgės ir vartytuvo rotorių padėtis.
	3. Vartytuvo pagrindinės dalys.
	4. Vartytuvo rotorių pasvirimo kampas ir jo reikšmė.
	5. Rotorių atraminiai ratukai ir jų apsauga.
	6. Rotorių pirštai ir jų padėtis.
	7. Rotorių pavaros.
	8. Vartytuvų transporto padėtis.

1.4. Grėbliai

Paskirtis – dirvos paviršiuje išsklaidytą žolę sustumti į sangrėbas. Vieno metro sangrėbos ilgyje turi būti nuo 7 iki 10 kg apvytintos žolės masės, kad būtų pakankama sangrėbas renkančių mašinų (presų, rinktuvinių priekabų arba savaeigių smulkintuvų) apkrova. Dar yra mažo našumo grėbliai-vartytuvai, kurie žolę varto arba grėbia. Jų maža darbo sparta.

Klasifikacija. Grėbliai yra: skersiniai; žvaigždiniai; juostiniai; rotaciniai mentiniai ir rotaciniai būgniniai (1.23 pav.).



1.23 pav. Grėblių klasifikacija

Gaminami traktoriniai, savaeigiai ir arkliniai grėbliai. Mažo darbo pločio grėbliai prie traktoriaus pakabinami, plačiabariai – prikabinami, nes jie turi atskirą važiuoklę.

1.4.1. Skersiniai grėbliai

Arklinį skersinį grėblį sudaro ratinė važiuoklė, rėmas, prie kurio pritvirtintos ienos arkliui pakinkyti arba valdas traktoriui prikabinti ir spyruoklinių dantų laikiklis. Dantų laikiklį į transporto padėtį pakelia ratų stebulėse esantys dantyti reketai. Traukiant grėblį, dantys stumia išdžiūvusią žolę, kuri lanko formos dantų paviršiumi kyla aukštyn. Kai surenkama pakankamai žolės, įjungiamas dantų pakėlimo įtaisas, dantys pakeliami aukštyn, todėl žolės sangrėba lieka ant dirvos. Dantys grąžinami į darbo padėtį. Grėbiama žolė dažnai užteršiama žemėmis, nes ji stumiama dirvos paviršiumi, dantys nepakankamai kopijuoja dirvos nelygumus.

1.4.2. Žvaigždiniai diskiniai grėbliai

Grėblio (1.24 pav.) pagrindinės dalys – rėmas, prie kurio tvirtinamos žvaigždinių diskų ašys arba kelių ašių laikikliai. Diskų padėtį dirvos paviršiaus atžvilgiu galima keisti. Vienoje sekcijoje gali būti nuo 2 iki 13 žvaigždinių diskų. Diskų skersmuo – nuo 1 iki 1,52 m. Darbinis plotis priklauso nuo sekcijų ir jose esančių diskų skaičiaus.

a *b*

1.24 pav. Vienos (*a*) ir dviejų (*b*)sekcijų žvaigždinis diskinis grėblys [29]

Diskai su traktoriaus važiavimo kryptimi sudaro kampą. Traukiant grėblį, diskų pirštai liečia dirvos paviršių, todėl diskai sukami. Kiekvienas diskas arba jų sekcijos gali kopijuoti dirvos paviršių, nes jų ašių laikiklius su rėmu

jungia atsvaros spyruoklės. Grėblio masė maža, jį traukia mažos galios traktorius, važiuojant nenudaužomi žolės lapeliai. Tačiau kai apvytintos žolės daug, o dirvos paviršius drėgnas, diskai nesisuka. Tada žolė stumiama dirvos paviršiumi ir susukama į volus, į juos patenka žemių.

Žvaigždiniai grėbliai būna vienos (1.24 pav., *a*) arba dviejų sekcijų (1.24 pav., *b*). Kai grėblio viena sekcija, ji su važiavimo kryptimi sudaro kampą, dvi sekcijos – „*V*“ raidę (1.24 pav., *b*). Sekcijų padėties kampą ir tarpą tarp jų galima keisti. Žvaigždiniai grėbliai gali sklaidyti žolės sangrėbas, tada dviejų sekcijų priekyje tarpas būna mažesnis, o gale daug didesnis, tačiau darbo kokybė nėra gera.

1.4.3. Juostiniai grėbliai

Juos (1.25 pav., *b*) sudaro rėmas, prie kurio pritvirtinti du velenai su skriemuliais arba žvaigždutėmis. Juos jungia diržai 5 arba grandinės. Tarpusavyje diržus jungia skersiniai 4 su keturiomis poromis dvigubų spyruoklinių dantų 3. Kad diržai nešvytuotų, jie remiasi į atraminius ritinėlius 6. Juostinis grėblys pakabinamas traktoriaus priekyje arba gale, jo pavara sujungiama su traktoriaus galios velenu. Grėblio pavara gali būti ir reversuojama, kad sangrėba būtų kairėje arba dešinėje grėblio pusėje. Grėblio rėmas dviem atraminiais ratukais 2 (1.25 pav., *a*) remiasi į dirvos paviršių. Ratukų padėtį galima keisti. Prie rėmo yra pritvirtintas reguliuojamos padėties skydas 1. Jį stumdant keičiamas sangrėbos plotis.

a

b

1.25 pav. Juostinis vienos sekcijos grėblys (*a*) ir jo dalys (*b*):
1 – atraminis skydas; 2 – atraminiai ratukai; 3 – spyruokliniai dantys; 4 – skersiniai; 5 – diržai; 6 – atraminiai ritinėliai

Juostinio grėblio dantų galų atstumas nuo dirvos paviršiaus keičiamas atraminių ratukų padėtimi. Grėblio plotis apie 3 m. Našumui padidinti dvi sekcijos tvirtinamos prie specialaus rėmo, jos 7 m pločio ruože žolę sustumia į vieną sangrėbą. Juostiniai grėbliai, nuėmus atraminį skydą, žolę varto, tačiau darbo kokybė nėra gera. Jie naudojami žolei grėbti soduose, mažuose ir kalvotuose laukuose.

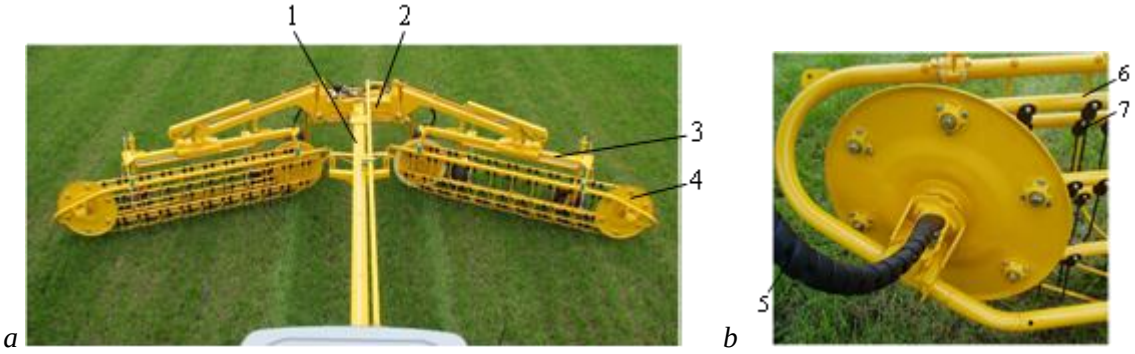
1.4.4. Būgniniai grėbliai

Vertikalių būgnų grėblys. Jį (1.26 pav.) sudaro rėmas, prie kurio pritvirtinti vertikalių būgnų 2 velenai. Juos suka diržinė arba kardaninė pavara, sujungta su traktoriaus galios velenu. Pro būgno vertikalaus žiedo angas yra išlindusios dvi eilės skirtingo ilgio lenktų dantų 3. Būgnus sukant viena kryptimi, viršutiniai ilgesni dantys stumia didžiąją dalį žolės, kuri neliečia dirvos paviršiaus. Apatinė dantų eilė taip pat nesiekia dirvos paviršiaus, jų apkrova mažesnė, todėl grėbiama žolė mažiau užteršiama žemėmis. Antrojo būgno metama žolė atsimuša į reguliuojamos padėties skydą 4. Stumdant skydą, keičiamas sangrėbos plotis.

1.26 pav. Būgninis grėblys: 1 – apsauga; 2 – būgnai; 3 – dantys; 4 – skydas

Būgnai remiasi į dirvos paviršių atraminiais ratukais, kurių padėtį galima keisti. Ratuko padėtis keičiama ir horizontalioje plokštumoje, perstatant jo padėtį fiksuojantį kaištį. Būgninis grėblys žolę varto, kai jo rėmas yra statmenas traktoriaus važiavimo krypčiai ir gretimi būgnai sukasi priešingomis kryptimis.

Horizontalių būgnų grėblys. Jis (1.27 pav.) yra vienos arba dviejų sekcijų. Dviejų sekcijų grėblį sudaro rėmas 2, valdas 1, dviratė važiuoklė 3 ir du būgnai 4. Rėmas 2 sujungtas su dviem sekcijomis, kurių padėtis ir sangrėbos plotis keičiamas hidrauliniais cilindrais. Grėblys turi atskirą dviratę važiuoklę. Abi sekcijos – taip pat dvirates važiuokles. Transporto padėtyje sekcijos yra pakeltos aukštyn ir pasuktos važiavimo kryptimi.



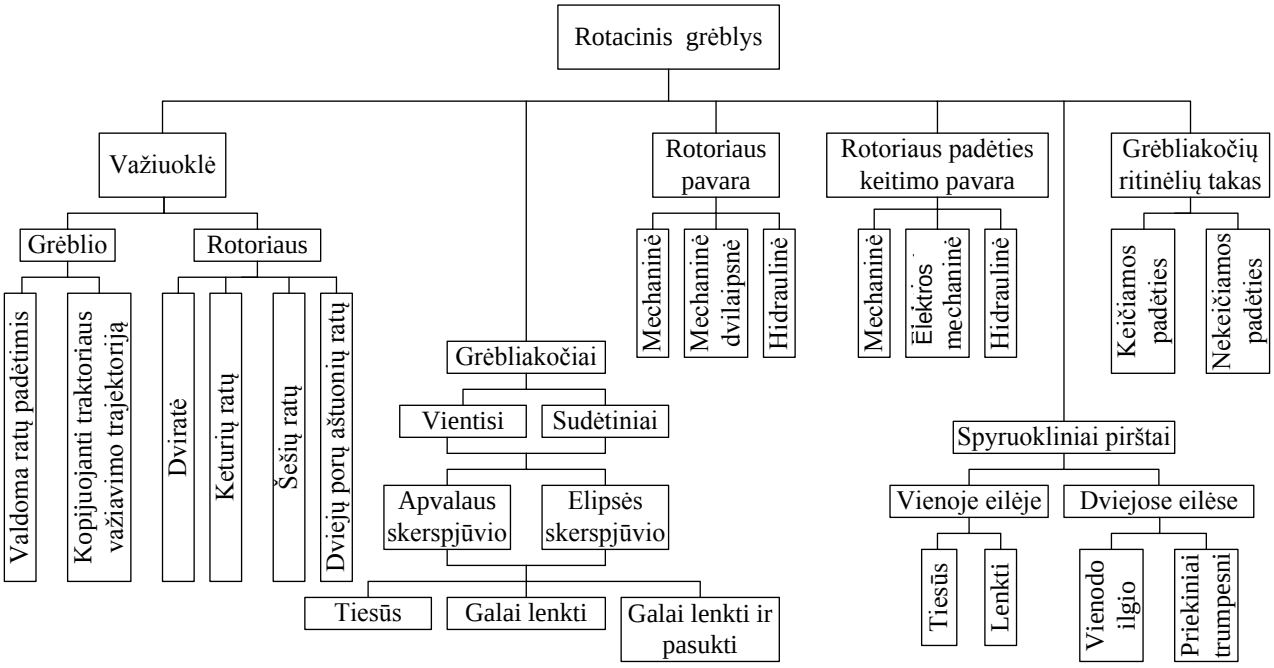
1.27 pav. Rotacinis dviejų horizontalių būgnų grėblys (*a*) ir būgno pavara (*b*):
1 – valdas; 2 – važiuoklės rėmas; 3 – sekcijos važiuoklė; 4 – horizontalūs būgnai; 5 – hidraulinio variklio alyvos žarna; 6 – dantų laikikliai; 7 – spyruokliniai dantys

Grėblio horizontalų būgną 4 sudaro du diskai, tarpusavyje sujungti spyruoklinių dantų laikikliais 6. Diskų padėtį galima keisti. Diskus suka hidraulinis variklis, todėl keičiamas būgnų sukimosi dažnis.

Būgnai traktoriaus važiavimo krypties atžvilgiu sudaro kampą, todėl traktoriui važiuojant ir sukant būgnus, pirštai kelia žolę nuo dirvos paviršiaus ir stumia į sangrėbą. Grėbiama žolė neliečia dirvos paviršiaus, todėl į ją nepatenka dantų siekiami dirvos grumsteliai, akmenys arba kiti kliuviniai. Turint vieno arba dviejų būgnų grėblį, nebūtina nupjautos žolės pradalges išsklaidyti. Pradalgių paviršiuje žolei apvytus, jos apverčiamos. Žolė guldoma ant nupjautos pievos sauso paviršiaus.

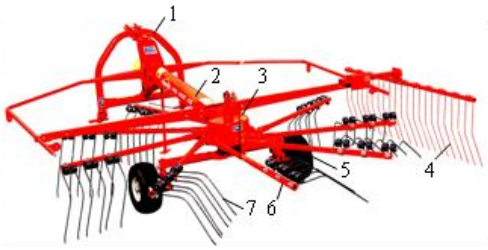
1.4.5. Rotaciniai grėbliai

Jie yra pakabinamieji, pusiau pakabinamieji, prikabinamieji ir savaeigiai (1.28 pav.). Grėbliai yra vieno, dviejų, trijų, keturių ir šešių rotorių. Grėblį sudaro pakabinimo arba prikabinimo prie traktoriaus įtaisas, važiuoklė, rotorius, pavaros, valdymo įtaisai.



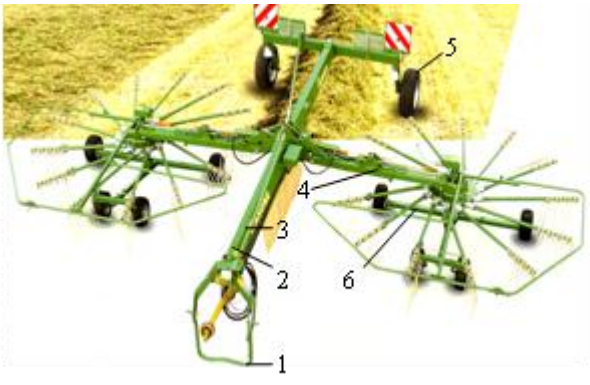
1.28 pav. Rotacinio grėblio pagrindinių dalių klasifikacija

Važiuoklė. Kiekvienas rotorius yra uždėtas ant atskiros važiuoklės. Vieno rotoriaus grėblys yra pakabinamasis (1.29 pav.). Darbo metu rotoriaus važiuoklė kopijuoja dirvos nelygumus. Vieno rotoriaus grėblio važiuoklė dažnai yra dviratė. Važiuojant nelygiu dirvos paviršiumi ji šokinėja, todėl lieka nesugrėbtos žolės. Dviejų rotorių grėblio rotoriai pritvirtinti prie rėmo, kuris prikabinimo įtaisu prijungtas prie traktoriaus. Traktoriui keičiant važiavimo kryptį, rotorių važiuoklės kopijuoja jo ratų trajektoriją. Antrasis rotorius pakartotinai grėbia pirmojo rotoriaus nugrėbto ruožo dalį, todėl nelieka negrėbtų juostų. Transporto metu hidrauliniai cilindrai rotorius pakelia aukštyn, kad grėblio pirštai nesiektų dirvos arba kelio nelygumų.



1.29 pav. Vieno rotoriaus pakabinamasis grėblys: 1 – pakabinimo įtaisas; 2 – rėmas; 3 – rotorius; 4 – atraminis skydas; 5 – važiuoklės atraminiai ratukai; 6 – rotoriaus grėbliakočiai; 7 – dantys

Dviejų (1.30 pav., *a*) ar daugiau rotorių grėbliai turi atskirą važiuoklę. Jų darbo ir transporto greitis yra daug didesnis. Dviejų rotorių grėblio važiuoklę sudaro rėmas 2, prie kurio pritvirtintas prikabinimo prie traktoriaus įtaisas 1. Jis traukle 3 sujungtas su prie rėmo pritvirtintais dviem valdomos padėties atraminiais ratais 5. Traktoriui sukantis, pasukami ir atraminiai ratai, todėl nelieka nesugrėbtų ruožų. Grėblio rotoriai pritvirtinti prie laikiklių 4, kurių padėtis rėmo atžvilgiu keičiama hidrauliniais cilindrais.



a

b

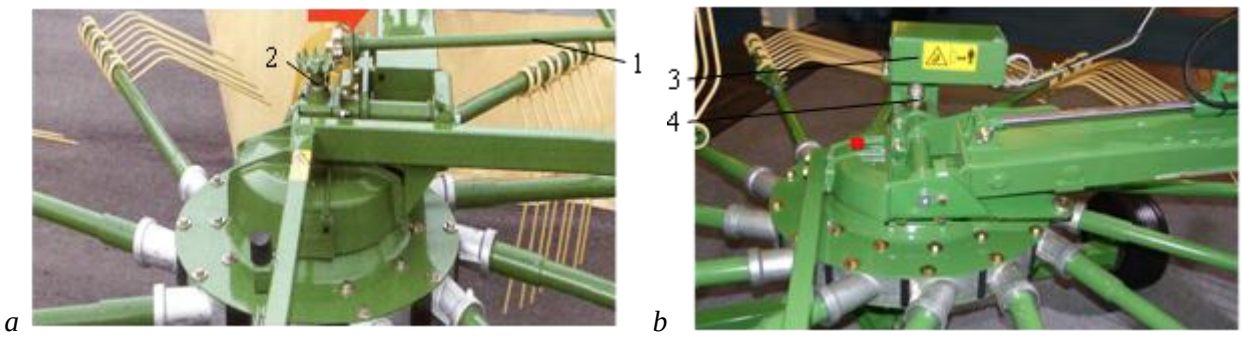
1.30 pav. Dviejų rotorių grėblys (*a*) [33] ir rotoriaus šešių atraminių ratukų važiuoklė (*b*):
1 – prikabinimo įtaisas; 2 – rėmas; 3 – trauklė; 4 – laikikliai; 5 – atraminiai ratai; 6 – rotorių važiuoklė

Rotoriaus važiuoklė yra dviejų, trijų, keturių, penkių, šešių ir aštuonių atraminių ratukų. Keturių atraminių ratukų važiuoklės priekiniai arba užpakaliniai ratukai yra arti rotoriaus vidinių pirštų, kad jis mažiau švytuotų. Penktasis atraminis ratukas būna rotorių išorėje arba viduje, kad grėbiant derlingą žolę jie išliktų horizontalioje padėtyje. Nelygaus paviršiaus lauke šešių atraminių ratukų važiuoklės rotoriaus eiga būna stabili (1.30 pav., *b*). Darbui drėgnoje pievoje naudojami grėbliai, kurių rotoriai aštuoniais atraminiais ratukais remiasi į dirvos paviršių. Kiekviena pora ratukų atskirai kopijuoja dirvos nelygumus.

Rotoriaus padėties valdymas. Tarp rotoriaus pirštų galų ir dirvos paviršiaus paliekamas nuo 30 iki 40 mm tarpas, kad dirvos paviršiuje neliktų žolės ir į sangrėbą nepatektų žemės. Rotoriaus padėtis dirvos paviršiaus atžvilgiu keičiama kilnojant jį mechanine, hidrauline arba elektromechanine pavara.

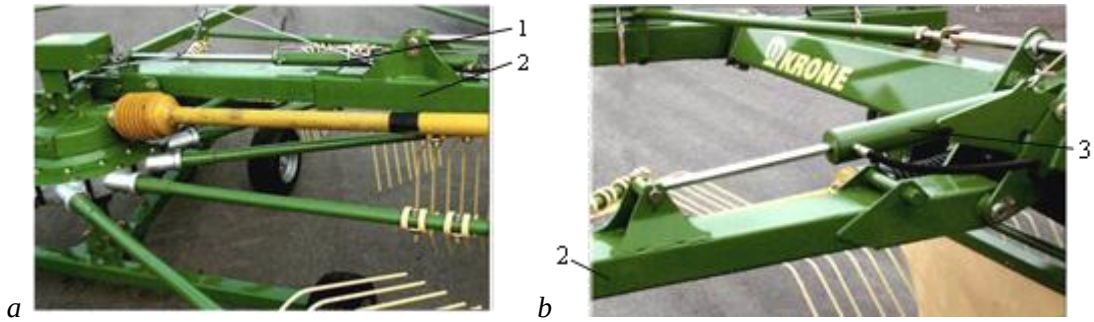
Vieno rotoriaus grėblio padėtis dažniausiai valdoma mechanine pavara (1.31 pav., *a*). Nuo rotoriaus iki grėblio priekio yra nutiestas velenėlis 1. Traktorininkui sukant velenėlio rankenėlę, sukama ašelė 2, kuri kelia aukštyn arba nuleidžia žemyn rotorių. Dviejų ir keturių rotorių grėblio kiekvieno rotoriaus padėtis keičiama elektromechanine pavara (1.31 pav., *b*). Rotoriaus padėties valdymo ašelė 4 yra sujungta su reduktoriumi, kurį suka elektros variklis 3, valdomas iš traktoriaus kabinos. Grėblio dantų atstumą nuo dirvos paviršiaus traktorininkas nustato vizualiai arba yra jutikliai, kurie teikia informaciją traktoriaus kabinoje esančiam kompiuteriui.

Greičiausiai rotoriaus padėtis keičiama hidrauline pavara. Grėblio prikabintuve yra alyvos bakas, hidraulinį siurblį suka traktoriaus galios velenas. Hidraulinėje sistemoje yra alyvos filtras, apsauginis vožtuvas ir kiti elementai. Siurblys alyvą tiekia rotorių kilnojimo hidrauliniams cilindrams ir rotorių sukimo hidrauliniams varikliams. Esant atskirtoms traktoriaus ir grėblio hidraulinėms sistemoms, neužteršiama traktoriaus hidraulinė sistema, nereikia papildomo alyvos bako bei intensyvesnio alyvos aušinimo.



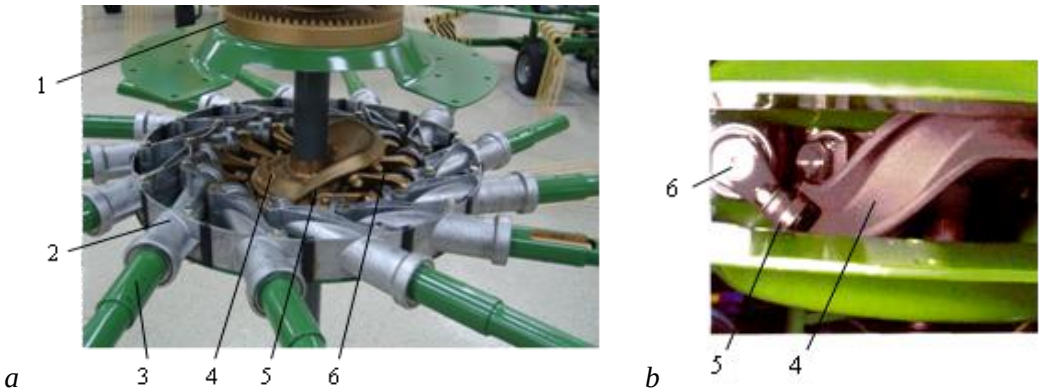
1.31 pav. Rotoriaus padėties valdymo mechaninė (*a*) ir elektromechaninė (*b)* pavara:
1 – velenėlis; 2 ir 4 – ašelės; 3 – elektros variklis ir pavara

Dviejų ir daugiau rotorių grėbliuose rotoriai yra pritvirtinti prie laikiklių 2 (1.32 pav., *a*). Hidrauliniai cilindrai 1 horizontalioje plokštumoje stumdo rotorius rėmo atžvilgiu ir keičia sangrėbos plotį. Transporto padėtyje laikiklius 2 į vertikalią padėtį pasuka hidrauliniai cilindrai 3 (1.32 pav., *b*). Rotorių atraminių ratukų spaudimą į dirvos paviršių sumažina reguliuojamos įvaržos atsvaros spyruoklės, kurios jungia laikiklius su rėmu.



1.32 pav. Grėblio rotorių padėties valdymas:
1 – rotoriaus stumdymo hidraulinis cilindras; 2 – laikikliai; 3 – rotoriaus laikiklio kilnojimo hidraulinis cilindras

Rotorius. Tai svarbiausioji grėblio dalis (1.33 pav.). Sukant rotorių, grėbliakočių 3 alkūnėlių 6 ritinėliai 5 rieda specialios formos taku 4 ir suka grėbliakočius, kurių galuose yra pritvirtinti dantys.



1.33 pav. Rotorius (*a*) ir takas (*b*):
1 – pavaros krumpliaratis; 2 – korpusas; 3 – grėbliakočiai; 4 – ritinėlių takas; 5 – ritinėliai; 6 – grėbliakočių alkūnėlės

Dantys stumia į sangrėbą išsklaidytą žolę. Ties sangrėba grėbliakočiai pasukami tiek, kad dantys būtų pasukti į horizontalią padėtį ir neliestų sangrėbos paviršiaus. Dar pasukus rotorių, pirštai grąžinami į vertikalią padėtį.

Nuo tako 4 formos priklauso grėbliakočio dantų padėtis grėbimo metu, prieš sangrėbą ir už jos. Taką supanti ertmė būna užpildyta tirštu tepalu. Kai takas pagamintas iš labai anglingo ketaus liejinio, jo nereikia tepti.

Grėbliakočiai. Jie būna vientisi arba sudėtiniai, kad jų dantinę dalį būtų galima nuimti ir sudėti į prie rėmo pritvirtintus laikiklius. Taip sumažinamas grėblio transportinis plotis, kuris turi būti mažesnis kaip 3 m. Grėbliakočiai būna tiesūs (1.34 pav., *a*) ir lenkti (1.34 pav., *b*).

a

b

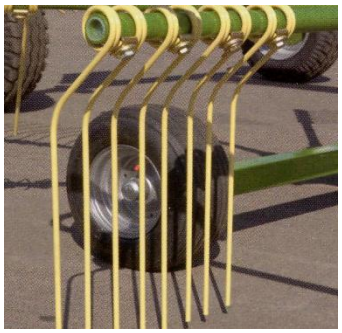
1.34 pav. Grėbliakočiai: 1 – tiesūs (*a*); 2 – lenkti (*b*)

Grėbliakočių kraštiniai dantys brėžia nuo 2,64 iki 4,50 m skersmens apskritimą. Į rotoriaus korpusą įdedami nuo 9 iki 16 grėbliakočių. Kai yra daugiau grėbliakočių, galima važiuoti greičiau. Dviejų ir keturių rotorių grėbliai sudaro aukštas sangrėbas. Kad grėblio pirštai praeidami virš sąngrėbos nedraikytų jos viršaus, grėbliakočiai yra nukreipti ne rotoriaus korpuso spindulio, bet liestinės kryptimi.

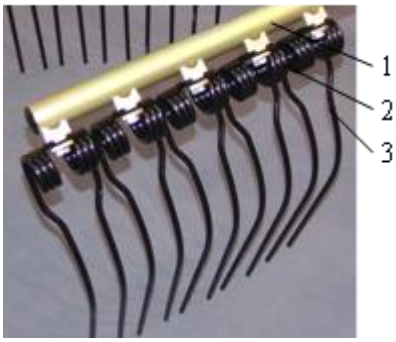
Grėbliakočių skerspjūvis dažniausiai būna cilindro arba elipsės formos. Elipsės formos grėbliakotis standesnis, sienelės storis apie 4 mm, skersmuo nuo 39,3 iki 42,4 mm. Grėbliakočių gale yra alkūnėlė su ritinėliais, kurie riedėdami kreipiamuoju taku suka grėbliakočius ir gale jų pritvirtintus spyruoklinius dantis, kad jie ties sangrėba atsidurtų horizontalioje padėtyje.

Dantys. Jie yra dvigubi, spyruokliniai, tiesūs (1.35 pav., *a*) arba lenkti (1.35 pav., *b*). Dantų skersmuo – nuo 9 iki 11 mm, ilgis – nuo 0,47 iki 0,56 m. Lenktų dantų poveikis žolei yra švelnesnis. Prie grėbliakočių tvirtinamos 3; 4 arba 5 dvigubų dantų poros. Jiems atsirėmus į kliuvinį, dantys mažiau atlenkiami. Atstumas tarp kraštinių dantų – nuo 0,40 iki 0,65 m. Dantims spyruokliuoti leidžia juos jungiančios dviejų, trijų arba keturių vijų cilindrinės spyruoklės 2.

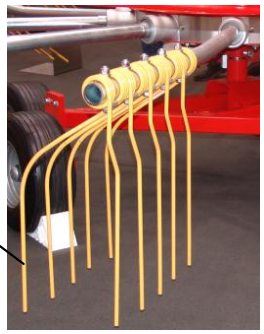
Dantys prie grėbliakočio tvirtinami varžtu. Gali būti ekscentrinė mova dantų polinkio kampui keisti. Dažniausiai dantys išdėstyti vienoje linijoje. Vidinių dantų judėjimo greitis mažesnis, todėl jie gali būti išorinių dantų atžvilgiu pastumti pirmyn rotoriaus sukimosi kryptimi – tada susidaro mažesni grėbimo nuostoliai. Gaminami grėbliai, kurių dvigubi dantys išdėstyti dviem eilėmis (1.35 pav., *c*). Užpakalinės eilės dantys yra priekinės eilės dantų tarpuose. Priekiniai dantys gali būti trumpesni, jie nustumia viršutinį žolės sluoksnį, o užpakaliniai sugrėbia likusią žolę, todėl tolygesnė dantų apkrova. Grėbiant nelygioje dirvoje, būtina tiksliau nustatyti grėblio dantų atstumą nuo dirvos paviršiaus, kad į sangrėbą nepatektų žemių.



a



b

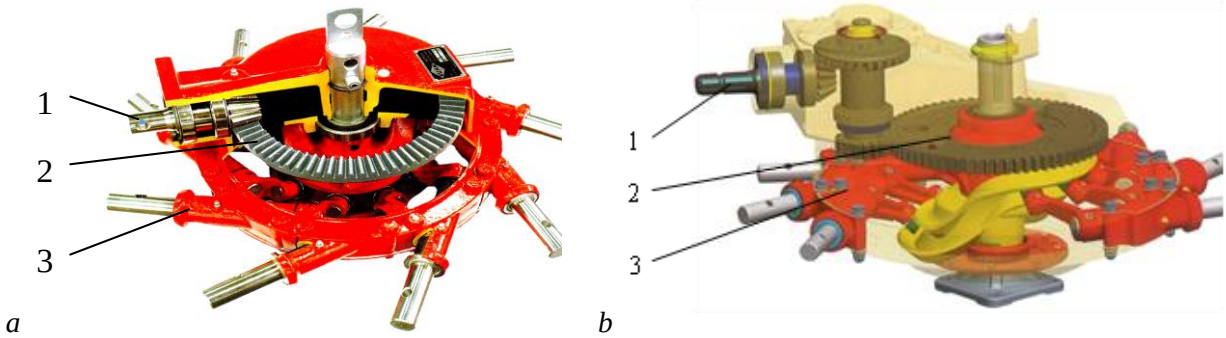


c

1.35 pav. Dvigubi spyruokliniai grėblio dantys: tiesūs (*a*), lenkti (*b*), dviejų eilių (*c*):
1 – grėbliakotis; 2 – cilindrinės spyruoklės; 3 – dantys

Rotoriaus pavara. Dažniausiai rotorių suka nuo traktoriaus galios veleno nutiesta kardaninė pavara, kuri sujungta su kūginių arba cilindrinių krumpliaračių reduktoriaus mažojo krumpliaračio velenėliu 1 (1.36 pav., *a*). Didesniojo krumpliaračio 2 velenas sujungtas su grėbliakočių laikikliu 3. Rotorius sukamas nuo 40 iki 55 min^{-1} dažniu. Grėbliakočių dantų judėjimo greitis yra nuo 10 iki 12 m s^{-1}.

Dviejų rotorių grėblio prikabinimo prie traktoriaus įtaise gali būti alyvos bakas ir siurblys, sujungtas su rotorių pavaros hidrauliniu varikliu, kuris suka rotoriaus velenėlį 1 (1.36 pav., *b*).



1.36 pav. Rotoriaus sukimo mechaninės pavaros:
1 – reduktoriaus velenėlis; 2 – krumpliaratis; 3 – grėbliakočių laikiklis

Dviejų ir keturių rotorių grėbliai. Dviejų rotorių grėbliai žolių sangrėbą kloja tarpe tarp rotorių arba šalia rotorių (1.37 pav., *a*). Vienuose grėbliuose atstumą tarp rotorių kraštinių pirštų brėžiamų trajektorijų galima keisti hidrauliniais cilindrais pastumiant rotorius, kituose rotorių padėtis nekeičiama. Klojant sangrėbą tarp rotorių, jie sukami priešingomis kryptimis, tarp jų nustatomas didesnis tarpas. Universalūs grėbliai žolių sangrėbą kloja ir už rotorių dešinėje ar kairėje pusėje arba kiekvienas rotorius kloja atskirą sangrėbą.

1.37 pav. Dviejų rotorių grėblys dešinėje pusėje kloja sangrėbą (*a*) [31], keturių rotorių – tarp rotorių (*b*) [34]

Keturių rotorių grėbliai (1.37 pav., *b*) yra sudėtingos konstrukcijos mašinos. Jų rotoriai sukami mechanine arba hidrauline pavara. Grėblio hidraulinę pavarą sudaro prie grėblio rėmo pritvirtintas talpus alyvos bakas, traktoriaus sukamas alyvos siurblys, rotorių sukimo alyvos varikliai, žarnos, hidrauliniai cilindrai ir kiti sistemos elementai.

Grėblio hidrauliniai cilindrai kilnoja rotorius, juos stumdo rėmo atžvilgiu. Rotoriai pakabinti prie laikiklių. Prie užpakalinių laikiklių pritvirtintos atsvaros spyruoklės mažinančios rotorių važiuoklės ratukų spaudimą į dirvos paviršių. Stumdant rotorius pagrindinio rėmo atžvilgiu, sangrėbos plotis kinta nuo 1,5 iki 2,5 m. Rotorių važiuoklė yra keturių ratų. Vienas ratukas priekyje, du – šonuose, gale esantis ratukas yra atraminis ir gali suktis ant vertikalios ašies. Visi ratukai yra netoli grėblių vidinių pirštų, kad būtų mažesni rotoriaus švytavimai. Rotorius suka hidrauliniai varikliai, sujungti su cilindrinių krumpliaračių reduktoriumi. Rotorių sukimosi dažnis – 45 min^{-1}. Traktoriui (130 AG) traukiant grėblį 10 km h^{-1} greičiu, jo našumas siekia apie 15 ha h^{-1}.

Keturių rotorių grėblyje gali būti jutikliai, kurie seka dirvos paviršių prieš rotorius ir apie kliuvinius teikia informaciją traktoriaus kabinoje esančiam kompiuteriui. Jis įjungia garsinį signalą.

Šešių rotorių ir rinktuvinis grėblys. Šešių rotorių grėblys (1.38 pav., *a*) kloja tarp rotorių vieną sangrėbą, kurios plotis nuo 1,6 iki 3,0 m. Visų rotorių skersmuo – 3,3 m. Priekiniai rotoriai ir už jų esantys turi 13, o galiniai – 15 grėbliakočių, nes jiems reikia suglaudinti priekinių rotorių tiekiamą žolės srautą. Priekiniai rotoriai sukami 66 min^{-1}, galiniai – 55 min^{-1} dažniu. Grėblį traukia 130 AG traktorius. Grėblio darbo plotis keičiamas nuo 11 iki 19 m. Važiuojant 12 km h^{-1} greičiu, valandinis našumas siekia nuo 15 iki 18 ha. Esant transporto padėčiai grėblį galima traukti 40 km h^{-1} greičiu. Grėblio važiuoklė su pneumatiniais stabdžiais. Grėblio veikimas sekamas kompiuterio ekrane.

Prikabinamuosius žolės rinktuvinius grėblius (1.38 pav., *b*) sudaro trijų sekcijų būgninis pirštinis rinktuvas 1 ir už jo esantys juostiniai transporteriai 2. Rinktuvą ir juostinius transporterius suka hidrauliniai varikliai. Viena sangrėba klojama kairėje arba dešinėje mašinos pusėje. Pakėlus vidurinįjį rinktuvą 3 aukštyn, mašinos viduryje klojama 1,4 m pločio sangrėba. Darbo metu mašinos racionalus traukimo greitis 12 km h^{-1}. Ji remiasi į dirvos paviršių dviem plačiais atraminiais ratukais, kurių padėtį valdo kompiuteris. Rinktuvinio grėblio darbo plotis didesnis už rotorinio. Rinktuvo pirštai kelia žolę nuo dirvos paviršiaus, todėl į ją patenka mažiau žemių. Grėbiamos ir neišsklaidytos žolės pradalgės.

a

b

1.38 pav. Šešių rotorių vienos sangrėbos grėblys (*a*) [33] ir rinktuvinis grėblys (*b*) [40]:
1 – būgninis pirštinis rinktuvas; 2 – juostinis transporteris; 3 – vidurinysis rinktuvas

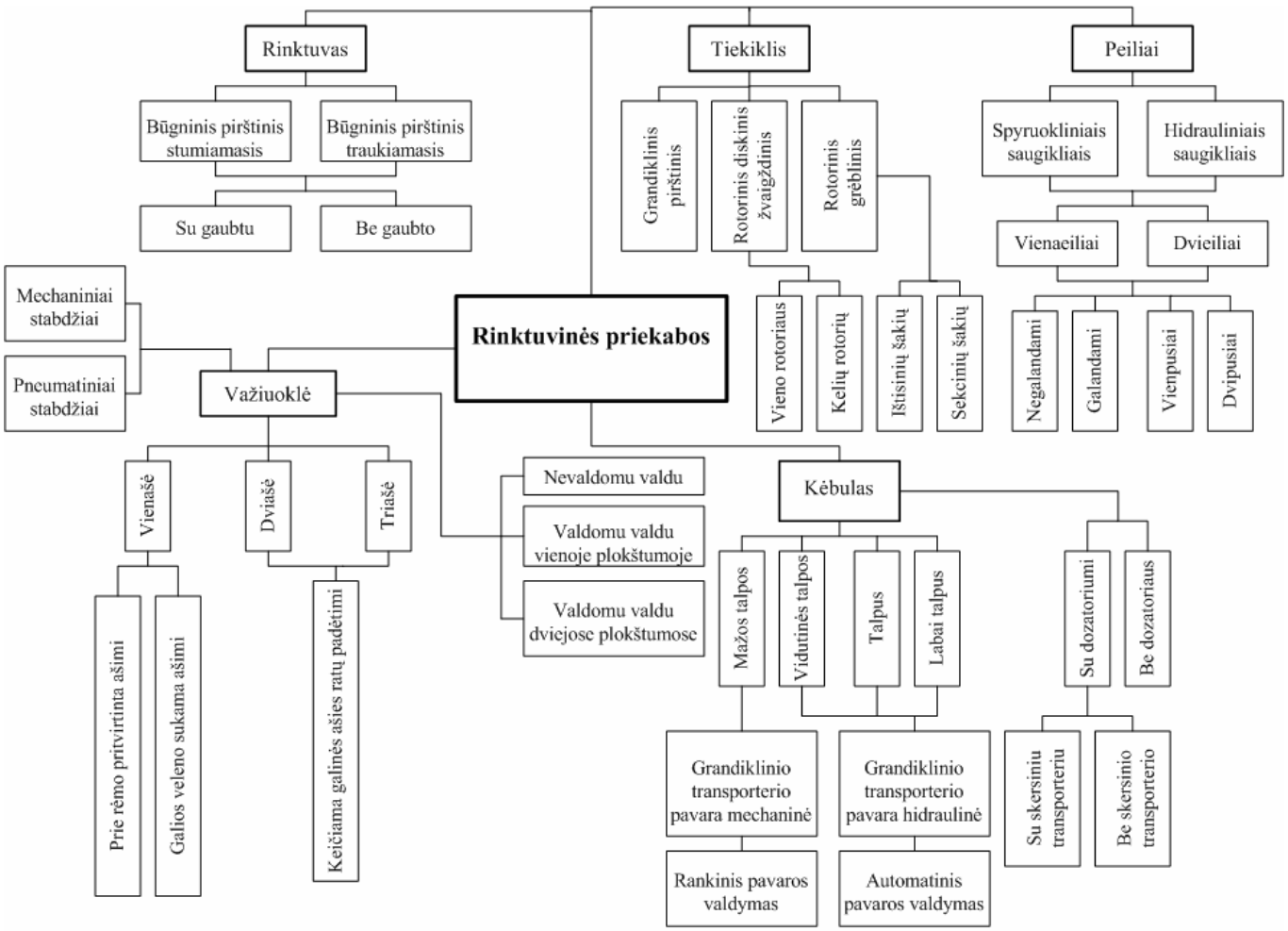
Kontroliniai klausimai	*1. Grėblių paskirtis ir klasifikacija.*
	2. Žvaigždinių grėblių privalumai ir trūkumai.
	3. Vertikalių ir horizontalių būgnų grėblių skirtumai.
	4. Rotacinio grėblio pagrindinės dalys ir jų paskirtis.
	5. Rotorių grėbliakočių konstrukcija.
	6. Grėbliakočių dantys ir jų padėtis.
	7. Rotorių važiuoklės.
	8. Dviejų, keturių ir šešių rotorių grėblių esminiai skirtumai.

1.5. Rinktuvinės priekabos

Paskirtis. Žolės sangrėboms surinkti, žolę susmulkinti, suspausti kėbule, pervežti į laikymo vietą, iškrauti, paskleisti siloso tranšėjoje arba fermoje suberti į ėdžias [21]. Rinktuvinės priekabos 4 (1.39 pav.) naudojamos ir savaeigio smulkintuvo 3 susmulkintai žolei pervežti iki tranšėjos, kai atstumas yra didesnis kaip 5 km.

1.39 pav. Apvytintos žolės siloso gamybos mašinos [33]:
1 – savaeigė žoliapjovė; 2 – grėblys; 3 – savaeigis smulkintuvas; 4 – rinktuvinė priekaba

Klasifikacija. Rinktuvinės priekabos pagal talpą skirstomos į mažos talpos (iki 25 m^3), vidutinės (iki 40 m^3), talpias (iki 50 m^3) ir labai talpias (> 50 m^3). Jos būna su dozatoriumi ir be jo, su smulkinimo aparatu ir peilių galandinimo įtaisu ir be jo. Jos gali būti skirstomos ir pagal kėbulo, rinktuvo, masės tiekiklio, smulkinimo aparato konstrukciją (1.40 pav.).



1.40 pav. Rinktuvinių priekabų pagrindinių dalių klasifikacija

Mažos talpos priekabos (1.41 pav., *a*) dažniausiai yra vienašės, jų ašis standžiai pritvirtinta prie rėmo. Stabdžiai trinkeliniai, valdomi mechanine pavara. Vidutinės talpos rinktuvinės priekabos važiuoklė yra dviašė. Ašys pritvirtintos prie lingių, o pastarosios – prie kėbulo rėmo. Priekabų stabdžiai – pneumatiniai su automatinio blokavimo sistema *ABS*. Talpių priekabų (1.40 pav., *b*) važiuoklė dažniausiai yra dviašė, stabdžiai pneumatiniai su *ABS* sistema. Galinės ašies ratai gali būti vairuojami. Priekabą galima traukti iki 40 km h^{-1} greičiu.

1.41 pav. Mažos talpos vienaašė (*a*) [32] ir talpi (*b*) rinktuvinė priekaba [33]

Gaminamos talpios universalios priekabos. Nuėmus rinktuvą su smulkinimo aparatu bei dozatoriumi, priekaba naudojama susmulkintai žolei iš lauko prie tranšėjos vežti. Priekaboje yra svarstyklės, kompiuteris rodo vežamos susmulkintos žolės masę. Labai talpių priekabų važiuoklė yra triašė, vairuojami galinės arba priekinės ašies, ar abiejų ašių ratai. Važiuoklė su pneumatine ir *ABS* stabdžių sistema, pneumatiniais arba hidropneumatiniais amortizatoriais, specialiomis padangomis. Traukiant priekabą, kelio posūkyje arba per tranšėjoje kraunamą žolę, kėbulas

visą laiką išlieka horizontalioje padėtyje. Važiuojant lygiu keliu priekabos viena ašis pakeliama aukštyn, kad ratai nesiektų kelio dangos.

Daugumos priekabų važiuoklė pritvirtinta ties rėmo viduriu, todėl traktoriaus ąsos apkrova maža. Naujausių rinktuvinių priekabų kėbulą galima stumdyti važiuoklės atžvilgiu ir keisti atraminių ratų arba traktoriaus ąsos apkrovą.

1.5.1. Rinktuvinių priekabų konstrukcija

Rinktuvinę priekabą sudaro rėmas (1.42 pav.), prie kurio pritvirtinta važiuoklė 9, kėbulas, valdas, rinktuvas 5, augalų smulkinimo aparatas, pavaros, hidraulinė sistema bei valdymo įrenginiai. Rinktuvinės priekabos dozatorius 11 – tai priekabos gale esantys du arba trys dantyti volai, kurie grandiklinio transporterio 7 stumiamą augalų masę tranšėjoje skleidžia tolygaus storio juosta arba tiekia ant reversuojamo juostinio transporterio 10, fermoje beriančio žolės pjaustinį į ėdžias.

1.42 pav. Rinktuvinė priekaba [38]:
1 – rotorinis tiekiklis; 2 – valdas; 3 – galios velenas; 4 – valdo atrama; 5 – rinktuvas; 6 – rinktuvo atraminis ratukas; 7 – grandiklinis transporteris; 8 – įlipimo į kėbulą anga; 9 – važiuoklė; 10 – skersinis juostinis transporteris; 11 – dozatorius

Rinktuvinės priekabos be dozatoriaus naudojamos apvytintos žolės siloso gamyboje, nes iš kėbulo greičiau iškraunamas žolių pjaustinys.

Važiuoklė

Visų priekabų traukimo greitis priklauso nuo važiuoklės konstrukcijos, stabdžių sistemos ir padangų. Priekabą traukiant nelygiu dirvos paviršiumi arba stabdymo momentu jos eiga yra stabilesnė, kai ašys pritvirtintos prie lingių, kurios tarpusavyje sujungtos. Vienam ratui užvažiavus ant kliūties, kitam tenka dalis papildomos apkrovos. Dviejų arba trijų ašių rinktuvinės priekabos užpakalinės ašies ratai yra vairuojami, todėl posūkio spindulys mažesnis, mažiau dyla padangos. Labai talpių priekabų važiuoklė yra su hidrauliniais arba su pneumatiniais stabilizatoriais (1.43 pav., *a*).

1.43 pav. Važiuoklė su hidrauliniais stabilizatoriais (*a*) ir dviašė aštuonių ratų (*b*):
1, 3 ir 5 – hidrauliniai cilindrai; 2 ir 6 – svyravimų slopikliai; 4 – lingės

Ašis su rėmu jungia hidrauliniai cilindrai 1 ir 3 ir lingės 4. Hidrauliniai cilindrai sujungti su hidropneumatiniais priekabos svyravimų slopikliais 2, stabilizuojančiais kėbulo horizontalią padėtį. Priekabos kėbulas yra stabilus ją tempiant siloso tranšėjoje arba kelio posūkiuose. Priekabos važiuoklės stabdžiai pneumatiniai, valdomi dviem viena nuo kitos nepriklausomomis sistemomis.

Darbui drėgnose pievose naudojamos dviašės aštuonių ratų važiuoklės. Jų leistinoji ribinė apkrova 24 t, priekaba gali būti tempiama 65 km h^{-1} greičiu (1.43 pav., *b*).

Važiuoklės kiekviena dviejų ratų pora hidrauliniu cilindru sujungta su rėmu. Priekabos kėbulo padėties išlyginimą ir svyravimų slopinimą valdo elektroninė sistema. Ratų stabdžių sistema – pneumatinė. Aštuonių ratų važiuoklė dirvą spaudžia 9,8 kPa slėgiu.

Valdas ir galios velenas

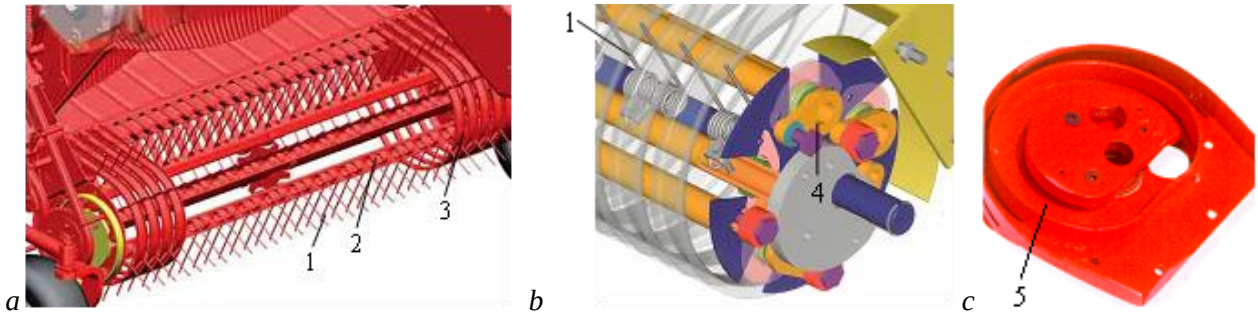
Valdas tvirtinamas prie traktoriaus. Jo ąsa yra kilpos arba perpjauto tuščiavidurio rutulio formos. Valdo padėtis vertikalioje plokštumoje keičiama vienu arba dviem hidrauliniais cilindrais. Rinktuvinės priekabos posūkio spindulys yra mažesnis, kai valdą horizontalioje plokštumoje sukioja hidraulinis cilindras. Aikštelėje valdas atrama remiasi į jos paviršių, o atjungtos hidraulinės sistemos žarnos ir elektros laidai yra sudėti į laikiklį, pritvirtintą prie valdo. Galios velenas suka visas rinktuvinės priekabos mechanines pavaras, kai kuriose priekabose – hidraulinės sistemos siurblį. Veleną nuo perkrovų apsaugo kumštelinė arba frikcinė mova.

Rinktuvas

Jis turi tolygiai tiekti augalų juostą rinktuvinės priekabos smulkinimo aparatui. Rinktuvai yra nuo 1,6 iki 2,1 m pločio. Augalų sangrėbos plotis turi atitikti rinktuvo aktyviosios dalies plotį. Vieno metro ilgio sangrėbos žolės masė turėtų sudaryti nuo 6 iki 10 kg. Tada yra rinktuvo ir smulkinimo aparatas racionali apkrova.

Rinktuvinių priekabų rinktuvai yra stumiamieji. Augalų sangrėboms nelygiuose arba kalvotuose laukuose rinkti naudojamos priekabos su traukiamuoju rinktuvu.

Rinktuvą sudaro 5 arba 6 pirštų laikikliai 2 (1.44 pav.). Abiejuose jų galuose yra alkūnėlės 4 su atraminiais ritinėliais, riedančiais specialios formos taku 5. Dėl to rinktuvo priekyje išsikišę pro apsaugų 3 tarpus pirštai sminga į augalų juostą, ją kelia ir stumia pirmyn, o gale – slysta iš juostos, pasislepia po apsaugomis. Atstumas tarp gretimų pirštų dažniausiai yra 55 mm.

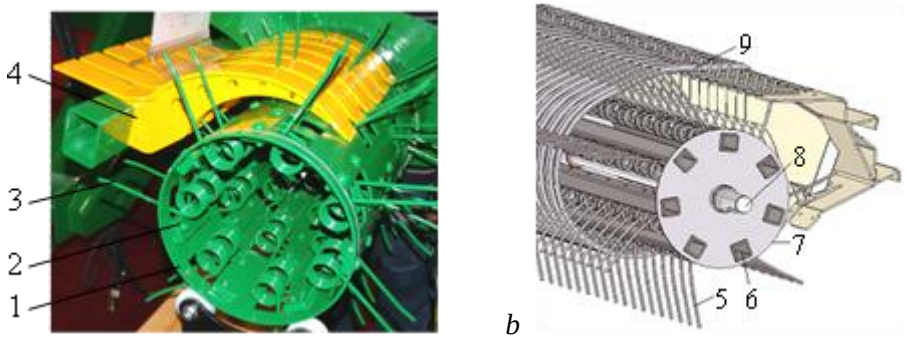


1.44 pav. Būgninis pirštinis rinktuvas (*a*), ritinėliai (*b*) ir jų riedėjimo takas (*c*):
1 – pirštai; 2 – pirštų laikikliai; 3 – apsaugos; 4 – pirštų laikiklių alkūnėlės su ritinėliais; 5 – ritinėlių riedėjimo takas

Naujausių rinktuvų (1.45 pav., *a*) spyruokliniai pirštai 3 pritvirtinti prie cilindro viduje esančių trumpų skersinių juostų 2. Kitos skersinės juostos tvirtinamos už pirmųjų, jų tarpuose. Cilindro viršuje yra bangos formos gaubtas. Trumpos žolės sangrėboms rinkti labiau tinka septynių pirštų laikiklių, prie kurių pritvirtinti dvigubi spyruokliniai pirštai, rinktuvas (1.45 pav., *b*). Rinktuvinę priekabą galima traukti tokiu pačiu greičiu, kaip ir renkant aukštesnės žolės sangrėbas. Labai aukštoms žolės sangrėboms rinkti naudojamos specialios rinktuvinės priekabos. Rinktuvo priekyje stumiamas volas, kuris sumažina sangrėbos aukštį.

a Virš rinktuvo yra gaubtas. Jo priekyje briaunuotas volas spaudžia renkamą augalų juostą prie rinktuvo pirštų, todėl galima rinkti sangrėbas važiuojant didesniu nei 10 km h^{-1} greičiu. Volą gali sukti hidraulinis variklis. Tada jo ir rinktuvo sukimosi dažnis suderinamas su rinktuvinės priekabos tempimo greičiu.

Rinktuvas pakeliamas į transporto padėtį ir nuleidžiamas darbui vienu arba dviem hidrauliniais cilindrais. Tarpas tarp rinktuvo pirštų galų ir dirvos paviršiaus reguliuojamas svirtimi arba hidrauliniu cilindru, keičiant atraminių ratukų padėtį. Nelygioje arba drėgnoje dirvoje rinktuvas mažiau spyruokliuoja, kai jo atraminiai ratukai tandemo tipo arba už rinktuvo yra viengubi arba dvigubi papildomi atraminiai ratukai.



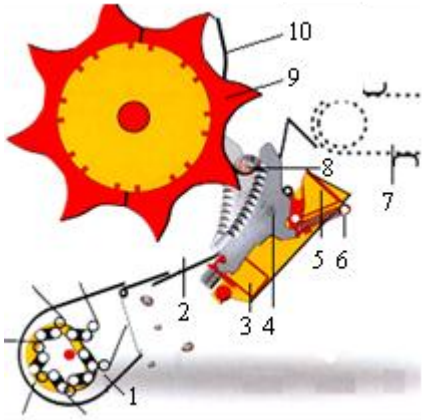
1.45 pav. Rinktuvas su bangos formos gaubtu (*a*) ir septynių pirštų laikiklių (*b*):
1 – cilindras; 2 – skersinės juostos; 3 ir 5 – pirštai; 4 – bangos formos gaubtas; 6 – pirštų laikikliai; 7 – diskas; 8 – velenas; 9 – apsaugos

Rinktuvo pavara yra grandininė, ji vilgoma biologine alyva. Nuo perkrovų apsaugo frikcinė arba kumštelinė mova. Naujausių rinktuvinių priekabų rinktuvą suka pavaros reduktoriaus velenas.

Smulkinimo aparatas

Jo paskirtis – rinktuvo tiekiamus augalus susmulkinti ir nustumti į rinktuvinės priekabos kėbulą. Smulkinimo aparatą sudaro tiekiklis, peiliai, laikiklis, pavaros, valdymo įrenginiai.

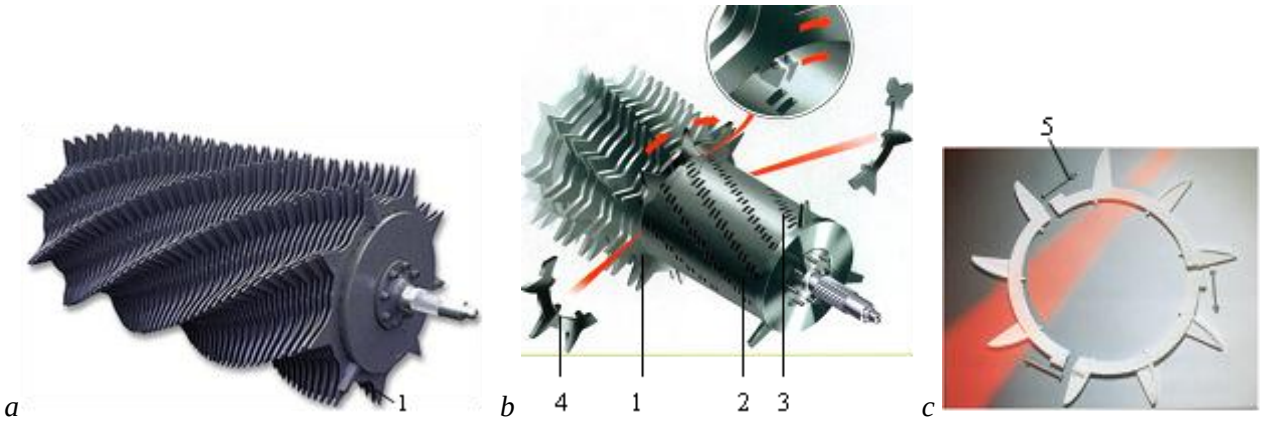
Tiekiklis. Mažos talpos rinktuvinėse priekabose yra rotorinis keturių arba šešių grėblių tiekiklis. Našiose rinktuvinėse priekabose smulkinimo aparatą sudaro diskinis-žvaigždinis tiekiklis 9 (1.46 pav.) ir peiliai 4.



1.46 pav. Rinktuvinių priekabų smulkinimo aparato schema [39]:
1 – rinktuvas; 2 – dugnas; 3 – peilių laikikliai; 4 – peiliai; 5 – spaudikliai; 6 – spyruoklės; 7 – kėbulo grandiklinis transporteris; 8 – kliuvinys; 9 – diskinis-žvaigždinis tiekiklis; 10 – valiklis

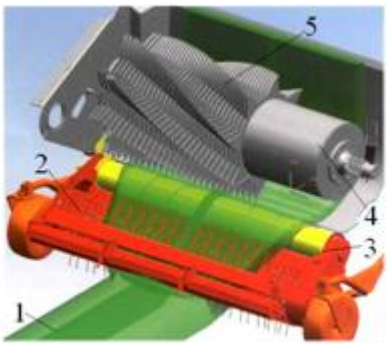
Rotorius 9 rinktuvo 1 tiekiamą žolę stumia peilių 4 paviršiumi ir meta ant grandiklinio transporterio 7. Lenktų ir dantytų peilių 4 paviršiumi slenkanti žolė yra pjaustoma. Kai žolėje pasitaiko akmenų, slenkant jiems peilių 4 paviršiumi nugalimas spyruoklių 6 pasipriešinimas, peiliai pastumiami toliau nuo tiekiklio, todėl jie nesulaužomi. Spyruoklės 6 peilius 4 grąžina į pradinę padėtį. Peilių skaičius keičiamas hidrauline pavara. Hidrauliniai cilindrai stumdo vieną arba kelis peilių laikiklius. Peilių laikikliai nuleidžiami žemyn, kai reikia paaštrinti peilius arba pakeisti naujais. Naujausiose rinktuvinėse priekabose nuleistas žemyn peilių laikiklis pasukamas 90° kampu. Jis yra šalia priekabos šono, todėl patogu pakeisti peilius.

Diskinis-žvaigždinis tiekiklis. Jį (1.47 pav., *a*) sudaro dantytos žvaigždės, uždėtos ant būgno 2 (1.47 pav., *b*) ir pasuktos viena kitos atžvilgiu tiek, kad per dantų galus būtų galima nubrėžti sraigtines linijas. Rinktuvinėse priekabose yra skirtingo skersmens (0,80; 0,86; 0,88 m) tiekikliai. Žvaigždiniai diskai turi 8 arba 9 dantis, jie išardomi į dvi arba tris dalis. Vidiniame žiedo paviršiuje yra ataugėlės 4, kurios įeina į būgno skylutes 3 ir neleidžia diskams pasisukti vieniems kitų atžvilgiu.



1.47 pav. Diskinis-žvaigždinis tiekiklis (*a*), jo dalys (*b*) ir išardomas diskas (*c*) [26]:
1 – žvaigždės; 2 – būgnas; 3 – skylutės; 4 – ataugėlės; 5 – sujungimo varžtai

Kai už rinktuvo yra būgnas 3 (1.48 pav.), o už jo diskinis-žvaigždinis tiekiklis 5, smulkinimo aparatui tiekiama vienodesnio storio apvytintos žolės juosta 1. Būgno 3 paviršiaus judėjimo greitis yra didesnis už rinktuvo pirštų. Tarp tiekiklio ir peilių patenka plonesnė ir vienodesnio storio žolės juosta, todėl yra mažesnės žolės smulkinimo galios sąnaudos.



1.48 pav. Žolės sangrėbos tiekimo sistema:
1 – žolės sangrėba; 2 – rinktuvas; 3 – būgnas;
4 – diskinio-žvaigždinio tiekiklio būgnas;
5 – diskinis-žvaigždinis tiekiklis

Peiliai yra: lenkti, dantyti, vienpusiai arba dvipusiai. Nudilę peilių ašmenys yra aštrinami stacionariu arba kilnojamuoju galąstuvu. Galandama tik lygioji peilio pusė.

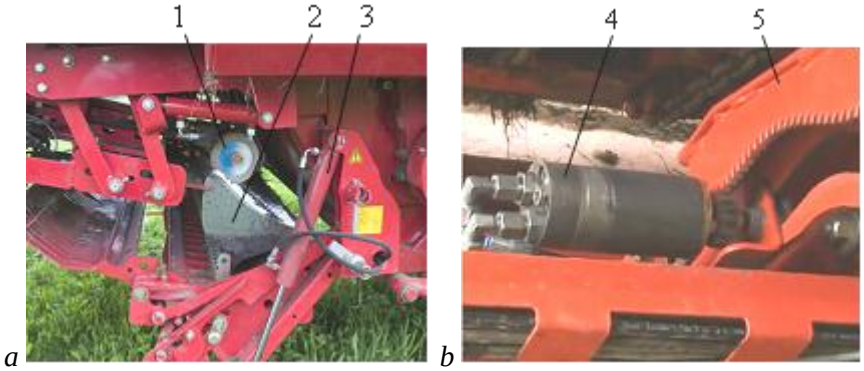
Dažniausiai naudojami vienpusiai dantyti, lenkti peiliai (1.49 pav., *a*), jų pjovimas slystamas, todėl galios sąnaudos mažesnės. Dvipusiai peiliai (1.49 pav., *b*) rečiau aštrinami, nes, nudilus vienos peilio pusės ašmenims, jis pasukamas 180° kampu. Kliuviniui slenkant peilio paviršiumi, jis yra pastumiamas, o spyruoklė jį sugrąžina į pirminę padėtį.

1.49 pav. Vienpusiai (*a*) ir dvipusiai 1 (*b*) smulkinimo peiliai

Peilius periodiškai reikia aštrinti. Įprastai kiekvienas peilis išimamas ir stacionarinėmis staklėmis pagalandamas. Naujausiose rinktuvinėse priekabose yra peilių galandimo prietaisas (1.50 pav., *a*).

Peilių galandimas valdomas iš traktoriaus kabinos. Traktorininkas įjungia hidraulinę pavarą ir hidrauliniai cilindrai 3 (1.50 pav., *a*) nuleidžia peilių laikiklį žemyn. Hidraulinis cilindras nustumia galandimo disko 1 laikiklį 5 (1.50 pav., *b*) į darbo padėtį. Įjungiama disko pavara. Galandimo procesas vyksta automatiniu režimu. Sukantis hidrauliniam varikliui 4, stumdomas disko 1 laikiklis 5. Jis spaudžia diską prie peilio ašmenų. Po nustatyto laiko disko laikiklis pastumiamas skersine kryptimi ir pradedamas galąsti kitas peilis. Visų 45 peilių aštrinimas užtrunka apie 4

min. Kai visi peiliai yra pagaląsti, disko laikiklis grąžinamas į pradinę padėtį, peilių laikiklis pakeliamas aukštyn ir užfiksuojama jo darbo padėtis.



1.50 pav. Rinktuvinės priekabos peilių galandimo prietaisas (*a*) ir pavaros hidraulinis variklis (*b*) [41]:
1 – galandimo diskas; 2 – peiliai; 3 – hidrauliniai cilindrai; 4 – hidraulinis variklis; 5 – laikiklis

Rinktuvinėse priekabose peilius nuo perkrovos apsaugo spyruokliniai saugikliai arba hidrauliniai cilindrai su pneumatiniais amortizatoriais. Sistemoje galima keisti slėgį nuo 20 iki 30 barų. Spyruoklinio saugiklio spyruoklė laiko peilį pradinėje padėtyje, jį pastumti gali tik standus kliuvinys.

Teorinis susmulkintos žolės gabaliukų ilgis priklauso nuo atstumo tarp gretimų peilių. Keičiant peilių skaičių, jis gali padidėti nuo 34 iki 74 mm ir daugiau. Kai rinktuvinėje priekaboje peiliai išdėstyti vienoje eilėje šešiuose valdomuose laikikliuose, išjungus kas antrą laikiklį, žolės gabaliukų teorinis ilgis gaunamas 20; 40; 60 ir 80 mm. Dažniausiai yra įjungti 37 peiliai, tada žolės gabaliukų teorinis ilgis yra 40 mm, kai įjungti 74 peiliai – 20 mm.

Užstrigus augalams smulkinimo aparate, traktoriaus kabinoje valdymo pulte įjungus jungtuką, peilių laikiklis truputį nuleidžiamas žemyn. Įjungus rotoriaus reversinę pavarą užstrigusi žolė nustumiama ant rinktuvo. Vėliau laikiklis grąžinamas į pradinę padėtį.

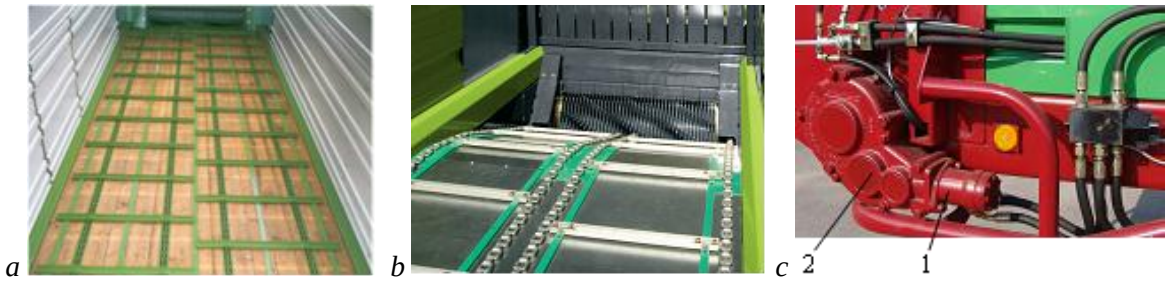
Naujausiose laidžiose rinktuvinėse priekabose yra jutikliai, kurie seka žolės sangrėbos plotį ir aukštį. Kompiuteris apskaičiuoja tiekiamos žolės srautą ir nustato racionalų rinktuvo sukimosi dažnį ir traktoriaus važiavimo greitį.

Kėbulas

Rinktuvinių priekabų kėbulo talpa yra nuo 20 iki 80 m^3. Žolės masę kėbule riboja važiuoklė, padangos, stabdžių sistema. Kėbulo pripildymas žole priklauso nuo grandiklinio transporterio ir jo pavaros konstrukcijos, pavaros valdymo automatinės sistemos bei renkamos žolės drėgnio, jos susmulkintų gabaliukų ilgio ir t. t. Į naujausių rinktuvinių priekabų kėbulą galima sukrauti iki 30 t susmulkintos žolės. Tolygiai pripildytam kėbului iškrauti sugaištama apie 2 min.

Vidutinės talpos priekabose yra dviejų grandinių, o talpiose – keturių (1.51 pav., *a*) arba šešių grandinių grandiklinis transporteris. Grandinių grandžių skersmuo – 10 arba 11 mm, jos išlaiko iki 15 t apkrovą. Kai kėbulo priekyje dalies dugno nuolydis siekia apie 0,44 m (1.51 pav., *b*), galios sąnaudos susmulkintai žolei tiekti į kėbulą yra mažesnės, nes virš rotoriaus yra didesnė ertmė ir jis žolę mažiau suspaudžia.

Mažos talpos priekabose grandiklinio transporterio pavara yra mechaninė. Transporterį varo strektinis mechanizmas. Jo poslinkį galima keisti. Didžiausias – iškraunant iš kėbulo susmulkintą žolę. Talpių priekabų grandiklinio transporterio varantysis velenas sujungtas su reduktoriumi 2 (1.51 pav., *c*), kurį suka hidraulinis variklis 1. Variklio sukimosi dažnį ir kryptį galima keisti traktoriaus kabinoje valdymo pulto jungtukais. Grandiklinio transporterio slinkimo greitis nuo 9,2 iki 10,9, iškraunant masę – nuo 13 iki 16 m min^{-1}. Transporterio grandinės dėvinsi ir pailgėja, todėl jas periodiškai reikia įtempti. Talpiose priekabose spyruoklės arba specialus mechanizmas palaiko pastovų grandinių įtempimą.



1.51 pav. Keturių grandinių grandikliniai transporteriai ir jų pavara [33]:
a – dugnas horizontalus; *b* – priekyje dugnas nuožulnus; *c* – hidraulinio variklio sukama pavara; 1– hidraulinis variklis; 2 – reduktorius

Dozatorius

Jis skirtas tolygiai paskleisti susmulkintą žolę tranšėjoje arba kaupe ar ją suberti į ėdžias stambiųjų raguočių fermoje. Dozatorių sudaro du arba trys cilindriniai (1.52 pav., *a*) arba briaunoti volai (1.52 pav., *b*), jų paviršiuje eilėmis arba sraigtinėmis linijomis pritvirtinti pirštai 3. Volus suka mechaninė ar hidraulinė pavara.

1.52 pav. Dozatoriai: 1 – cilindriniai (*a*); 2 – briaunuotų volų (*b*); 3 – pirštai; 4 – skersinis juostinis transporteris

Rinktuvinių priekabų gale yra skersinis juostinis transporteris 4 (1.52 pav., *c*). Jis aptvare ar fermoje žolės pjaustinį suberia į ėdžias. Skersinį transporterį suka reversuojama hidraulinė pavara.

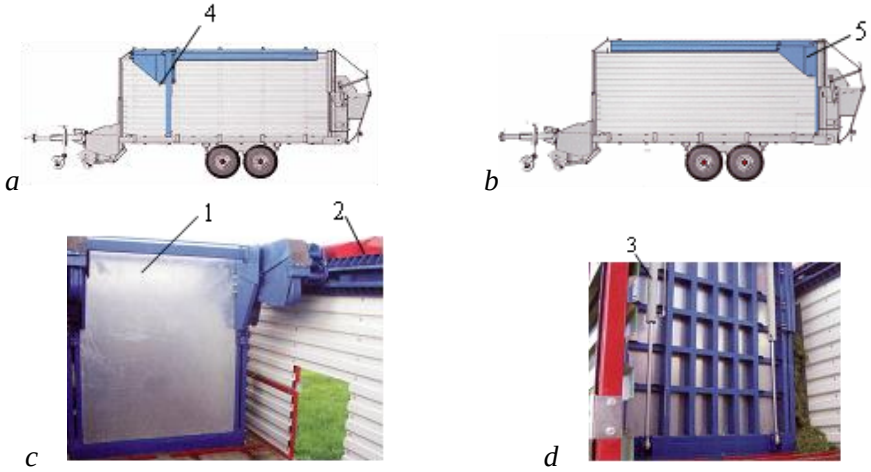
Kėbulo pripildymo valdymas

Mažos talpos priekabų kėbulai pripildomi susmulkintos žolės periodiškai pastumiant grandiklinį transporterį. Galinėje sienelėje yra jutiklis, kuris įjungia šviesos signalą, kai žolė pradeda per daug spausti galinę sienelę. Naujausių rinktuvinių priekabų kėbulo pripildymą valdo automatinė sistema. Kėbulo priekinėje sienelėje yra jutiklis. Kai rotoriaus į kėbulą metama susmulkinta žolė per daug spaudžia jutiklį, trumpam įjungiama grandiklinio transporterio pavara. Ji įjungiama periodiškai ir kai susmulkinta žolė pasiekia kėbulo viršuje dangtį, kuris traukle sujungtas su jutikliu. Transporteriui paslinkus ir dangčiui grįžus į pradinę padėtį, grandiklinio transporterio pavara išjungiama. Vietoj dangčio kėbulo priekinės sienelės viršuje būna vienos arba dviejų eilių paslankūs pirštiniai ardeliai.

Grandikliniam transporteriui periodiškai stumiant susmulkintą žolę, ji atsiremia į galinę sienelę arba į dozatoriaus volus. Juos arba galinę sienelę nuo sulaužymo apsaugo grandiklinio transporterio slinkimo blokavimo sistema. Rinktuvinės priekabos dozatoriaus apatinio volo guoliai pritvirtinti paslankiai. Pradinėje padėtyje juos laiko spyruoklės. Padidėjus žolės pjaustinio spaudimui į volą, jis pastumiamas ir jutiklis išjungia grandiklinio transporterio pavarą.

Iškraunant iš kėbulo susmulkintą žolę, pakeliama galinė sienelė, įjungiama grandiklinio transporterio pavara. Jo slinkimo greitis priklauso nuo pasipriešinimo, kurį matuoja pavaros veleno jutikliai. Mažėjant kėbule žolės sluoksnio aukščiui, grandiklinis transporteris slenka vis greičiau.

Talpių rinktuvinių priekabų važiuoklės keliamoji galia yra didesnė negu kėbule telpančios susmulkintos žolės masė. Jos tankį galima padidinti papildomai suspaudžiant. Kėbulo viršuje tvirtinamos kreipiamosios 2 (1.53 pav.), kuriomis stumdoma sienelė 1. Ją į vertikalią arba horizontalią padėtį pasuka du hidrauliniai cilindrai 3. Lauke vertikali sienelė nustumiama į priekabos priekį 4 (1.53 pav., *a*). Renkant žolės sangrėbas, ją spaudžia ir stumia atgal į kėbulą tiekiama smulkinta žolė (1.53 pav., *b*). Leistiną spaudimo jėgą ir žolės masės tankį kėbule galima keisti. Sienelei priartėjus prie dozatoriaus volų, hidrauliniai cilindrai ją pakelia aukštyn ir pasuka į vertikalią padėtį, kad ji netrukdytų iš kėbulo susmulkintai žolei iškrauti.



1.53 pav. Priekabos kėbule susmulkintos žolės tankio keitimo įrenginiai [41]:
1 – stumdomoji sienelė (*c*); 2 – kreipiamosios; 3 – hidrauliniai cilindrai (*d*); 4 – sienelės padėtis darbo pradžioje (*a*);
5 – sienelės padėtis užpildžius priekabos kėbulą (*b*)

Rinktuvinės priekabos naudojamos ir savaeigio smulkintuvo susmulkintai žolei vežti. Nuo priekabos atjungiamas viename modulyje esantis žolės sangrėbos rinktuvas, smulkinimo aparatas, pavaros ir kiti įtaisai. Nuimamas ir susmulkintos žolės dozatorius. Tada mašinos kėbulo tūris ir jos keliamoji galia padidėja apie 2,5 t.

Pavaros ir valdymas

Mažos talpos rinktuvinių priekabų dauguma pavarų yra grandininės. Rinktuvą, žolės tiekiklį suka dviejų arba trijų grandinių pavaros. Grandinės periodiškai suvilgomos biologine alyva. Talpių priekabų rinktuvo, rotorinio tiekiklio, dozatoriaus volų pavaros yra krumpliaratinės. Pavaras nuo perkrovų apsaugo frikcinės arba kumštelinės movos. Pastarosios perduoda didesnį sukimo momentą.

Naujausiose rinktuvinėse priekabose visi įtaisai valdomi iš traktoriaus kabinos, kurioje tvirtinamas valdymo pultas. Mažos talpos priekabų valdymo pulto jungtukais galima įjungti bei išjungti grandiklinio transporterio pavarą, keisti valdo, rinktuvo, kėbulo galinės sienelės, peilių padėtį. Raudonos šviesos kontrolinė lemputė dega, kai valdoma darbinė dalis nėra pradinėje padėtyje, žalios – kai įjungtas pulto maitinimas arba skersinis reversuojamas transporteris.

Naujausių rinktuvinių priekabų valdymo pulto jungtukais valdomos visos technologinio proceso sistemos. Įjungus automatinį valdymą, keičiamas kėbule esančio grandiklinio transporterio slinkimo greitis. Be to, mašinos valdas nustatomas nurodytoje padėtyje, nuleidžiamas rinktuvas, įjungiama smulkinimo aparato pavara. Išjungus automatinį valdymą, rankiniu būdu galima valdyti visas kitas sistemas. Valdymo pulto ekrane pateikiama su technologinio proceso trukdžiais susieta informacija, darbo apskaitos ir kiti duomenys.

Kontroliniai klausimai	*1. Rinktuvinių priekabų klasifikacija.*
	2. Diskinio-žvaigždinio tiekiklio paskirtis ir pagrindinės dalys.
	3. Peiliai ir jų apsauga nuo sulaužymo.
	4. Grandiklinio transporterio slinkimo greičio keitimas.
	5. Kėbulo pripildymo susmulkinta žole valdymas.
	6. Dozatoriaus paskirtis ir pavara.
	7. Priekabos stabdžiai irkėbulo padėties stabilizatoriai.
	8. Rinktuvinių priekabų valdymas.

1.6. Smulkintuvai

Paskirtis. Apvytintos žolės sangrėboms surinkti, kukurūzams, energetiniams augalams nupjauti, susmulkinti bei supūsti į greta traktoriaus traukiamą priekabą arba ant smulkintuvo važiuoklės uždėtą kėbulą arba ant vikšrinės važiuoklės uždėtą konteinerį.

Klasifikacija. Smulkintuvai yra pakabinamieji, prikabinamieji ir savaeigiai. Važiuoklės priekiniai ratai varantieji, varomi hidrauline pavara. Varančiuose ratuose nekeičiamas arba keičiamas oro slėgis padangose. Smulkinimo aparatas diskinis arba būgninis. Smulkintuve yra grūdų maigiklis, susmulkintos žolės ar kukurūzų kiekio ir kokybės nustatymo prietaisai arba jų nėra.

Mažo laidumo pakabinamieji arba prikabinamieji smulkintuvai renka žolės sangrėbas, pjauna vieną arba dvi kukurūzų eilutes, vidutinio laidumo – tris arba keturias eilutes. Laidūs savaeigiai smulkintuvai pjauna nuo 6 iki 8, labai laidūs – nuo 8 iki 14 kukurūzų eilučių.

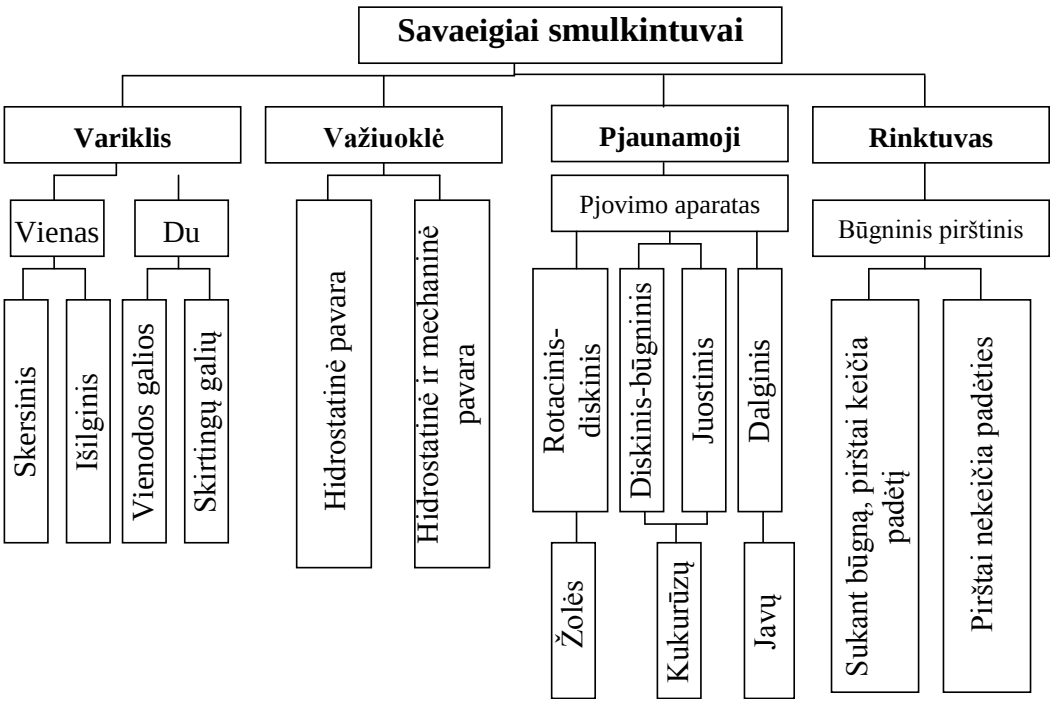
1.6.1. Pakabinamieji ir prikabinamieji smulkintuvai

Jų dar yra mažuose ūkiuose. Juos sudaro pakabinimo ar prikabinimo prie traktoriaus mechanizmas, rinktuvas arba kukurūzų pjovimo aparatas, tiekimo volai, diskinis arba būgninis smulkinimo aparatas, susmulkintos masės transportavimo į priekabą latakas. Prie traktoriaus pakabinti smulkintuvai pjauna vieną, dvi arba tris kukurūzų eilutes. Susmulkinta masė supučiama į prie to paties traktoriaus prikabintos arba greta kito traktoriaus traukiamos priekabos kėbulą. Vietoj kukurūzų pjovimo aparato gali būti pritvirtintas rinktuvas apvytintos žolės sangrėboms surinkti. Susmulkinta žolė dažniausiai supučiama į šalia kito traktoriaus traukiamą priekabą.

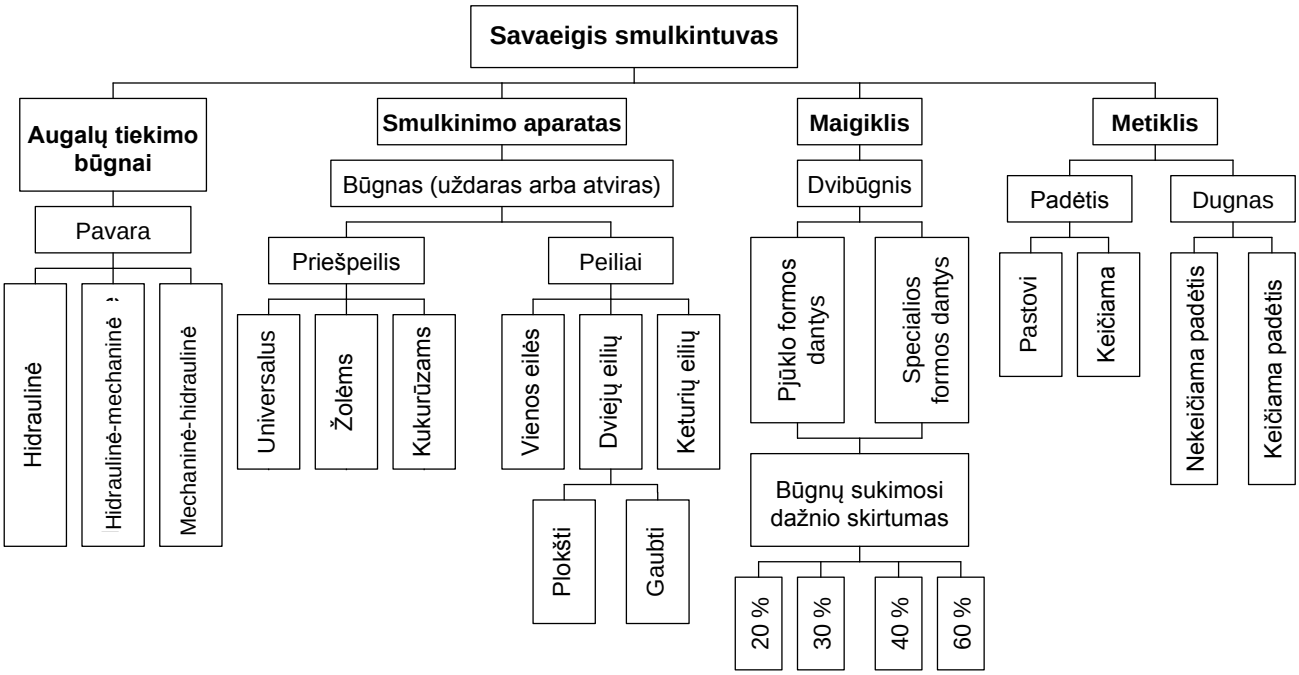
Diskinio smulkinimo aparato peilio ašmenys juda skirtingu greičiu. Arčiau disko veleno greitis yra mažiausias, todėl ir žolės pjaustinio kokybė prastesnė. Be to, sudėtinga nustatyti visų peilių ašmenų vienodą atstumą iki priešpeilio. Norint pagaląsti peilius, juos reikia nuimti nuo disko arba turėti specialų įtaisą, kuris tinka ne visų smulkintuvų peiliams galąsti.

1.6.2. Savaeigiai smulkintuvai

Juos sudaro variklis, važiuoklė, pjaunamoji arba rinktuvas (1.54 pav.), technologinio proceso dalys (1.55 pav.) ir kiti papildomi įrenginiai.



1.54 pav. Savaeigių smulkintuvų klasifikacija pagal variklį, važiuoklę, pjaunamąja ir rinktuvą



1.55 pav. Savaeigio smulkintuvo technologinio proceso dalių klasifikacija

Važiuoklė

Ji būna dviejų modifikacijų. Priekinis tiltas varantysis, užpakalinis – vairuojamųjų ratų tiltas arba abiejų tiltų ratai varantieji. Kai varantysis tik priekinis tiltas, traukos jėga yra apie 90 kN, o kai abu tiltai varantieji – apie 140 kN. Savaeigių smulkintuvų važiuoklės pavara hidrostatinė. Hidraulinis variklis suka mechaninės pavarų dėžės pirminį velenėlį. Variklio sukimosi dažnis priklauso nuo hidraulinio siurblio, sujungto su varikliu tiekiamos alyvos srauto. Jį galima keisti.

Smulkintuvo važiavimo greitis keičiamas ir perjungiant mechanines pavaras. Dažniausiai jos būna dvi. Pavaros perjungiamos kabinoje valdymo pulte pasukant rankenėlę. Pavaras gali perjungti ir automatas, smulkintuvui pasiekus nustatytą važiavimo greitį.

Darbo metu smulkintuvo važiavimo greitis keičiamas nuo 0 iki 20 km h^{-1}, važiuojant keliu – nuo 0 iki 40 km h^{-1}. Kelyje sumažinamas variklio sukimosi dažnis iki 1400 arba iki 1600 min^{-1}. Pradedami gaminti smulkintuvai, kurie

keliu važiuos 60 km h^{-1} ir greičiau. Dirbant drėgnoje dirvoje, įjungiamas diferencialo blokatorius. Viršijus 10 km h^{-1} važiavimo greitį arba posūkyje blokatorius automatiškai išjungiamas. Smulkintuvui važiuojant keliu jo švytavimus stabdo atsvaros spyruoklės ir hidrauliniai bei pneumatiniai amortizatoriai.

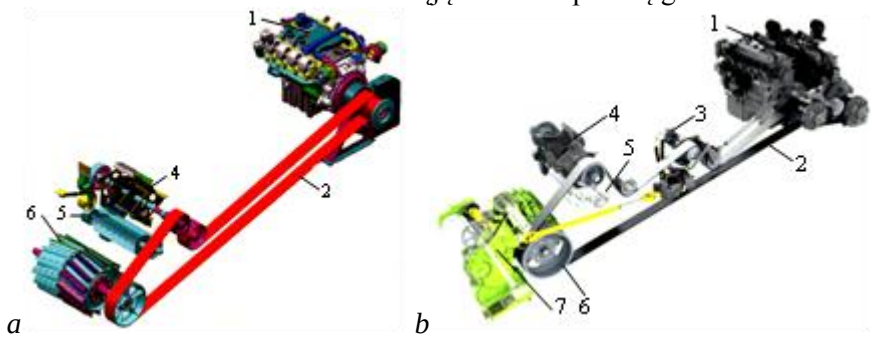
Naujausių smulkintuvų varančiuosiuose ratuose oro slėgis padangose keičiamas važiuojant. Tai daroma nuimant kukurūzus rudenį, energetinius augalus žiemą, kai meteorologinės sąlygos nepalankios ir dirva drėgna. Važiuojant keliu padangose oro slėgis padidinamas iki gamintojo rekomenduojamo. Oro slėgis padangose keičiamas automatiškai, kai susmulkintos masės tiekimo vamzdis pasukamas į darbo arba transporto padėtį. Sumažinus oro slėgį padangose iki 0,8 bar, smulkintuvo važiuoklės traukos jėga padidėja apie 25 %. Oro slėgis padangose susijęs ir su dirvos suslėgimu. Juo mažesnis slėgis padangose, tuo jos didesniu plotu remiasi į dirvos paviršių ir mažiau slegia dirvą.

Variklis

Smulkintuvo našumas labiausiai susijęs su variklio galia, nes kelių modifikacijų žolės arba kukurūzų smulkintuvų tiekimo, smulkinimo bei susmulkintos masės transportavimo į priekabą ar konteinerį sistemų parametrai mažai skiriasi. Kiekviena firma gamina smulkintuvus su skirtingos galios varikliais. Mažo ir vidutinio laidumo smulkintuvuose yra vienas dyzelinis variklis (1.56 pav., *a*). Jo ašis sutampa su smulkintuvo išilgine ašimi arba yra jai statmena.

Laidžiuose smulkintuvuose yra du vienodos arba skirtingos galios dyzeliniai varikliai. Jų bendra galia 610/830 kW/AG (1.56 pav., *b*) arba (726/987 kW/AG).

Važiuojant lauku arba keliu, kai apkrova mažesnė, veikia vienas variklis ir sukasi mažesniu dažniu. Darbo metu, padidėjus apkrovai, elektroninė valdymo sistema įjungia antrąjį variklį. Smulkintuvo važiavimo greitis priklauso nuo variklių apkrovos ir keičiamas automatiškai. Leistinąją variklio apkrovą galima keisti.



1.56 pav. Savaeigio smulkintuvo vieno (*a*) arba dviejų (*b*) variklių sukama pagrindinė pavara [26]:
1 – varikliai; 2 – pavaros diržas; 3 – tarpinė pavara; 4 – metiklis; 5 – maigiklis; 6 – smulkinimo būgnas; 7 – tiekimo būgnų pavara

Rinktuvas

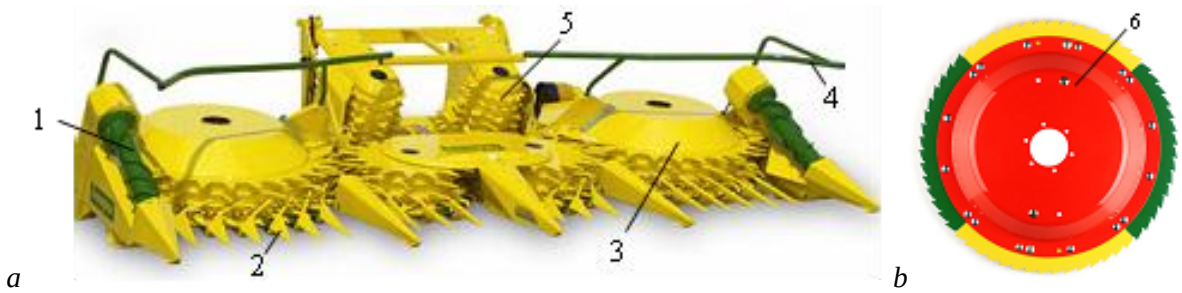
Rinktuvo konstrukcija mažai skiriasi nuo rinktuvinių priekabų (žr. „1.5. Rinktuvinės priekabos“). Rinktuvo plotis – 3,0; 3,8; arba 5,2 m, nes savaeigis smulkintuvas našesnis už rinktuvinę priekabą. Naujausiuose rinktuvuose yra net aštuoni pirštų laikikliai. Jie išdėstyti taip, kad pirštai sudaro sraigtines linijas.

Mechanine arba hidrauline pavara nustatoma darbo arba transportinė atraminių ratukų, žolės prispaudimo prie rinktuvo pirštų volo padėtis bei rinktuvo pirštų atstumas nuo dirvos paviršiaus. Jeigu rinktuvo pavara hidraulinė, tai keičiant smulkintuvo važiavimo greitį kinta ir rinktuvo sukimosi dažnis. Už rinktuvo yra dvi šoninės sraigės, kurios tiekiamą žolės juostą susiaurina iki tiekimo būgnų pločio. Keičiant tiekimo būgnų sukimosi dažnį, kinta ir šoninių sraigių sukimosi dažnis.

Pjaunamosios

Gaminant javainį, javai, kai sausosios medžiagos sudaro apie 35 %, pjaunami prie savaeigio smulkintuvo pakabinta javų kombaino pjaunamąja. Ruošiant žaliavą biodujų jėgainėms, žolė pjaunama natūralaus drėgnio rotacine diskine pjaunamąja. Jos plotis – 6,2 m. Už pjovimo aparato yra 0,9 m skersmens sraigė, kurios sukimosi dažnis priklauso nuo smulkintuvo važiavimo greičio ir tiekiamos žolės srauto.

Kukurūzų pjaunamosios. Jos skirstomos į dvi grupes: eilines ir universalias. Eilinės pjauna kukurūzus smulkintuvui važiuojant tik išilgai eilučių, universalios (1.57 pav.) – važiuojant lauke bet kuria kryptimi. Pjaunamųjų pjovimo aparatai diskiniai-būgniniai 3. Juos sudaro diskas 6 su pritvirtintais dantytais peiliais (1.57 pav., *b*). Prie dviejų (geltonos spalvos) priešingose disko pusėse esančių peilių tvirtinami daužikliai. Jie sužaloja ražienos stiebų galus, kad jie nebūtų aštrūs ir nepažeistų padangų. Dabar gaminamos nuo 3 iki 10,5 m pločio pjaunamosios. Labai plačias pjaunamąsias sudaro trys dalys. Esant transporto padėčiai, ant viduriniosios dalies užlenkiamos kraštinės, todėl pjaunamosios nereikia atjungti ir pervežti vežimėliu.



1.57 pav. Universali diskinė-būgninė kukurūzų pjaunamoji [26]:
1 – aktyvusis skyriklis; 2 – pirštai; 3 – diskiniai-būgniniai pjovimo aparatai; 4 – apsauga; 5 – tiekiamieji būgnai; 6 – diskas su dantytais peiliais

Smulkintuvai su juostiniu pjovimo aparatu (1.58 pav.) gali pjauti įvairaus aukščio kukurūzus ir važiuoti dar greičiau. Pjaunamosios plotis – nuo 6 iki 10,5 m.

1.58 pav. Savaeigio smulkintuvo juostinis pjovimo aparatas [33]:
1 – aktyvūs skyrikliai; 2 – juostinis transporteris

Tiekimo būgnai

Rinktuvas arba pjaunamoji tiekia žolę bei kukurūzus smulkintuvo dviejų arba trijų porų tiekimo būgnams 1 (1.59 pav.), kurie suspaudžia masę, pakeičia jos slinkimo greitį ir stumia į tarpą tarp priešpeilio 2 ir smulkinimo būgno peilių 3. Peiliai meta žolės kapojus metikliui 7, o kukurūzų kapojus – maigikliui 6, kad būtų sumaigyti visi grūdai. Sukamas metiklis 7 padidina kapojų judėjimo greitį ir sudaro oro srautą, kuris susmulkintą masę nuneša į transporto priemonę.

Tiekimo būgnų paviršiuje yra pritvirtintos dantytos juostos arba kampu pastatyti dantyti diskai, kurie tolygiai tiekia masę į smulkinimo aparatą. Priekiniame apatiniame būgne yra keturi, penki arba šeši elektros magnetai. Kai jie aptinka tiekiamos masės sluoksnyje esantį metalinį daiktą, akimirksniu sustabdoma būgnų sukimo pavara ir atjungiama rinktuvo arba pjaunamosios pavara. Kompiuterio monitoriaus ekrane matyti metalinio daikto vieta masės sluoksnyje. Įjungus reversinę pavarą masė grąžinama ant rinktuvo arba ant pjaunamosios. Kliuvinys pašalinamas rankomis. Kai augalus tiekia šeši būgnai, atstumas tarp magnetų ir peilių yra 0,82 m, o kai keturi – 0,42 m.

Naujausiuose smulkintuvuose yra jutikliai, kurie nustato ir akmenų buvimą tiekiamame sluoksnyje. Tada taip pat išjungiama būgnų, rinktuvo pavara ir net sustabdomas smulkintuvo važiavimas. Įjungus reversinę pavarą ir tiekiamą masę grąžinus ant rinktuvo, riedulys pašalina-mas rankomis.

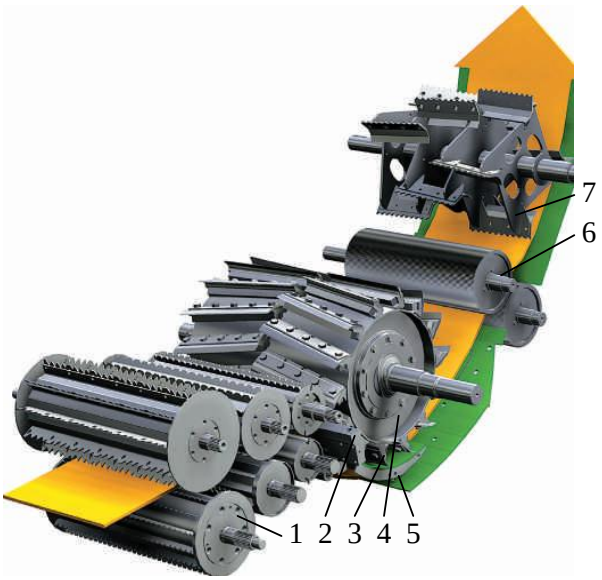
Pjaustinio sudėtis priklauso ir nuo tiekiamų augalų suspaudimo. Viršutinius būgnus pastumti aukštyn trukdo juos spaudžiančios spyruoklės. Arčiausiai smulkinimo būgno esantis viršutinis tiekimo būgnas augalų masės stumiamas aukštyn, brėžia tokią pat trajektoriją kaip ir smulkinimo būgno peiliai, todėl augalų sluoksnis yra nuolat suspaustas.

Tiekimo būgnų pavara. Mažo laidumo smulkintuvuose tiekimo būgnų sukimosi dažnis, kartu ir teorinis gabaliukų ilgis keičiamas pavaros reduktoriuje perstatant pavarų perjungimo svirtelę į kitas padėtis. Laidžiuose smulkintuvuose tiekimo būgnų pavaras suka hidraulinis variklis, todėl sklandžiai keičiamas gabaliukų ilgis. Naujausiose smulkintuvuose [2, 3] hidraulinis variklis tvirtinamas tiesiogiai prie pavaros reduktoriaus.

Priešpeilis

Būgnų suspaustą tiekiamą žolės arba kukurūzų sluoksnį, patekusį ant priešpeilio 2 (1.59 pav.), perpjauna peiliai. Tarp priešpeilio briaunos ir peilių ašmenų turi būti leistinas minimalus tarpas. Kai tarpas per didelis, pjaunamas sluoksnis yra glemžiamas, daugiau reikia galios jam perpjauti, didėja vidutinis gabaliukų ilgis. Darbo metu smulkinimo peiliai dyla, galandant jų ašmenys siaurėja, todėl didėja tarpas tarp priešpeilio ir peilių. Tarpo dydis matyti kompiuterio ekrane. Tarpas sumažinamas neišlipant iš kabinos, t. y. elektromechanine pavara pastumiant priešpeilį arčiau peilių.

Priešpeiliui tenka smūginės apkrovos. Jo briaunų metalas turi būti atsparus dilimui, ypač galuose – augalų sluoksnio pjovimo pradžioje. Viduriniojoje priešpeilio dalyje metalas yra minkštesnis, kad nuo dažnų smūginių apkrovų netrupėtų, todėl priešpeilis pagamintas iš kelių sluoksnių skirtingo kietumo metalo. Priešpeiliai yra universalūs arba keičiami prieš smulkinant žolę ar kukurūzus, nes yra skirtingi briaunos kampai, kurie susieti su peilių ašmenų kampais.



1.59 pav. Augalų tiekimo, smulkinimo ir kapojų transportavimo priemonės [33]:
1 – tiekimo būgnai; 2 – priešpeilis; 3 – peiliai; 4 – smulkinimo būgnas; 5 – dugnas; 6 – maigiklis; 7 – metiklis

Smulkinimo būgnas

Tai svarbiausia smulkintuvo technologinio proceso darbinė dalis. Jis turi ne tik pjaustyti tiekiamą augalų sluoksnį, bet ir tolygiai mesti pjaustinį maigikliui arba metikliui (smulkinant žolę). Būgnai yra atviri su ištisais peiliais (1.60 pav., *a*), vienam peiliui baigiant pjauti augalų sluoksnį – kitas pradeda. Tačiau būgno apkrova yra nepastovi, nes pjaunamas sluoksnis stumiamas iš kairės į dešinę pusę, dalis jo spaudžiama prie kameros šoninės sienelės.

1.60 pav. Smulkinimo būgno peiliai ir jų išdėstymas:
a – plokšti, ištisi; *b* – išdėstyti dviejose eilėse eglute; *c* – dviejose eilėse eglute, gaubti

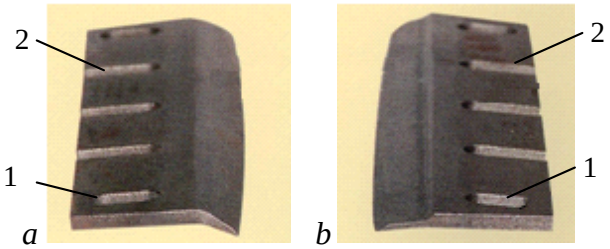
Naujausiuose savaeigiuose smulkintuvuose peiliai prie uždaro arba atviro būgno tvirtinami eglute dviem eilėmis (1.60 pav., *b* ir *c*). Jie su priešpeiliu sudaro apie 11 laipsnių kampą. Augalus vienu metu pjauna du arba vienas peilis. Peiliai prie būgno prisukami visais varžtais arba dviem kraštiniais, o likusiais tik prispaudžiamas peilis. Peiliuose yra pailgos išpjovos, kad atsukus kraštinius varžtus, o likusius atlaisvinus, juos būtų galima greičiau pakeisti.

Tolygiausiai augalų pjaustinį maigikliui tiekia gaubti peiliai (1.60 pav., *c*). Naujausiuose smulkintuvuose galima keisti po smulkinimo būgnu esančio dugno padėtį ir sumažinti galios sąnaudas susmulkintai masei transportuoti.

Peiliai

Tiekiamų augalų slystantis pjovimas, nuoseklus pjaustinio transportavimas dugnu ir perdavimas maigikliui priklauso nuo peilių formos. Žolei ir kukurūzams smulkinti naudojami skirtingos formos peiliai (1.61 pav.). Nudilę peiliai galandami specialiu įtaisu, kuris išilgai peilių stumdo galąstuvą ir jį spaudžia prie peilių paviršiaus, būgną sukant pirmyn arba atgal. Sukant atgal, peiliai galandami švelniau. Peilių galandimas valdomas iš kabinos ir stebimas kompiuterio ekrane. Pagalandus peilius patikslinama priešpeilio padėtis.

Ant būgno tvirtinamų peilių skaičius priklauso nuo būgno skersmens ir jo paskirties. Energetiniams augalams smulkinti naudojami masyvūs būgnai, prie kurių tvirtinamos dvi eilės po 20 peilių, nes teorinis pjaustinio ilgis siekia apie 5 mm.

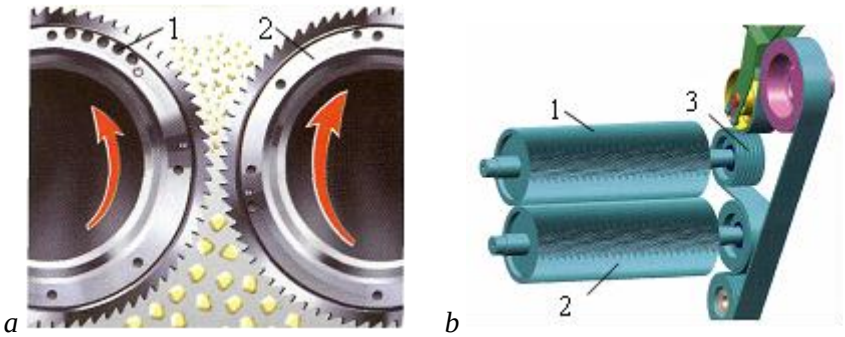


1.61 pav. Smulkinimo būgno peiliai:
a – žolei smulkinti; *b* – kukurūzams smulkinti: 1 – skylės peiliams pritvirtinti; 2 – skylės peilių prispaudimo varžtams

Teorinis gabaliukų ilgis keičiamas ne tik augalus tiekiančių būgnų sukimosi dažniu, bet ir keičiant ant būgno pritvirtintų peilių skaičių. Būgnų sukimosi dažnis nekeičiamas. Smulkinant apvytintą žolę nustatomas nuo 20 iki 30 mm, kukurūzus – nuo 5 iki 9 mm teorinis gabaliukų ilgis. Masės smulkinimas yra susietas ir su augalų drėgniu. Nuimant dar žalios spalvos kukurūzus, teorinis gabaliukų ilgis gali būti > 12 mm, o kai stiebai ir lapai yra gelsvai rusvos spalvos – nuo 5 iki 9 mm. Teorinis gabaliukų ilgis keičiamas kabinoje rankiniu būdu arba įjungus automatinį valdymą. Tada ant kukurūzų pjaunamosios esantys jutikliai stebi nupjautų kukurūzų spalvą ir kompiuteris keičia tiekimo būgnų sukimosi dažnį.

Maigiklis

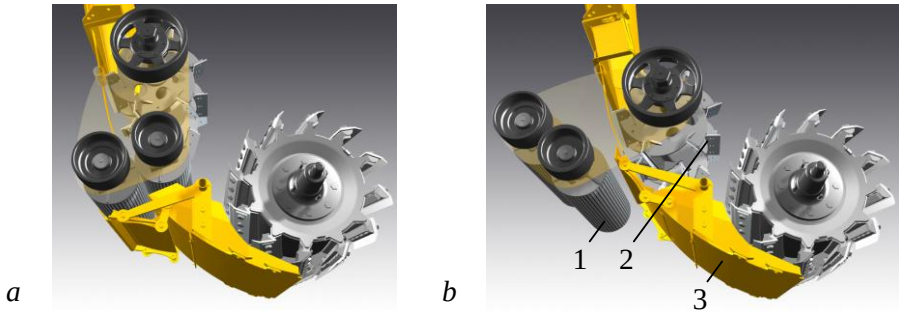
Jis naudojamas nuimant kukurūzus silosui. Maigiklis turi sumaigyti arba sutrupinti visus grūdus, kad juos įsisavintų gyvulių organizmas. Maigiklį sudaro skirtingu dažniu sukami cilindrai 1 ir 2 (1.62 pav., *a*). Sukimosi dažnis keičiamas uždedant ant cilindro 1 veleno skirtingo skersmens skriemulius 3 (1.62 pav., *b*).



1.62 pav. Maigiklis: 1 ir 2 – dantyti cilindrai; 3 – keičiamas pavaros skriemulys

Maigiklio cilindrų paviršiuje esantys dantys panašūs į pjūklo dantis. Skirtingu dažniu sukamų cilindrų dantys sužaloja grūdus. Juos labiau žaloja didesnio skersmens cilindrų dantys, nes jie ilgesnį laiką liečiasi su susmulkintais kukurūzais. Cilindrus vieną prie kito spaudžia spyruoklės. Tarpas tarp cilindrų dantų yra nuo 0,5 iki 10 mm ir keičiamas iš kabinos. Nudilę cilindrų dantys galandami specialiu įtaisu.

Smulkinant žoles maigiklį reikia išimti [2, 3]. Likęs tarpas tarp smulkinimo būgno ir metiklio uždengiamas specialiu dugnu. Tarp smulkinimo būgno ir metiklio lieka didesnis atstumas, todėl daugiau galios reikia žolės pjaustiniui transportuoti. Galios sąnaudoms sumažinti, išėmus maigiklį, metiklis priartinamas prie smulkinimo būgno (1.63 pav., *b*).

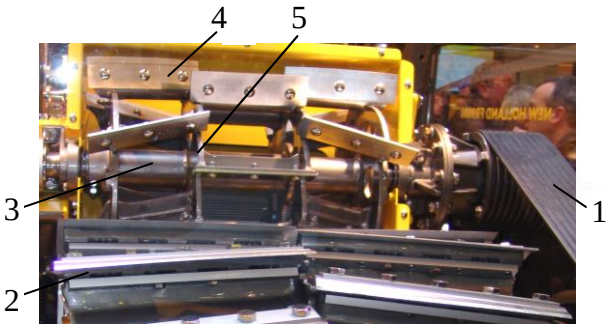


1.63 pav. Maigiklio padėtys [27]:
a – nuimant kukurūzus; *b* – nuimant žoles; 1 – maigiklis; 2 – metiklis; 3 – keičiamos padėties dugnas

Metiklis ir latakas

Jis (1.64 pav.) sudaro oro srautą, padidina pjaustinio judėjimo greitį ir jį meta į lenktą 300–340 mm pločio lataką, kuriuo masė patenka į transporto priemonės kėbulą arba į konteinerį. Metiklį sudaro rotorius ir apačioje jo esantis dugnas. Dugno padėtis keičiama iš kabinos arba jo padėtį valdo automatinė sistema. Dugno padėtis priklauso nuo tiekiamos masės srauto ir jo sudėties.

Rotorių sudaro velenas 3 (1.64 pav.), prie kurio pritvirtinti diskai 5, o prie jų – mentės 4. Rotorių suka diržinė pavara 1, sujungta su smulkinimo būgno skriemuliu. Metiklio sukimosi dažnis nekeičiamas. Metikliai yra dviejų arba trijų sekcijų. Mentės 4 veleno atžvilgiu pakreiptos, nes reikia susiaurinti metiklio metamą susmulkintos masės srautą iki transportavimo latako pločio.



1.64 pav. Metiklis:
1 – pavaros diržas; 2 – smulkinimo būgno peiliai; 3 – velenas; 4 – mentės; 5 – diskai

Kiti smulkintuvo įtaisai

Darbo apskaitos. Savaeigius smulkintuvus įsigyja stambūs ūkiai arba techninių paslaugų įmonės. Jiems svarbu žinoti skirtinguose laukuose susmulkintų augalų masę, jos drėgnį, kokybinius rodiklius, degalų sąnaudas [1, 15]. Savaeigis smulkintuvas, rinkdamas žolės sangrėbas arba pjaudamas kukurūzus, važiuoja > 10 km h^{-1} greičiu. Sangrėbos metro ilgyje žolės masė nevienoda. Kad smulkintuvo apkrova būtų pastovi, reikia kaitalioti važiavimo greitį, todėl daug smulkintuvo technologinio proceso veiksmų valdo automatinė kontrolės sistema.

Tiekiamo į smulkintuvą masės srauto kontrolė [1]. Tiekiama į smulkintuvą žolės juosta stumdo viršutinį volą. Matuojamas volo pakilimas ir masės slinkimo greitis. Duomenys perduodami smulkintuvo kompiuteriui. Apskaičiuojamas tiekiamos masės tūris ($m^3\ s^{-1}$), o įvertinus masės tankį (kg m^{-3}) – nustatomas tiekiamas jos srautas (kg s^{-1}). Susmulkintos žolės transportavimo latake yra drėgnio jutiklis, kuris išmatuoja judančios masės drėgnį. Žinant transporto priemonės pripildymo laiką, kompiuteris apskaičiuoja tiekiamos žolės sausosios medžiagos srautą ir jos kiekį.

Smulkintuvo važiavimo greitis priklauso nuo tiekiamo augalų sluoksnio storio, smulkinimo būgno veleno apkrovos ar kitų veiksnių. Ant smulkintuvo gali būti uždėtas konservantų arba pieno bakterijų bakas, jų dozavimo bei kiti įtaisai.

Darbo našumo kontrolė. Kompiuteris fiksuoja smulkintuvo važiavimo greitį, jutikliai išmatuoja judančios susmulkintos masės srautą. Žinant pjaunamosios plotį apskaičiuojamas smulkintuvo našumas (ha h^{-1}).

Smulkintos masės transportavimo latako gale yra vožtuvas, kurio padėtis priklauso nuo praeinančio žolės masės srauto. Kompiuteris apskaičiuoja į transporto priemonę pakrautos masės kiekį.

Kitos priemonės. Smulkintuvo automatinį vairavimą valdo GPS sistema, jos antena tvirtinama ant kabinos stogo. Susmulkintos masės transportavimo latake tvirtinamas jutiklis, kuris nustato žaliųjų proteinų, žaliosios ląstelienos, žaliųjų riebalų, žaliųjų pelenų, krakmolo ir cukraus kiekį žolės ar kukurūzų pjaustinyje.

Valdymas ir našumas

Įvairių firmų gaminamų smulkintuvų valdymas yra skirtingas, tačiau variklio, važiuoklės, technologinio proceso įtaisų valdymo bendrieji principai yra panašūs. Smulkintuvo važiavimo greitis, kryptis valdoma daugiaveiksme svirtimi, variklio darbas ir technologinio proceso duomenys stebimi kompiuterio ekrane. Jungtukais galima valdyti daug veiksmų: paleisti antrąjį variklį, keisti pirmojo variklio sukimosi dažnį, augalų pjaustinio ilgį, įjungti vairavimo ratų tilto pavarą, rankinį stabdį, konservantų įterpimo sistemą. Smulkintuvo technologinis procesas valdomas daugiaveiksmės svirties jungtukais.

Smulkintuve yra dar keli valdymo pultai su jungtukais, kuriais valdomas apšvietimas, oro temperatūra kabinoje, oro slėgis važiuoklės ratų padangose, visų stiklų valytuvai, keičiamas važiavimo greitis lauke ir kelyje. Kompiuteris praneša apie esamą gedimą, pateikia jo priežasčių aprašą ir kitą informaciją.

Važiuojant keliu, kompiuterio ekrane pateikiama informacija apie variklio veikimą, važiavimo greitį, nuvažiuotą atstumą, oro slėgį stabdžių sistemoje ir kt. Darbo metu kabinos viršuje valdymo pulte esantį jungtuką pastačius į kitą padėtį, kompiuterio ekrane rodomas nustatytas ražienos aukštis ir jos kitimas, smulkinimo aparato veikimas, pjaustinio ilgis, antrojo variklio sukimosi dažnis ir apkrova, smulkintuvo važiavimo greitis, jo darbo rezultatai ir kiti duomenys.

Mažesnio našumo smulkintuvuose yra vienas variklis. Šio smulkintuvo ir jo technologinio proceso sistemų valdymas yra paprastesnis, lyginant su smulkintuvais, kuriuose yra du varikliai. Važiuojant keliu veikia tik vienas variklis, jo sukimosi dažnis yra mažesnis negu darbo metu. Taip taupomi degalai.

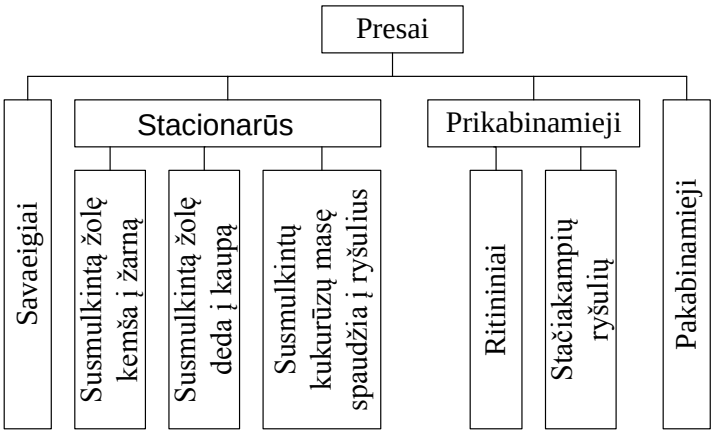
Savaeigio smulkintuvo, kurio variklio galia 428/582 kW/AG, renkant žolės pradalges valandinis našumas siekė 8,98, o nuimant kukurūzus silosui – 4,26 ha. Degalų sąnaudos atitinkamai siekė 12,61 ir 24,9 l ha^{-1}.

Kontroliniai klausimai	*1. Smulkintuvų klasifikacija.*
	2. Savaeigių smulkintuvų važiuoklės.
	3. Smulkintuvo su dviem varikliais ypatumai.
	4. Kada ir kokios pjaunamosios tvirtinamos prie smulkintuvo?
	5. Kaip keičiamas augalų pjaustinio ilgis?
	6. Priešpeilių pagrindiniai skirtumai ir jų padėties keitimas.
	7. Žolės ir kukurūzų smulkinimo peilių pagrindiniai skirtumai.
	8. Maigiklių paskirtis.
	9. Smulkintuvo technologinio proceso valdymas.

1.7. Presai

Jie skirti surinkti apvytintos žolės, šiaudų arba biodujų gamybai skirtų augalų sangrėbas, nesmulkintus arba susmulkintus augalus susukti į ritinius arba suspausti į stačiakampio formos ryšulius, juos apvynioti raiščiu arba tinkleliu, jei reikia – ir plėvele, padėti ant dirvos paviršiaus arba sukrauti į transporto priemonę.

Presai yra stacionarūs, savaeigiai, pakabinamieji ir prikabinamieji (1.65 pav.) Stacionarūs presai sutraiškytus drėgnus grūdus sukiša į žarną. Jie ir susmulkintus augalus sukiša į žarną arba formuoja kaupą ant klojamos ir vienu metu jį dengiančios plėvelės. Be to, stacionarūs ritininiai arba stačiakampių ryšulių presai susuka arba suspaudžia į ryšulius susmulkintus kukurūzus ir juos apvynioja plėvele.



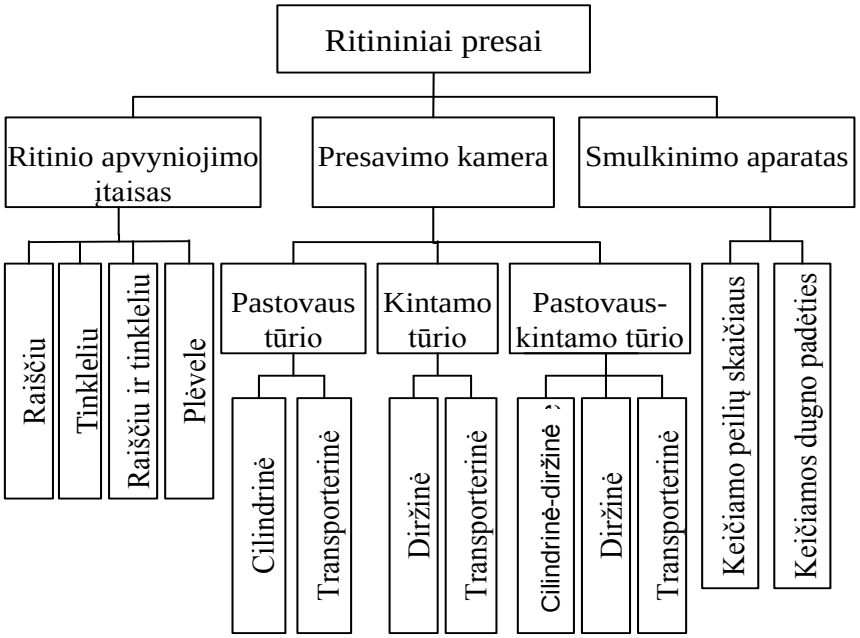
1.65 pav. Presų klasifikacija

Šiaudų presai buvo tvirtinami už kombaino kratiklių. Jie šiaudus suspausdavo į stačiakampio formos ryšulius. Bandyta gaminti ir savaeigius presus, tačiau jų gamyba sustabdyta.

Labiausiai paplitę prikabinamieji prie traktoriaus ritininiai arba stačiakampio formos ryšulių presai. Stačiakampių ryšulių presai yra našesni, nes dirba be sustojimų. Be to, ryšulyje masės tankis yra didesnis negu ritinyje. Stačiakampio formos ryšulių daugiau telpa transporto priemonėje arba laikymo patalpoje.

1.7.1. Ritininiai presai

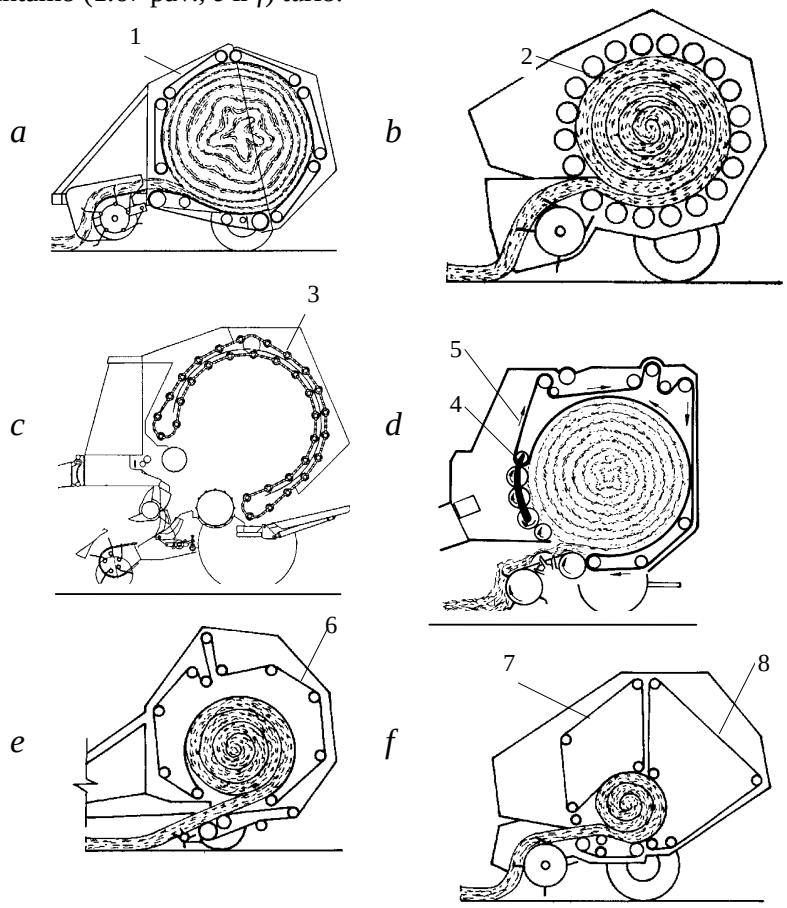
Jų paskirtis – surinkti apvytintos žolės ar šiaudų sangrėbas, susukti į ritinius [19, 20], kuriuose masės tankis yra pastovus arba kintamas. Be to, šie presai gali ritinius apvynioti raiščiu arba tinkleliu ir padėti ant dirvos. Ritininiai presai yra su vyniotuvu, kuris apvynioja žolės ritinius plėvele, arba be jo (1.66 pav.). Ritinys plėvele apvyniojamas presavimo kameroje arba už presavimo kameros esančio vyniotuvo.



1.66 pav.

Prikabinamieji ritininiai presai apvytintą žolę susuka į 1,2 arba 1,5 m skersmens ritinius, kurių plotis 1,2 arba 1,23 m, jų masė nuo 0,8 iki 1,05 t, masės tankis ritinyje nuo 210 iki 230 kg m^{-3}. Apvytintos žolės ritinys apvyniojamas 2–3 kartus tinkleliu, paskui nuo 4 iki 8 sluoksnių lipnia ir tąsia plėvele. Šiaudai susukami ir į 1,8–2,2 m skersmens ritinius, nes ritinio masė mažesnė.

Ritininių presų pavadinimas susietas su svarbiausia jo dalimi – presavimo kamera. Ji būna pastovaus (1.67 pav., *a, b, c* ir *d*) ir kintamo (1.67 pav., *e* ir *f*) tūrio.



1.67 pav. Ritininių presų schemos

Pastovaus tūrio presavimo kamerą sudaro:

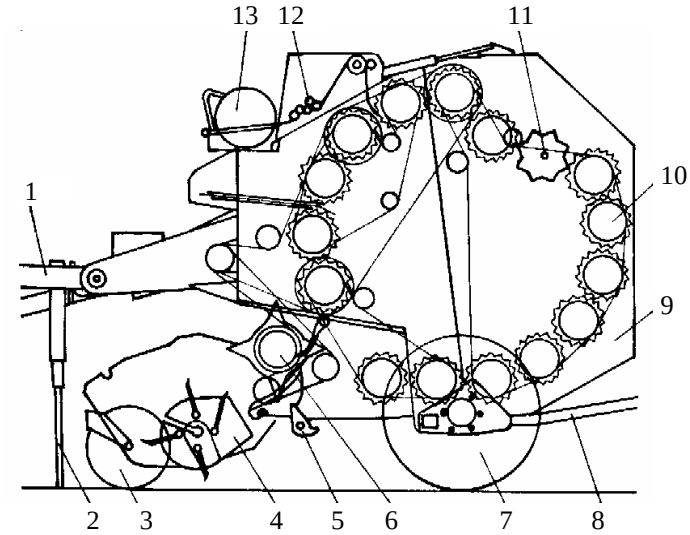
a – juostiniai transporteriai; *b* – cilindrai 2; *c* – priekyje cilindrai ir grandiklinis transporteris 3;

kintamo tūrio kamerą sudaro: *d* – cilindrai 4 ir diržai 5; *e* – vientisas diržų kontūras 6; *f* – du diržų kontūrai 7 ir 8

Pastovaus tūrio kameroje ritinys pradedamas formuoti, kai kamera pripildoma augalų masės, kintamo – į presavimo kamerą tiekiama augalų juosta sukama į ritinį, panašiai kaip vyniojama kiliminė juosta. Masės tankį ritinio sluoksniuose galima keisti. Jo viršutinis sluoksnis gali būti labai tankus, kad neįsiskverbtų lietaus vanduo.

Ritininio preso konstrukcija ir technologinis procesas

Presą be vyniotuvo (1.68 pav.) sudaro važiuoklė 7, prikabinimo prie traktoriaus valdas 1, rinktuvas 4, augalų tiekiklis 6, peiliai 5, pastovaus tūrio presavimo kameros cilindrai 10, ritinio apvyniojimo raiščiu arba tinkleliu įtaisas, augalų tankio ritinyje keitimo sistema, valdymo pultas ir kiti įrenginiai, susieti su preso veikimu bei darbo sauga.



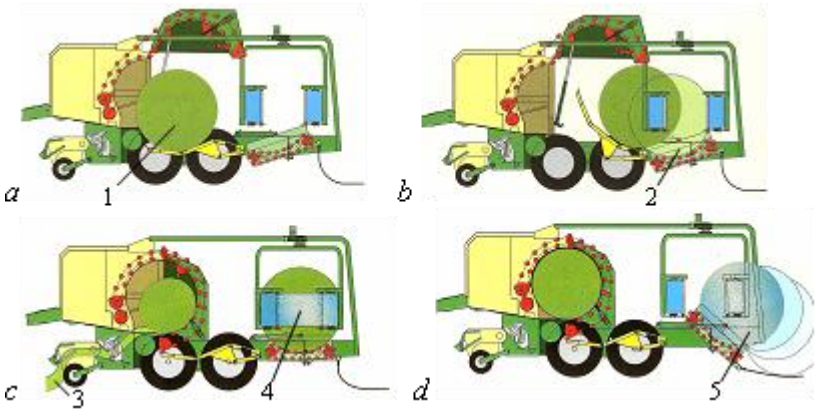
1.68 pav. Ritininis presas:
1 – valdas; 2 – valdo atrama; 3 – rinktuvo atraminiai ratukai; 4 – būgninis-pirštinis rinktuvas; 5 – peiliai; 6 – tiekiklis; 7 – važiuoklė; 8 – takas; 9 – gaubtas; 10 – cilindrai; 11 – masės tankinimo volas; 12 – raiščio arba tinklelio tiekimo sistema; 13 – tinklelio ritinys

Traktoriui traukiant ritininį presą, būgninis-pirštinis rinktuvas 4 (1.68 pav.), virš kurio yra gaubtas arba volas, tiekia apvytintą žolę rotoriniam tiekikliui 6. Jo šonuose yra sraigės, susiaurinančios augalų juostą iki presavimo kameros pločio. Žolę į presavimo kamerą peilių 5 paviršiumi stumia rotorinis tiekiklis 6, kurio pirštinės žvaigždės pasuktos viena kitos atžvilgiu taip, kad per pirštų galus galima nubrėžti sraigtines linijas. Taip sumažinama rotoriaus apkrova.

Peilius nuo perkrovų apsaugo spyruoklės. Dalį jų galima nuleisti žemyn ir padidinti teorinį žolės gabaliukų ilgį. Visą peilių laikiklį nuleidus žemyn, pakeičiami nulūžę peiliai arba neaštrūs keičiami pagaląstais. Kai po rotoriumi patenka žolės gniužulas, gali būti pastumiamas po rotoriumi esantis dugnas, o jam užstrigus, įjungiama reversinė pavara.

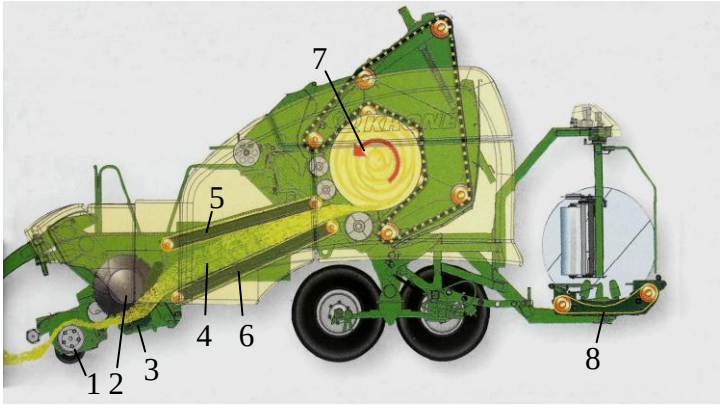
Presų pastovaus tūrio kamera gali būti ir ne cilindro formos (1.68 pav.). Volas 11 ir greta esantys cilindrai 10 yra pastumti kameros centro link. Ritinį sukant volas 11 spaudžia ir tankina augalų masę. Kameroje sausų šiaudų ryšulys sukamas pastovesniu dažniu. Pastovaus tūrio kamerą sudaro ne tik cilindrai 10, bet grandiklinis ar juostinis transporteris arba cilindrai ir gumoti diržai ir t. t. Kameroje žolė susukama į ritinį, kurio centre masės tankis yra mažesnis. Ritiniui pasiekus ribinį leistiną skersmenį ir tęsiant žolės tiekimą, didėja preso galinę sienelę laikančios sistemos apkrova. Jai pasiekus leistiną ribą, valdymo pulte įjungiamas garso ir šviesos signalas. Traktorius sustabdomas, rankiniu būdu arba automatiškai įjungiama ritinio apvyniojimo raiščiu arba tinkleliu sistema 12. Ji seka apvyniojamo raiščio padėtį ant ritinio, vijų skaičių ir kitus veiksmus. Apvyniojus nustatytą raiščio arba tinklelio vijų skaičių, peilis perpjauna raištį arba tinklelį. Hidraulinė sistema atidaro preso galinį gaubtą 9 ir ritinys taku 8 nurieda ant dirvos. Kad nebūtų pažeista plėvelė, ritinys gali nuriedėti ant kilimėlio, tik tada – ant dirvos. Saugiau, kai riedantis ritinys paverčiamas ir galine plokštuma remiasi į dirvos paviršių. Ritinys neturi trukdyti uždaryti preso galinį gaubtą.

Kai ritininis presas yra su vyniotuvu (1.69 pav.), susukus ritinį, reikia sustojus palaukti, kol ritinys išridenamas iš presavimo kameros ant vyniotuvo stalo. Ritinio apvyniojimą tinkleliu ir plėvele valdo automatinė sistema. Apvyniotas tinkleliu ritinys nustumiamas ant vyniotuvo stalo. Uždarius preso galinį gaubtą galima pradėti važiuoti, nes sukant naują ritinį, vyniotuvas apie ritinį apvynioja nustatytą plėvelės vijų skaičių. Sustojus ir ritinį dedant ant dirvos, naujai susuktasis ritinys iš presavimo kameros nustumiamas ant vyniotuvo stalo.



1.69 pav. Ritininio preso su vyniotuvu technologinis procesas [33]:
a – pastovaus tūrio kameroje susuktas ritinys (1); *b* – ritinys nustumiamas ant vyniotuvo stalo (2); *c* – renkama žolės sangrėba (3) ir ritinys apvyniojamas plėvele (4) ; *d* – apvyniotas ritinys (5) dedamas ant dirvos, presavimo kameroje yra jau susuktas naujas ritinys

Pradedami gaminti ritininiai presai su vyniotuvu (*Krone Ultima CF 155XC*), kurie nesustodami renka apvytintos žolės sangrėbą, ją susuka į ritinį, apvynioja plėvele ir padeda ant dirvos.

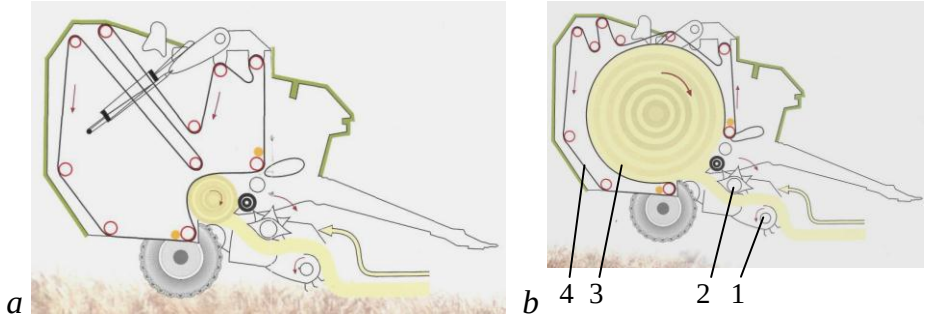


1.70 pav. Nepertraukiamo veikimo ritininio preso schema [33]:
1 – rinktuvas; 2 – diskinis rotorius;3 – peilių laikiklis; 4 – kamera; 5 ir 6 – transporterio juostos; 7 – presavimo kamera; 8 – vyniotuvas

Traktoriui traukiant ritininį presą (1.70 pav.), rinktuvas 1 tiekia žolės juostą diskiniam rotoriui 2, po kuriuo yra keičiamo peilių skaičiaus (0; 13; 26) laikiklis. Esant darbinei padėčiai yra 26 peiliai, teorinis pjaustinio ilgis 42 mm. Susmulkintą žolę rotorius stumia į kūgio arba stačiakampio formos 1,1 m^3 talpos kamerą 4, kurią sudaro du juostiniai transporteriai 5 ir 6. Transporteriai stumia ir spaudžia žolės pjaustinį į presavimo kamerą 7. Ritiniui pasiekus 1, 55 m skersmenį, transporteriai šiek tiek pajuda atgal ir sustoja. Ritinys apvyniojamas tinkleliu. Tuo metu traktorius važiuoja nesustodamas, o rotorius stumia augalų pjaustinį į kamerą 4. Atidarius preso galinę sienelę, apvyniotas tinkleliu ritinys patenka ant vyniotuvo 8 ir apvyniojamas plėvele. Tuo metu kameros 7 apatinė dalis nuleidžiama žemyn. Kameros 4 skerspjūvio plotas padidėja iki stačiakampio formos. Kameroje gali tilpti daugiau rotoriaus tiekiamos žolės. Abu transporteriai pradeda lėtai slinkti. Kad žolė nepatektų į presavimo kamerą 7, tarpą uždengia specialus dangtis. Uždarius preso galinę sienelę, suspausta žolė iš kameros 4 tiekiama į presavimo kamerą 7. Ritinio apvyniojimo tinkleliu ir jo perkėlimo ant vyniotuvo metu automatinė valdymo sistema sumažina traktoriaus važiavimo greitį. Jeigu į kamerą 4 patenka per daug žolės, sustabdomas traktoriaus važiavimas. Prese yra nepriklausoma nuo traktoriaus hidraulinė sistema su 120 l talpos aušinamu alyvos baku ir dviem kintamo debito (90 l min^{-1}) siurbliais. Preso našumas iki 90 ritinių per valandą.

Kintamo tūrio presavimo kameroje šienas arba šiaudai pradedami sukti į ritinį nuo jo mažiausio skersmens (1.71 pav.). Kamera yra 1,2 m pločio, ją sudaro nuo 4 iki 6 grublėto paviršiaus uždaro kontūro diržai 4. Sukant ritinį, palaikomas pastovus masės tankis ritinyje. Ritinio skersmuo keičiamas nuo 0,6 iki 2,0 m. Apvytintos žolės susukami 1,2 arba 1,5 m, o šiaudų – nuo 1,5 iki 2,0 m skersmens ritiniai.

Tankis ritinio viduriniojoje dalyje gali būti mažesnis, o tolstant nuo jo centro – vis didesnis. Galima nustatyti, kad ritinio viršutinis sluoksnis būtų labai tankus. Ritiniui pasiekus nustatytą skersmenį, įjungiama signalinė ir ritinio apvyniojimo tinkleliu sistema.



1.71 pav. Ritininio preso su kintamo tūrio kamera veikimas: *a* – ritinio sudarymo pradžia; *b* – susuktas vienodo masės tankio ritinys; 1 – rinktuvas; 2 – tiekiklis; 3 – ritinys; 4 – uždaro kontūro diržai

Važiuoklė, valdas ir galios velenas

Preso be ritinių vyniotuvo važiuoklė yra vienos ašies ir be stabdžių. Presą galima traukti iki 25 km h^{-1} greičiu. Gaminami presai su hidrauliniais ir pneumatiniais stabdžiais bei mašinos švytavimų slopikliais. Tada presą galima traukti iki 50 km h^{-1} greičiu, uždėjus gamyklos nurodytų matmenų padangas. Presų, kurie susuka > 1,5 m skersmens ritinius, važiuoklė būna ir tandemo tipo.

Preso su ritinių vyniotuvu važiuoklė dažniausiai būna tandemo tipo. Ji nuosekliau kopijuoja dirvos nelygumus. Preso stabdžiai hidrauliniai arba pneumatiniai, yra ir rankinis stabdys. Presą sustabdžius kalvos šlaite arba palikus laikymo aikštelėje, rankinis stabdys įjungiamas svirtimi.

Valdas jungia presą su traktoriumi. Jo padėtį galima keisti. Valdo gale yra kilpos pusrutulio formos ąsa, kurios padėtį taip pat galima keisti. Prie valdo yra pritvirtinta atrama, kuria jis remiasi į dirvos paviršių. Darbo metu atrama sutrumpinama ir priglaudžiama prie valdo šono. Prie valdo tvirtinami galios veleno, elektros laidų bei hidraulinės sistemos žarnų laikikliai.

Galios velenas suka preso pagrindinę pavarą 540 arba 1000 min^{-1} dažniu. Veleną nuo perkrovų apsaugo nukerpamasis kaištis, apsauginė frikcinė arba kumštelinė mova, kuri perduoda didesnį sukimo momentą. Velenas uždengtas cilindrine apsauga, kuri grandinėle sujungiama su valdu.

Žolės sangrėbos tiekikliai

Žolės sangrėbą į presavimo kamerą tiekia rinktuvas, už jo esančios šoninės sraigės ir rotorinis tiekiklis.

Rinktuvas. Dabar gaminami būgniniai pirštiniai rinktuvai, kurių plotis 1,8–2,3 m. Jų konstrukcija nedaug skiriasi nuo rinktuvinių priekabų rinktuvų. Rinktuvo pavara grandininė arba kardaninė. Grandinė tepama biologine alyva. Pavarą nuo perkrovų apsaugo nukerpamas kaištis arba apsauginė mova.

Ritininiuose presuose rinktuvo tiekiamą augalų juostą iki presavimo kameros pločio suglaudina dvi trumpos šoninės sraigės. Jos yra už rinktuvo, pritvirtintos prie abiejų preso šonų. Vidutinio laidumo presuose sraigės būna rotorinio tiekiklio abiejuose galuose.

Smulkinimo aparatas. Augalams smulkinti reikia apie 25 kW papildomos galios. Susmulkintos žolės masės tankis ritinyje padidėja nuo 5 iki 7 %. Ritiniui išardyti reikia apie 30 % mažiau galios. Jeigu prese nėra smulkinimo aparato, rinktuvo tiekiamus augalus į presavimo kamerą stumia rotorius su viengubais pirštiniais diskais.

Smulkinimo aparatą sudaro rotorius ir peiliai. Rotorių sudaro ant veleno uždėti trijų, keturių ar daugiau dantų dvigubi diskai. Sukant rotorių, tarp gretimų diskų praeina peiliai. Diskai pasukti vienas kito atžvilgiu taip, kad dantų galai sudarytų sraigtines linijas. Dėl to rotorius tolygiau apkraunamas ir jis sraigių suglaudintą augalų juostą tolygiai paskleidžia visame presavimo kameros plotyje.

Peiliai, kaip ir rinktuvinėje priekaboje, yra dantyti, ašmenys lenkti, kad pjovimas būtų slystantis. Jų konstrukcija yra susieta su peilių laikiklio konstrukcija. Periodiškai peilius reikia pagaląsti. Galandama tik plokščioji peilių pusė. Gaminami vis atsparesni dilimui peiliai.

Peiliai sudėti į laikiklį, kurį kilnoja hidrauliniai cilindrai. Norint pakeisti nulūžusį peilį arba peilius pagaląsti, laikiklis su peiliais nuleidžiamas žemyn, atlaisvinamas fiksatorius ir peiliai išimami. Kai peiliai sudėti į kelis laikiklius, galima keisti jų skaičių (nuo 7 iki 23) ir teorinį gabaliukų ilgį (nuo 33 iki 170 mm).

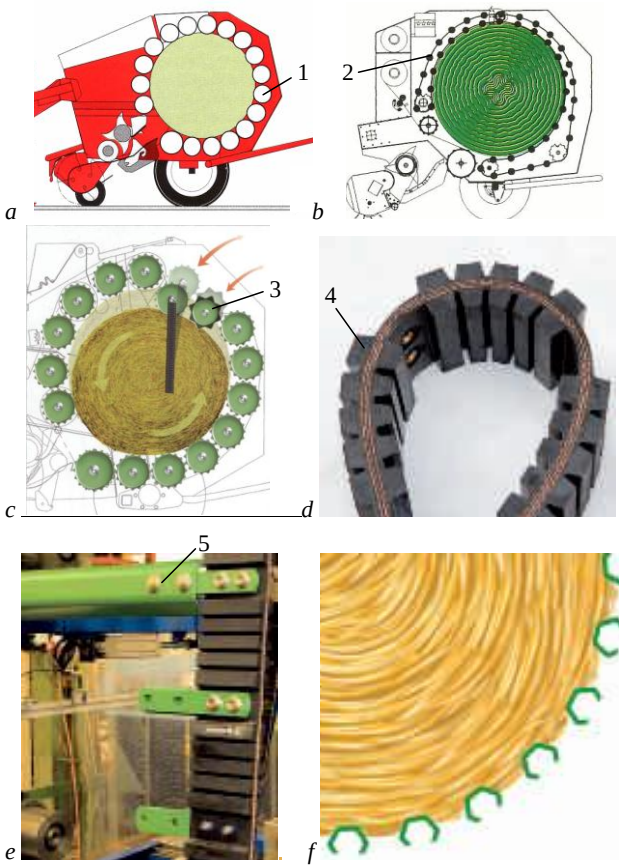
Renkamose sangrėbose pasitaiko akmenų bei metalinių detalių. Peilius nuo sulaužymo apsaugo individualios spyruoklės arba hidrauliniai cilindrai su akumuliatoriais.

Gaminami presai, kuriuose ritinio viršutinis sluoksnis apvyniojamas nesmulkinta žole. Ritiniui pasiekus nustatytą skersmenį arba hidraulinėje sistemoje padidėjus slėgiui virš leistinosios ribos, peiliai išjungiami. Ritiniui palikus presavimo kamerą, peiliai grąžinami į pradinę padėtį.

Presavimo kamera

Pastovaus tūrio kamera. Ją sudaro cilindrai 1 (1.72 pav., *a*), kurių skaičius priklauso nuo sukamo ritinio skersmens. Kameroje cilindrų yra nuo 17 iki 22 vnt. Kad presavimo kameroje ritinys būtų pastoviai sukamas, cilindrų pa-

viršius gaminamas grublėtas. *Claas* ritininių presų kameroje yra masės tankinimo sistema (1.72 pav., *c*), t. y. kai keli cilindrai (3) pastumti ritinio centro link. Ritinys ne tik sukamas, bet ir maigomas, todėl augalų masės tankis jame būna didesnis.

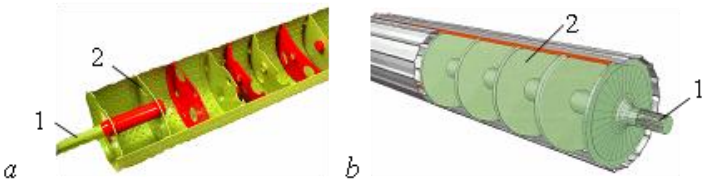


1.72 pav. Pastovaus tūrio presavimo kameros pagrindinės dalys [26, 33]:
a – cilindrai (1); *b* – grandiklinis transporteris (2); *c* – cilindrai su masės tankinimo būgnu (3); *d* – krumpliniai diržai (4); *e* – grandikliai (5) (metaliniai skersiniai); *f* – ritinio ir skersinių sąveika

Kai presavimo kamerą sudaro grandiklinis transporteris 2 (1.72 pav., *b*), ritininio preso masė yra mažesnė, ritiniui susukti reikia mažiau galios. Tobulesnės konstrukcijos yra naujausių ritininių presų kamera. Ją sudaro taip pat grandiklinis transporteris, tačiau grandinės pakeistos plokščiais krumpliniais diržais 4 (1.72 pav., *d*), prie kurių tvirtinami grandikliai – metaliniai skersiniai 5. Darbo metu diržai nekelia triukšmo, o į ritinio paviršių įspausti grandikliai (1.72 pav., *f*) suka jį pastoviu dažniu.

Krone naujausias ritininis presas iki 1,25 m skersmens ritinį susuka pastovaus tūrio kameroje. Paskui keičiant kameros transporterio trauklių ilgį kas 50 mm, susukamas vis didesnio skersmens ritinys. Jo maksimalus skersmuo gali siekti 1,55 m.

Cilindrai. Daugumos mažo skersmens ritininių presų pastovaus tūrio kameros sudarytos iš cilindrų. Jų skersmuo nuo 190 iki 300 mm, paviršius grublėtas (1.73 pav., *a*), kad ritinys būtų sukamas pastovesniu dažniu.

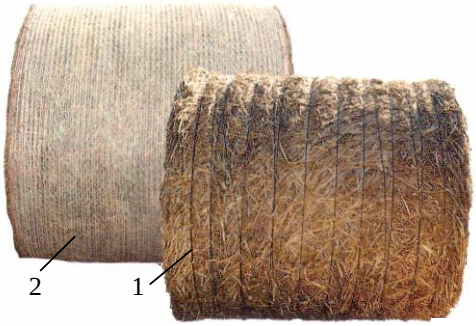


1.73 pav. Cilindrai:
a – grublėto paviršiaus cilindras; *b* – cilindras su išilginėmis juostomis; 1 – velenai; 2 – standumo diskai

Kituose presuose (1.72 pav., *b*) ritinių paviršiuje yra išilginės briaunos. Cilindrų viduje yra standumo diskai 2 arba žiedai. Pavaros velenai įtvirtinti galiniuose žieduose arba diskuose.

Ritinio apvyniojimas

Ritinys apvyniojamas raiščiu arba tinkleliu (1.74 pav.) prieš padedat jį ant dirvos arba iš presavimo kameros nustumiant ant vyniotuvo, kad jis nepradėtų irti apvyniojant arba kilnojant.



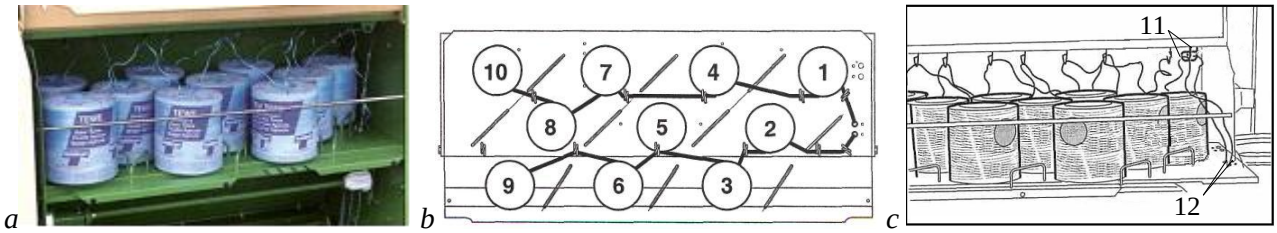
1.74 pav. Ritinys, apvyniotas raiščiu (1) bei tinkleliu (2)

Raištis. Jis yra susuktas į rites. Raištis atsparus saulės ultravioletinių spindulių poveikiui. Ričių masė priklauso nuo raiščio medžiagos ir jo paskirties. Ritės yra 5, 9, 10 kg ir didesnės masės. Ritiniams apvynioti naudojamas raištis, kurio 450; 600 arba 750 m ilgio atkarpos masė yra 1 kg. Specialios paskirties ritiniai apvyniojami atsparesniais nutraukimui raiščiais, jų 400 m ilgio atkarpos masė yra 1 kg. Ritininiai presai gali ritinį apvynioti 14; 17; 19; 22 ir daugiau vijų. Normaliomis sąlygomis pakanka ritinį apvynioti 14 vijų. Jeigu apvytintos žolės ritinio skersmuo 1,25 m, tai jam apvynioti reikia apie 52 m ilgio raiščio.

Susukus ritinį, valdymo pulte šviečiant signalinei lemputei ir veikiant garsiniam signalui sustabdomas traktorius. Ritinio apvyniojimą valdo automatinė sistema arba traktorininkas. Mažo našumo presuose raištis imamas iš vienos ritės ir standžiai vyniojamas apie ritinį. Apvyniojus nustatytą vijų skaičių raištį perpjauna peilis. Raištis savaime neatsivynioja, nes žolė arba šiaudai yra tampri medžiaga, suspausta plečiasi ir veržia raištį. Ritiniui apvynioti ir jį nustumti ant dirvos paviršiaus sugaištama apie 40 s. Ritinys apvyniojamas dvigubai greičiau, kai vienu metu apie ritinį vyniojamos dvi vijos. Pradedama vynioti nuo ritinio kraštų arba vidurio. Ritinio kraštuose apvyniojama daugiau vijų, kad raištis neatsilaisvintų ir neirtų ritinio kraštai. Viduriniojoje ritinio dalyje vijos šiek tiek dengia vienos kitas.

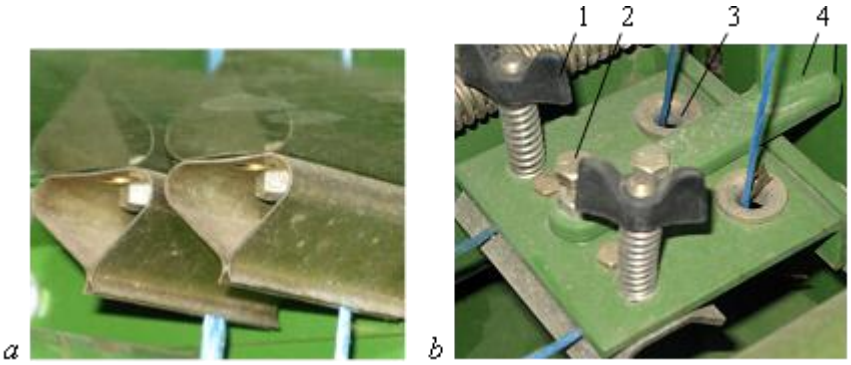
Kiekvieno presų gamintojo yra skirtinga ritinio apvyniojimo raiščiu sistema, tačiau yra ir daug bendrų elementų, kurie skiriasi konstrukcija. Kiekvienoje sistemoje yra raiščio ričių laikymo talpos, kreipikliai raiščio nutiesimo linijose, spaudiklis, raiščio tiekimo voleliai, skersai judančios ritinio paviršiaus adatos arba grandinė su raiščio ąsomis ir su kabančiais raiščio galais bei kitos detalės.

Ritinio apvyniojimas. Ričių laikymo talpos yra ritininio preso šonuose arba priekyje ar kartu su tinklelio ritinių laikymo talpa. Raištis traukiamas iš ritės vidaus, kad jos skersmuo išliktų nepakitęs. Kiekvienos ritės išorėje esantis raiščio galas, pravertas pro talpos viršuje esančią ąsą 11 (1.75 pav., *c*), surišamas su kitos ritės viduje esančiu galu ir t. t. Tada dvi raiščio vijos praveriamos pro talpos dugne esančias ąsas 12.



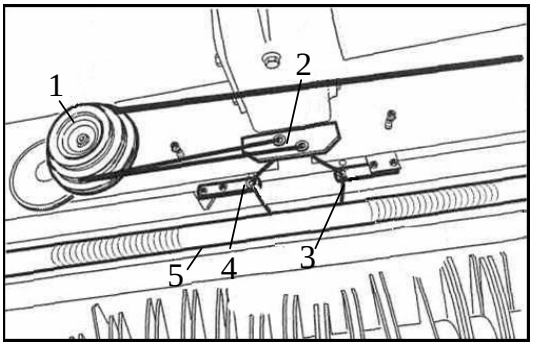
1.75 pav. Ričių laikymo talpa (*a*), surišti gretimų ričių raiščio galai (*b*) ir raiščio kreipiamosios ąsos (*c*):
surišti ričių 1; 4; 7; 8, 10 ir 2; 3; 5; 6, 9 raiščių galai; 11 ir 12 – raiščių kreipiamosios ąsos

Raištis nutiesiamas pro kreipiklius (1.76 pav., *a*) į spaudiklį (1.76 pav., *b*), kurį sudaro dvi plokštelės. Viršutiniąją plokštelę prie apatinės spaudžia spyruoklės, jų įveržimas keičiamas sparninėmis veržlėmis 1. Varžtu 2, įvertinus raiščio storį, nustatomas ribinis tarpas tarp plokštelių. Svirtimi 4 atlaisvinamas raiščio įveržimas, kai ritinys tik pradeda traukti raištį. Raištis yra visą laiką įtemptas, kad nesusidarytų garankštys.



1.76 pav. Raiščių kreipikliai (*a*) ir spaudiklis (*b*):
1 – plokštelių suspaudimo reguliavimo sparninės veržlės; 2 – ribinio tarpo tarp plokštelių nustatymo varžtas; 3 – kreipiamosios ąsos; 4 – raiščio prispaudimo atlaisvinimo svirtis

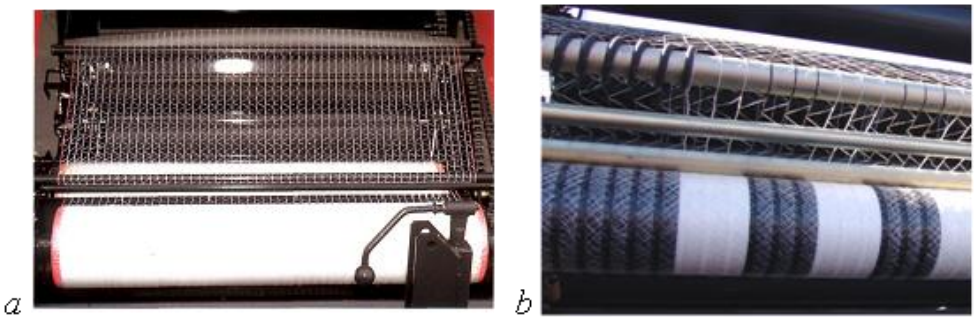
Paskui raiščių vijos nutiesiamos iki skirtingų skersmenų skriemulių bloko 1 (1.77 pav.). Uždedant raiščio vijas ant skirtingo skersmens skriemulių, keičiamas atstumas tarp gretimų vijų. Sukant į ritinius trumpastiebę žolę, raiščio vijos uždedamos ant didžiausio skersmens dviejų takelių skriemulio. Nuo skriemulio nutiestos raiščio vijos praveriamos per dvi kreipiklio 2 ąsas ir raiščio padėties keitimo įtaiso ąsas 3 ir 4. Jos turi būti vienodai nutolusios nuo kreipiklio 2 ąsų. Priešingu atveju, sukant skriemulių bloką, reikia patikslinti ąsų padėtį. Raiščio galai prakišami pro tarpą tarp gumoto paviršiaus ritinėlio bei prispaudimo ritinėlio ir nutiesiami iki peilio laikiklio ir apie 50 mm dar toliau. Raiščio atstumas nuo ritinio kraštų keičiamas perstatant krašte esančių ribotuvų padėtį.



1.77 pav. Raiščio vijų ant ritinio keitimo įtaisas:
1 – skriemulių blokas; 2 – kreipikliai; 3 ir 4 – raiščio padėties ant ritinio paviršiaus keitimo įtaiso dalys; 5 – gumoto paviršiaus ritinėlis

Ritiniui pasiekus nustatytą skersmenį pradeda veikti garso signalas ir įjungiami arba išjungiami šviesos signalai. Sustabdomas traktorius ir įjungiama rankinė arba automatinė ritinio apvyniojimo raiščiu sistema. Tai priklauso nuo kompiuterio galimybių.

Tinklelis (1.78 pav.). Ritinį apvynioti tinkleliu užtrunkama apie 5 s, dar tiek pat sugaištama, kol ritinys nustumiamas ant vyniotuvo ir uždaromas presavimo kameros galinis dangtis. Apvytintos žolės ritinys apvyniojamas nuo 2 iki 2,75, šieno – nuo 2 iki 2,25 ir šiaudų nuo 2,25 iki 3 kartų. Tinklelis yra susuktas ant 75–80 mm skersmens popierinio arba plastikinio cilindro. Tinklelio ilgis – 2100, 2600, 3150, 3600 arba 4200 m.



1.78 pav. Į presavimo kamerą nutiestas tinklelis:
a – vienos spalvos; *b* – su spalvotomis juostomis

Gaminamas 1,23; 1,27 ir 1,30 m pločio tinklelis, jo plotis turi būti didesnis už žolės ritinio plotį, nes jis turi dengti dalį ritinio galinio paviršiaus. Tada ritiniai nekeičia savo formos juos vežant ir kelis kartus perkraunant. Tinklelis turi tenkinti tokius reikalavimus: jo vieno metro ilgio masė – nuo 12 iki 16 g, tempiamas jis pailgėja nuo 5 iki 10 %, jo nutraukimo jėga yra nuo 2,7 iki 3,4 kN. Ritiniai laikomi kartoninėse dėžutėse horizontaliai, kad nebūtų deformuoti ritinio galai.

Tinklelio viduryje gali būti nubrėžta kitos spalvos juosta. Ji rodo apvyniojamo tinklelio padėtį ant ritinio. Be to, paskutinė nuo 50 iki 70 m ilgio tinklelio dalis gali būti nudažyta kita spalva. Traktorininkas įspėjamas, kad bus apvyniojami tik keli ritiniai. Vienam 1,25 m skersmens žolės ritiniui apvynioti reikia apie 8,5 m ilgio tinklelio.

Ritinio apvyniojimas tinkleliu. Kiekvieno ritininio preso gamintojo yra skirtinga ritinio apvyniojimo tinkleliu sistema, tačiau pagrindiniai principai yra panašūs. Ritininių presų su kintamo tūrio kamera tinklelio laikymo dėžė būna preso gale. Be to, skiriasi ir vijų skaičiaus skaitiklio konstrukcija ir t. t. Tinklelio ritinys uždedamas ant ašies. Tinklelio traukos pasipriešinimo jėga priklauso nuo stabdžio, kuris trukdo sukti tinklelio ritinį, prispaudimo jėgos. Tinklelis dedamas ant palaikomojo ritinėlio, tiesiamas iki tinklelio išlyginimo ritinėlio, prakišamas pro tarpą tarp gumoto paviršiaus ritinėlio bei prispaudimo ritinėlio ir nutiesiamas iki peilio laikiklio. Tinklelio apie 50 mm galas turi kaboti už peilių laikiklio.

Kai žolės ritinys pasiekia nustatytą skersmenį, įjungiamas garso signalas, sustabdomas traktorius, rankiniu būdu įjungiamas arba automatiškai įsijungia apvyniojimo procesas. Ritinėlis prispaudžiamas prie gumoto paviršiaus ritinėlio. Tinklelis tiekiamas į presavimo kamerą, jis sukamas apie ritinį. Ritinio stabdys trukdo jį sukti, todėl tinklelis standžiai priglunda prie žolės ritinio paviršiaus. Apvyniojus ritinį nustatytu vijų skaičiumi, išjungiamas tinklelio tiekimas, įjungiama peilio pavara. Peilis perpjauna tinklelį. Ritinio apvyniojimo tinkleliu procesas yra analogiškas raiščio apvyniojimui.

Masės tankis ritinyje. Gaminamuose presuose yra skirtingos augalų tankio ritinyje keitimo sistemos. Augalus sukant į ritinį didėja jo skersmuo. Pastovaus tūrio kameroje jam pasiekus maksimalų dydį, padidėja spaudimas į presavimo kameros užpakalinį gaubtą, kurį uždarytą laiko hidrauliniai cilindrai. Didėja alyvos slėgis sistemoje, įjungiamas garso signalas, kad traktorius sustotų, ir ritinys apvyniojamas raiščiu arba tinkleliu. Ribinis slėgis hidraulinėje sistemoje keičiamas įveržiant vožtuvo spyruoklę.

Yra ir kiti ritinio tankio keitimo būdai ir priemonės. Renkant drėgnokus šiaudus nustatoma, kad apie 0,9 m skersmens ritinyje masės tankis būtų mažesnis negu likusioje dalyje. Galima nustatyti, kad viršutinis ritinio sluoksnis būtų dar didesnio tankio. Panašūs augalų masės tankio keitimo būdai yra pastovaus-kintamo tūrio kameros presuose.

Valdymas

Ritininio preso veikimas valdomas kompiuteriu, kuris tvirtinamas traktoriaus kabinoje. Mažo laidumo presų technologinis procesas valdomas rankiniu būdu, junginėjant kompiuterio jungtukus. Labai našių presų daugumą technologinio proceso operacijų valdo kompiuteris, įjungus procesų automatinio valdymo jungtuką. Kiekvienam presui galima įsigyti technologinio proceso rankinio valdymo, rankinio-automatinio ir automatinio valdymo kompiuterį. Naujausių ritininių presų kompiuteriuose stebimas ritinių sudarymas, jų apvyniojimas tinkleliu ir plėvele. Preso valdymas programuojamas. Daug veiksmų valdo automatinė sistema.

Ritinio takas

Juo ritinys nurieda ant dirvos paviršiaus tiek, kad galima būtų uždaryti preso galinį gaubtą. Takas – tai metalinis rėmas (1.79 pav., *a*), gumota juosta, ant spyruoklių pakabinta metalo plokštė arba tiltelis (1.79 pav., *b*).

1.79 pav. Ritinio padėjimo ant dirvos paviršiaus mechanizmai:
a – spyruokliuojantis metalo rėmas; *b* – kilnojamasis tiltelis; *c* – ritinio pavertiklis

Juo švelniau ritinys nurieda taku ant dirvos paviršiaus, tuo didesnė tikimybė, kad ražiena nepradurs plėvelės. Apvyniotas plėvele ritinys statomas ant dirvos paviršiaus galine plokštuma (1.79 pav., *c*), kad nepakeistų savo formos ir nesusidarytų tuščios ertmės.

Kontroliniai klausimai	*1. Ritininių presų klasifikacija.*
	2. Kurioje kameroje susukto ritinio pastovus žolės tankis?
	3. Ar visi ritininiai presai ritinį apvynioja ir plėvele?
	4. Presų rinktuvų konstrukcijų ypatumai.
	5. Peilių apsauga ir galandinimas.
	6. Kiek kartų ritinys apvyniojamas raiščiu ir tinkleliu?
	7. Kodėl presavimo kameros diržų nelygus paviršius?
	8. Pagrindiniai reikalavimai tinkleliui.
	9. Ritinio padėjimo ant dirvos takai.

1.7.2. Stačiakampių ryšulių presai

Paskirtis. Surinkti šiaudų, apvytintos žolės sangrėbas, nesmulkintus arba susmulkintus augalus suspausti į stačiakampio formos ryšulius, juos aprišti raiščiu ir padėti ant dirvos. Mažų ryšulių presai gali ryšulius sukrauti į šalia važiuojančią transporto priemonę arba į gale prikabintą ryšulių kaupiklį.

Klasifikacija. Stačiakampių ryšulių presai būna:

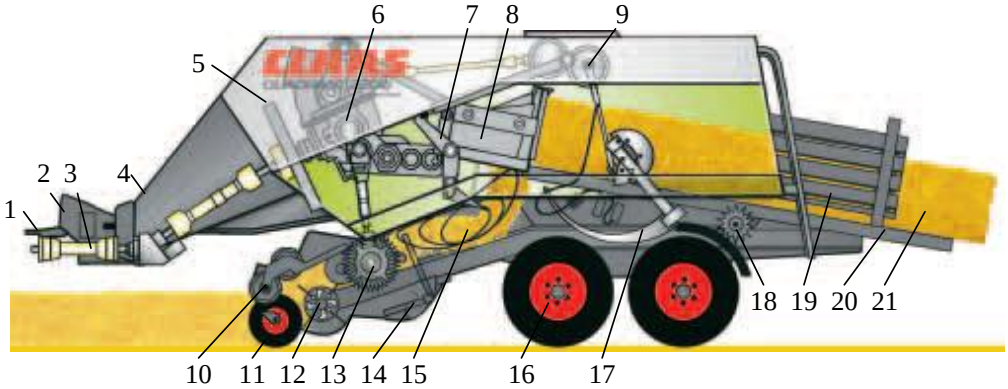
- prikabinamieji;
- savaeigiai;
- mažų ir didelių matmenų ryšulių;
- sudarantys vientisą arba sudėtinį ryšulį;
- su smulkinimo aparatu ir be jo;
- be ryšulių vyniotuvo ir su juo;
- su automatine veikimo kontrolės ir tepimo sistema arba be jų.

Stačiakampių ryšulių presai yra pranašesni už ritininius:

- našesni;
- dirba nenutrūkstamai (nesustoja ryšulio aprišimo metu);
- masės tankis ryšulyje pastovus ir didesnis negu ritinyje;
- ryšulys transporto priemonėje ir laikymo patalpoje užima mažiau vietos;
- kraunant ryšulius, didesnis krautuvų našumas;
- ryšulį gali sudaryti keli mažesni ryšuliai;
- perpjovus ryšulio raiščius, jis beveik išsiardo;
- ryšulyje geresnė apvytintos žolės siloso kokybė, nes didesnis masės tankis.

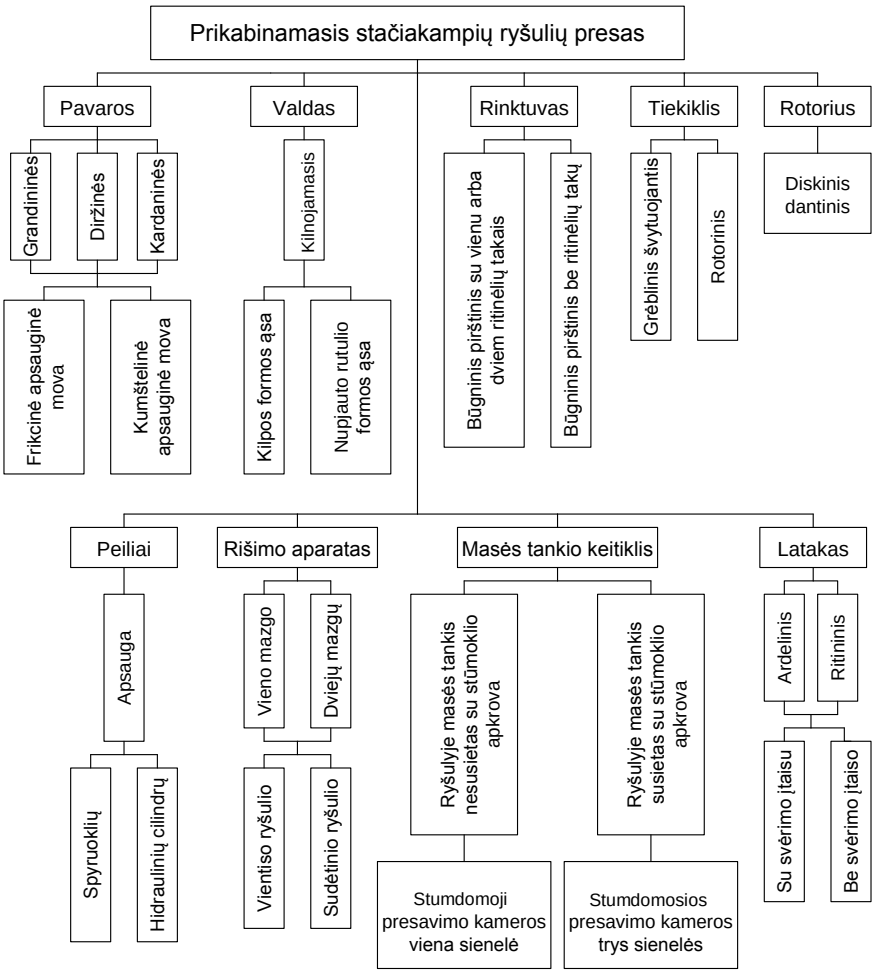
Mažų ryšulių presai suspaudžia žolę arba šiaudus į ryšulius, kurių plotis ir aukštis yra toks: 0,35 x 0,45; 0,46 x 0,36; 0,8 x 0,5; 0,8 x 0,7; 0,8 x 0,9 m. Vidutinių ryšulių presai – 1,2 x 0,7; 1,2 x 0,85; 1,2 x 0,9 m ir didelių ryšulių presai – 1,2 x 1,2; 1,2 x 1,3 m. Mažų matmenų ryšulių ilgis keičiamas nuo 0,4 iki 1,1 m, kitų – nuo 0,9 iki 2,7 arba net iki 3,2 m.

Stačiakampių ryšulių preso pagrindinės dalys yra rėmas 4 (1.80 pav.), prie kurio tvirtinama važiuoklė 16, rinktuvas 12, rotorius 13, peilių laikiklis 14, augalų tiekiklis 7, presavimo kamera 19, stūmoklis 8, rišimo aparatas 9 ir ryšulio latakas 20.



1.80 pav. Prikabinamojo stačiakampių ryšulių preso pagrindinės dalys [26]:
1 – valdo ąsa; 2 – valdas; 3 – pavaros velenas; 4 – rėmas; 5 – smagratis; 6 – pagrindinės pavaros reduktorius; 7 – šakinis tiekiklis; 8 – stūmoklis; 9 – rišimo aparatas; 10 – volas; 11 – rinktuvo atraminiai ratukai; 12 – rinktuvas; 13 – rotorius; 14 – peilių laikiklis; 15 – kanalas; 16 – važiuoklė; 17 – adatos; 18 – ryšulio ilgio matavimo žvaigždutė; 19 – presavimo kamera; 20 – latakas; 21 – raiščiu aprištas ryšulys

Prikabinamojo stačiakampių ryšulių preso technologinio proceso pagrindinių dalių klasifikacija pateikta 1.81 pav. Jų konstrukcijos ypatumai aiškinami kituose skyreliuose.



1.81 pav. Prikabinamojo stačiakampių ryšulių preso technologinio proceso dalių klasifikacija

Preso technologinis procesas. Traktoriui traukiant presą, augalų sangrėbas renka būgninis pirštinis rinktuvas 12 (1.80 pav.). Virš jo yra cilindrinis volas 10, kuris augalų juostą spaudžia prie rinktuvo pirštų. Rinktuvas dviem atraminiais ratukais 11 remiasi į dirvos paviršių, jų spaudimą sumažina atsvaros spyruoklės. Už rinktuvo yra augalų tiekimo rotorius 13, po juo peilių laikiklis 14, kuriame peiliai išdėstyti vienoje eilėje. Rotorius spaudžia ir stumia augalus peilių ašmenų paviršiumi, kurie juos supjausto į gabaliukus. Jų teorinis ilgis lygus atstumui tarp gretimų peilių. Susmulkintus augalų gabaliukus rotorinis arba šakinis tiekiklis 7 dalinai suspaudžia kanale 15. Kanalo gale yra valdomas užtvaras. Kai masės sluoksnis kanale atitinka presavimo kameros aukštį ir jo tankis pasiekia nustatytąjį, o stūmoklis 8 yra kairėje kraštinėje padėtyje, atidaromas užtvaras ir tiekiklis 7 įstumia sudarytą augalų sluoksnį į presavimo kamerą. Užtvaras grąžinamas į pradinę padėtį, o stūmoklis 8 stumia augalus į presavimo kameros galą, kuriame jau yra surištas ryšulys 21. Presavimo kameros viršutinė ir šoninės sienelės yra stumdomos hidraulinių cilindrų, todėl kameros skerspjūvio plotas nėra stačiakampis. Kameros pradžioje sudaroma stačiakampio formos ryšulio dalis, jai toliau pastumti kanalu reikia jėgos. Kai presavimo kameros skerspjūvis nėra stačiakampio formos, stūmoklis spaudžia augalus didesne jėga, todėl ryšulyje augalų tankis didėja.

Ryšulio ilgį matuoja žvaigždutė 18, kurios dantys sminga į ryšulio paviršių. Ryšuliui pasiekus nustatytą ilgį, įjungiama adatų 17, vėliau ir rišiklių 9 pavara. Adatos traukia raiščius iš ričių, apjuosia ryšulį 6 vijomis, rišikliai suriša mazgus ir peiliai nupjauna raiščių galus. Ryšulį tolyn stumia stūmoklio stumiamos naujos augalų porcijos. Iš presavimo kameros išstumtas anksčiau sudarytas ir aprištas ryšulys slenka lataku 21 ir pamažu gula ant ražienos. Ryšulys aprišimas traktoriui traukiant presą.

Korpusas, važiuoklė, valdas ir pavaros

Prie korpuso tvirtinamas valdas, važiuoklė ir preso technologinio proceso sistemos dalys.

Mažo ir vidutinio našumo presų važiuoklė yra vienos ašies, dviejų arba keturių ratų. Presą galima traukti iki 40 km h^{-1} greičiu. Našių presų važiuoklė yra vienos arba dviejų ašių. Galinės ašies ratai gali būti vairuojami. Preso

tempimo greitis – nuo 50 iki 65 km h^{-1}. Greitis priklauso ir nuo ratų padangų matmenų, taip pat nuo stabdžių sistemos. Daugumos presų stabdžių pavara yra pneumatinė arba mechaninė. Prese yra ir rankinis stabdis.

Valdo priekyje yra kilpos arba perpjauto tuščiavidurio rutulio formos ąsa, kuria jis sujungiamas su traktoriaus prikabinimo įtaisu. Ąsos tvirtinimo prie valdo arba valdo tvirtinimo prie korpuso vietą galima keisti, nes įvairių traktorių pakabinimo sistemos skirtingos. Sudilusios ąsos yra keičiamos. Atjungus presą nuo traktoriaus, valdo atrama pasukama ir atremiama į dirvos paviršių. Našiuose presuose yra atskira hidraulinė sistema. Prie valdo yra pritvirtintas alyvos bakas, siurblys ir kitos detalės.

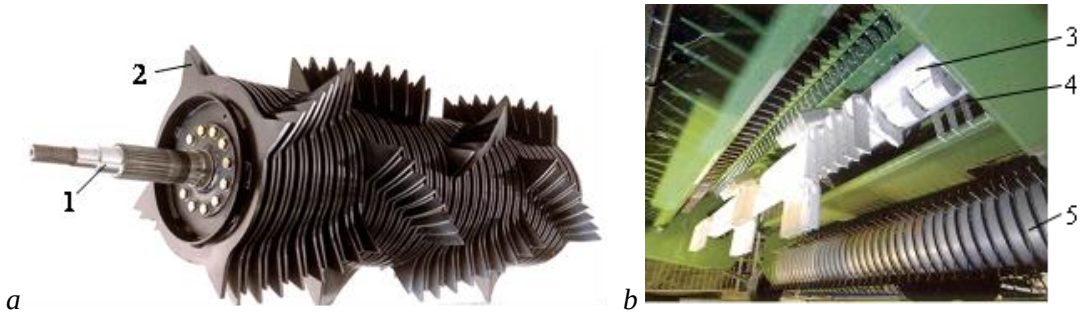
Preso darbines dalis suka traktoriaus galios velenas. Pagrindinė preso kardaninė pavara apsaugota frikcine mova, o našių presų – kumšteline mova. Smagratis uždėtas ant pagrindinės pavaros reduktoriaus veleno. Jis padeda įveikti trumpalaikes perkrovas. Labai našių presų smagratis yra apie 0,98 m skersmens, jo masė siekia apie 600 kg, todėl stūmoklis slankioja tyliai, nesukeldamas vibracijų. Preso pagrindinei pavarai pradėti sukti reikia daug galios, todėl labai laidžių presų pavarą pradeda sukti hidraulinis variklis, o vėliau įjungiama kardaninė pavara.

Rinktuvas, smulkinimo aparatas ir tiekiklis

Būgninis pirštinis rinktuvas tiekia augalų sangrėbą smulkinimo aparato rotoriui arba kimšikliui. Šio rinktuvo konstrukcija panaši į rinktuvinių priekabų ir ritininių presų rinktuvus.

Presų rinktuvai yra platūs (nuo 1,98 iki 3,0 m), nes javų kombainai palieka plačias šiaudų pradalges, o dviejų arba keturių rotorių grėblio sudarytų sangrėbų plotis yra > 2 m pločio. Rinktuvų spyruokliuojančių pirštų skersmuo siekia 6,3 mm. Atstumas tarp gretimų penkiomis arba šešiomis eilėmis išdėstytų pirštų yra 55 arba 66 mm (žr. „1.5. Rinktuvinės priekabos“).

Smulkinimo aparatą sudaro rotorius ir po juo esantys peiliai. Rotoriaus (1.82 pav., *a*) skersmuo priklauso nuo preso laidumo ir būna nuo 0,55 iki 0,86 m. Rotorių sudaro keturių arba daugiau dantų diskai, pasukti vienas kito atžvilgiu tiek, kad dantys sudarytų sraigtines linijas. Ne visi peiliai vienu metu pjauna augalus, todėl yra mažesnė rotoriaus apkrova. Tarp rotoriaus gretimų diskų praeina peiliai.



1.82 pav. Keturių dantų diskinis rotorius (*a)* ir papildomas rotorinis šiaudų smulkintuvas (*b*):
1 – velenas; 2 – keturių dantų diskai, 3– papildomo smulkintuvo rotorius; 4 – peiliai; 5 – rinktuvas

Peiliai sudėti į laikiklį. Juos pradinėje padėtyje laiko spyruoklės arba hidrauliniai cilindrai, sujungti su hidrauliniais akumuliatoriais. Rotoriaus pirštams stumiant kliuvinį peilių paviršiumi, jis peilius pastumia žemyn ir įveržia spyruokles. Vėliau spyruoklės peilius grąžina į pradinę padėtį. Laikiklyje galima keisti peilių skaičių, todėl kinta ir pjaustinio gabaliukų ilgis.

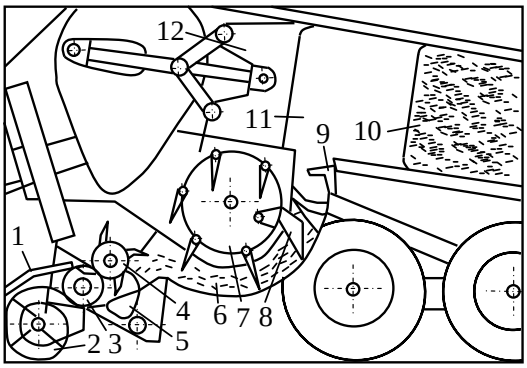
Laikiklį kilnoja šoniniai hidrauliniai cilindrai. Jį nuleidus žemyn ir atlaisvinus fiksatorių galima patraukti į šoną, pakeisti sulūžusį peilį arba visus juos išėmus pagaląsti. Dabartiniuose presuose yra nuo 16 iki 49 peilių, teorinis gabaliukų ilgis – nuo 78 iki 20 mm. Naujausiuose presuose didinamas peilių skaičius. Augalams smulkinti reikia papildomai nuo 12 iki 17, o smulkinimo aparato veikimui – apie 50 kW galios. Todėl stačiakampių ryšulių presai agreguojami su 90–160, labai našūs – su 180–350 AG traktoriais. Masės tankis ryšulyje padidinamas keičiant presavimo kameros skerspjūvio plotą ir peilių skaičių. Augalai dar labiau susmulkinami, kai prese už rinktuvo yra rotorinis šiaudų smulkintuvas (1.82 pav., *b*). Jį sudaro 520 mm skersmens rotorius 3. Prie ašies dviem eilėmis pakabinti 56 dvipusių ašmenų peiliai 4. Rotorius sukamas 3000 min^{-1} dažniu. Priešpeiliai išdėstyti dviem eilėmis. Apatinės eilės 47 priešpeiliai gali užimti tris padėtis, o viršutinės – gali būti įjungti arba išjungti. Teorinis pjaustinio gabaliukų ilgis – 21 mm.

Tarp smulkinimo aparato rotoriaus 4 (1.83 pav.) ir presavimo kameros 11 apačios yra tarpas, kurį užima kanalas 6. Jame rotorinis kimšiklis 7 suspaudžia nesmulkintus augalus arba susmulkintų augalų gabaliukus.

Technologinis procesas. Preso rinktuvas 2 tiekia rotoriniam kimšikliui 7 kintantį augalų srautą, nes šiaudų sangrėbos metro ilgio masė kinta nuo 1 iki 4 kg, o apvytintos žolės – dar daugiau. Be to, traktorius važiuoja nepastoviu greičiu. Į presavimo kamerą 11 turi būti įstumti vienodo aukščio ir tankio dalinai suspausti augalų sluoksniai, kad ryšulys būtų stačiakampio formos ir masės tankis ryšulio skerspjūvio plote būtų pastovus.

Kanalo 6 dugnas yra nejudamas arba jį spaudžia spyruoklės. Patekus kliuviniui dugnas pastumiamas. Taip apsaugomi kimšiklio dantys nuo sulaužymo. Kanalo dugne yra pritvirtinti slėgio arba drėgnio jutikliai, kurie teikia informaciją apie masės tankį ir drėgnį kanale. Nesmulkintus arba susmulkintus augalus kanalu gali stumti švytuojantis šakinis, rotorinis 7 arba kombinuotas kimšiklis.

Kanalo gale yra užtvaras 9. Kanalu 6 augalus link užtvaro 9 stumia rotoriaus šešių eilių dantys. Kai kanale suspaustų augalų tankis viršija leistinąjį, atidaromas užtvaras 9, pakeičiama rotoriaus vienos dantų eilės 8 judėjimo trajektorija ir jie suspaustą augalų sluoksnį, sudarytą iš 6 dalių, įstumia į presavimo kamerą. Užtvaras uždaromas, stūmoklis presavimo kameroje stumia augalų sluoksnį link jame sudaromo ryšulio 10. Dantys 8 juda pradine trajektorija.



1.83 pav. Stačiakampių ryšulių preso ir ryšulio sudarymo pagrindinės dalys:
1 – gaubtas; 2 – rinktuvas; 3 – šoninės sraigės; 4 – rotorius; 5 – peiliai; 6 – kanalas; 7 – rotorinis kimšiklis; 8 – kimšiklio dantys; 9 – užtvaras; 10 – ryšulys; 11 – presavimo kamera; 12 – stūmoklis

Presavimo kamera

Ją sudaro keturios sienelės. Viršutiniąją ir dvi šonines stumdo hidrauliniai cilindrai, todėl kanalo ilgyje mažėja skerspjūvio plotas. Kuo jis mažesnis kanalo gale negu pradžioje, tuo masės tankis ryšulyje yra didesnis.

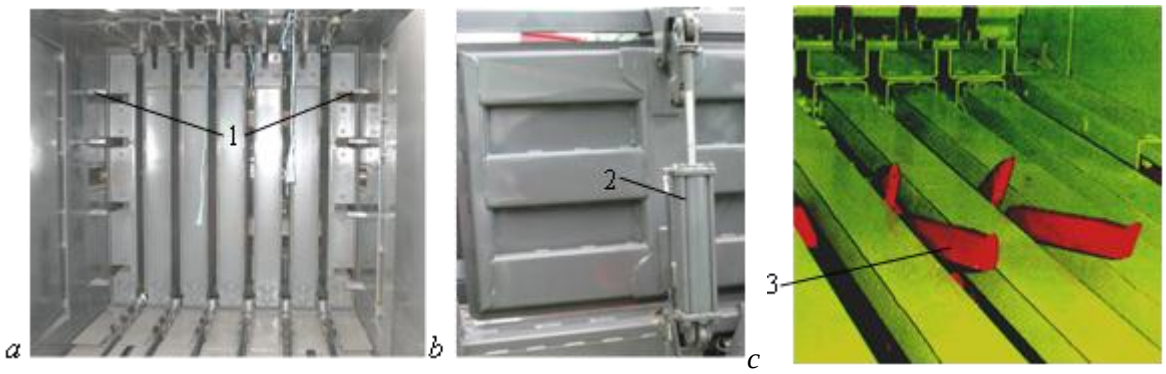
Stūmoklį 3 (1.84 pav., *b*) stumdo prie pagrindinės pavaros reduktoriaus 1 (1.84 pav., *a*) pritvirtinti du švaistikliai 2. Stūmoklio šone esantys ritinėliai 4 (1.84 pav., *c*) rieda presavimo kameros išorėje esančiais takais 5. Prie stūmoklio švaistiklių yra prijungti apkrovos jutikliai. Stūmoklis per minutę padaro nuo 38 iki 47 eigų.

1.84 pav. Preso stūmoklis ir jo pavara [33]:
a – pavaros reduktorius (1), švaistikliai (2); *b* – stūmoklis (3); *c* – ritinėlių (4) takas (5)

Darbo metu, jei stūmoklio apkrova kinta nedaug, ryšulyje masės tankis būna pastovus. Masės tankis ryšulyje priklauso nuo presavimo kameros skerspjūvio ploto. Tankis kameroje pakinta, kai hidrauliniai cilindrai 2 (1.85 pav., *b*) pastumia presavimo kameros viršutinę arba šonines sieneles. Kiekvieną sienelę stumdo vienas 2 arba du cilindrai. Pakeitus presavimo kameros skerspjūvio plotą, stūmokliui pastumti kameroje sudaromam ryšuliui reikia daugiau jėgos. Jėgą matuoja prie stūmoklio švaistiklių pritvirtinti jutikliai. Stūmokliui pastumti reikiama jėga priklauso nuo rinktuvo tiekiamos masės. Preso automatinė valdymo sistema suderina masės tankį ryšulyje su stūmoklio apkrova ir tiekiamu augalų srautu.

Stūmokliui slenkant pirmyn, spaudžiamas augalų sluoksnis nustumiamas už presavimo kameros šonuose esančių spyruokliuojančių kaiščių 1 (1.85 pav., *a*). Stūmokliui slenkant atgal, suspaustą sluoksnį prilaiko kaiščiai.
Po darbo būtina iš presavimo kameros išstumti paskutinį ryšulį. Į ryšulį įspaudžiami po presavimo kamera (1.85 pav., *c*) arba virš jos esantys stūmikliai 3. Juos stumdo hidraulinis cilindras.

Presavimo kameroje visada yra du ryšuliai: vienas aprištas raiščiu, o kitas dar sudaromas. Pervažiuojant iš vieno lauko į kitą, aprištąjį ryšulį reikia pašalinti iš presavimo kameros. Naujausiuose presuose yra dviguba ryšulių išstūmimo iš presavimo kameros sistema. Pirma išstumiamas aprištas raiščiu ryšulys, paskui gali būti išstumtas ir nebaigtas sudaryti ryšulys.



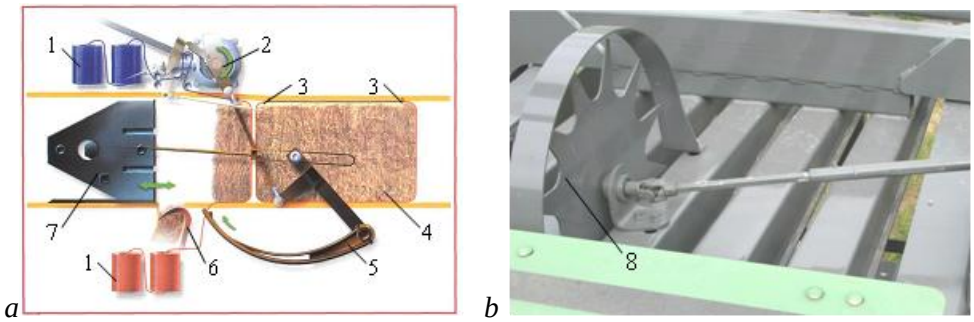
1.85 pav. Presavimo kamera:
1 – kaiščiai (*a*); 2 – sienelę stumdantis hidraulinis cilindras (*b*); 3 – ryšulio stūmikliai (*c*)

Rištuvas

Rištuvą sudaro (1.86 pav., *a*) rišikliai 2, adatos 5, raiščio ritės 1 ir ryšulio ilgio matuoklis 8 (1.86 pav., *b*). Adatos 5 (1.86 pav., *a*) apjuosia ryšulį raiščiais, o rišikliai suriša jų galus, kad kraunant bei vežant nepasikeistų jo forma ir masės tankis.

Ryšulio ilgio matuoklį sudaro žvaigždutė 8 (1.86 pav., *b*), kurios dantys sminga į slenkančio ryšulio viršų arba apačią. Žvaigždutė suka adatų pavaros įjungimo įtaisą. Pavaros įjungimo momentą galima keisti. Tada slenkantis ryšulys žvaigždutę suks ilgiau arba trumpiau.

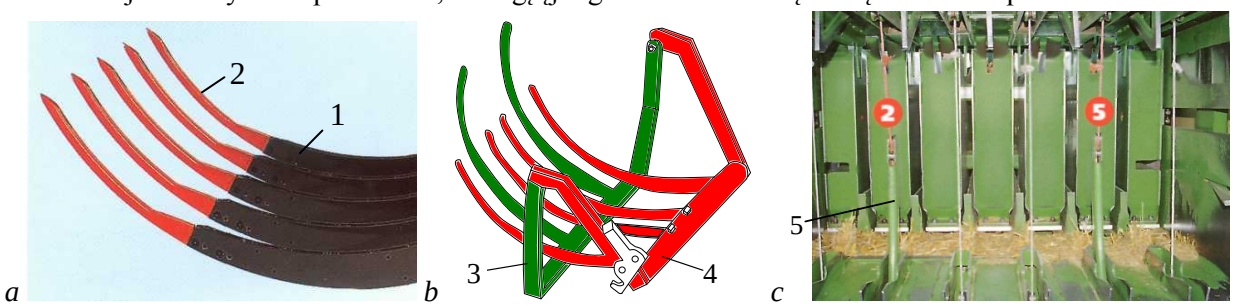
Adatos (1.87 pav., *a*) apgaubia ryšulį raiščiais, jų galus įdeda į rišiklio laikiklius, palaiko, kol kilpikliai suriša raiščio galus, ir peilis juos nupjauna. Paskui grįžta į pradinę padėtį nutiesdamos raiščius kitam ryšuliui. Adatos yra vientisos arba sudarytos iš dviejų dalių, kad nulūžusią galima būtų greitai pakeisti. Adatas nuo sulaužymo apsaugo pavaroje esantis nukerpamasis kaištis.



1.86 pav. Dviejų mazgų rišimo aparato pagrindinės dalys (*a*) ir ryšulio ilgio matavimo žvaigždutė (*b*):
1 – raiščio ritės; 2 – rišikliai; 3 – raiščio mazgai; 4 – ryšulys; 5 – adatos; 6 – užtvaras; 7 – stūmoklis; 8 – ryšulio ilgio matavimo žvaigždutė

Preso ryšulys gali būti sudarytas iš 6 ar 9 atskirų ryšuliukų, kurių ilgis – 0,45 ar 0,30 m. Ryšulį gali sudaryti ir du 1,35 m ilgio ryšuliai. Kiekvienas ryšuliukas apjuosiamas dviem raiščiais, o visas ryšulys – keturiais raiščiais. Ryšulį išardžius, atskirus mažesnius ryšuliukus patogiau pervežti fermoje.

Sudėtinio ryšulio kiekvienam ryšuliukui aprišti raiščiu prie laikiklio 3 (1.87 pav., *b*) pritvirtintos dvi, o visam ryšuliui – prie laikiklio 4 pritvirtintos keturios adatos. Mažajam ryšuliukui pasiekus nustatytą ilgį įjungiama dviejų adatų laikiklio 3 pavara. Adatos 2 ir 5 (1.87 pav., *c*) nutiesia raiščius į rišiklius. Mažasis ryšuliukas aprišamas dviem raiščio vijomis. Ryšuliui pasiekus 2,7 m ilgį įjungiama kita keturių adatų laikiklio 4 pavara.



1.87 pav. Adatos (*a*), dviejų adatų grupių laikiklis (*b*) ir mažąjį ryšuliuką raiščiu apjuosiančios antra ir penkta adatos (*c*):
1 – adatos; 2 – keičiami antgaliai; 3 – dviejų adatų laikiklis; 4 – keturių adatų laikiklis; 5 – antra ir penkta adatos

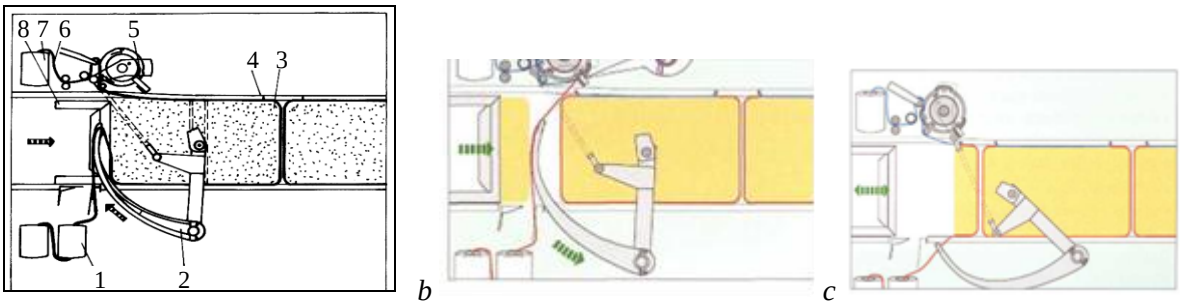
Gaminami šiaudų presai, kurių ryšulių aukštis yra 1,3, plotis – 1,2, ilgis – 3,2 m. Ryšulio tūris 25 % didesnis už 0,9 m aukščio ryšulio ir siekia 5 m^3. Aukšto spaudimo presų šiaudų ryšulio masė 25 % didesnė už įprastinų ryšulių ir siekia apie 500 kg.

Raištis ir rišiklis

Raiščio ritės etiketėje turi būti pažymėta raidės „U V“, t. y. atsparus saulės spindulių poveikiui. Be to, nurodoma, kiek metrų raiščio yra viename kilograme. Dažniausiai naudojamas raištis, kurio viename kilograme yra 130 m. Raiščio ritės masė 9 arba 11,5 kg. Mažesnių matmenų šiaudų ryšuliams aprišti pakanka raiščio, kurio kilograme yra 150 arba net 400 m (ritės masė 5 kg). Didelių matmenų ryšuliams aprišti naudojamas raištis, kurio viename kilograme yra 108 m.

Raištis yra susuktas į tuščiavidures rites. Jos sudedamos į preso abiejuose šonuose esančias dėžutes. Dėžutėse telpa nuo 20 iki 32 ričių. Vienos ritės išorėje esantis raiščio galas surišamas su gretimos ritės viduje esančiu raiščio galu.

Rišiklis suriša raiščio galus. Našiuose presuose naudojami dviejų mazgų rišikliai (1.88 pav.). Jie skiriasi nuo įprastinių tuo, kad rišiklių veleną pasukus 360° kampu surišami du mazgai.



1.88 pav. Dviejų mazgų rišiklio veikimo schema:
a – adatos tiesia raištį rišikliui; *b* – adatų grąžinimas į pradinę padėtį; *c* – adatų pradinė padėtis, sudaromas naujas ryšulys;
1 ir 7 – raiščio ritės; 2 – adatos; 3 – ryšulys; 4 – mazgas; 5 – rišikliai; 6 – raiščio vija; 8 – stūmoklis

Sudarant ryšulį, raištis traukiamas iš 1 ir 7 ričių ir klojamos viršutinė ir apatinė raiščio vijos. Raištis netraukiamas pro tarpą tarp dviejų gretimų ryšulių vertikalių sienelių, todėl nėra pavojaus, kad jis gali būti nutrauktas. Įjungus adatų pavarą, jos raiščio apatinę viją įdeda į rišiklio laikiklį. Įjungiama rišiklių pavara ir surišamas vienas mazgas. Tada rišamas kitas mazgas naujam ryšuliui. Peilis perpjauna raiščio galus taip, kad viršutinio raiščio galas lieka laikiklyje. Adatos grąžinamos į pradinę padėtį. Jos nutiesia naujam ryšuliui raiščio apatines vijas. Sudaromas naujas ryšulys, kurio viršuje ir apačioje klojamos raiščio vijos. Raiščio įtempimą rodo manometras. Jų judėjimą seka jutikliai. Nutrūkus raiščiui, kompiuteris įjungia garso ir šviesos signalus.

Darbo metu rišikliai apsivelia augalų liekanomis, raiščio atplaišomis. Juos nuvalo tiesiasraučio arba ašinių ventiliatorių sudaromas oro srautas. Našiuose presuose kiekvieną rišiklį nuvalo oro kompresoriaus sudaromos labai stiprios oro srovės. Jų stiprumą galima keisti.

Rišimo metu rišiklius veikia didelės apkrovos, todėl juos periodiškai reikia tepti biologine alyva. Vidutinio našumo presuose rišikliai tepami rankiniu presu. Nuo jo nutiestas vamzdelis iki skirstytuvo, o nuo pastarojo – atskiri vamzdeliai iki kiekvieno rišiklio. Periodiškai keliais preso svirties paspaudimais patepami rišikliai.

Našiuose presuose yra automatinė tepimo sistema. Preso kompiuteriu galima keisti tepimo periodiškumą ir tiekiamo tepalo kiekį. Skirtingų presų yra skirtingos automatinio tepimo sistemos.

Ryšulių latakas, preso valdymas ir našumas

Iš presavimo kameros išstumtas ryšulys slenka lataku žemyn ir krenta ant dirvos. Latako dugnas yra ardelinis (1.89 pav., *a*) arba ritininis (1.89 pav., *b*). Jis sudarytas iš dviejų dalių. Esant transporto padėčiai, latakas yra vertikalios padėties, o jo galas padėtas ant presavimo kameros viršaus.

1.89 pav. Ryšulių ardelinis (*a*) ir ritininis (*b*) latakai ir svarstyklės (*c*):
1 – laikiklis; 2 – keičiamo ilgio pakabos; 3 – jutikliai; 4 – svarstyklių latakas; 5 – ryšulys

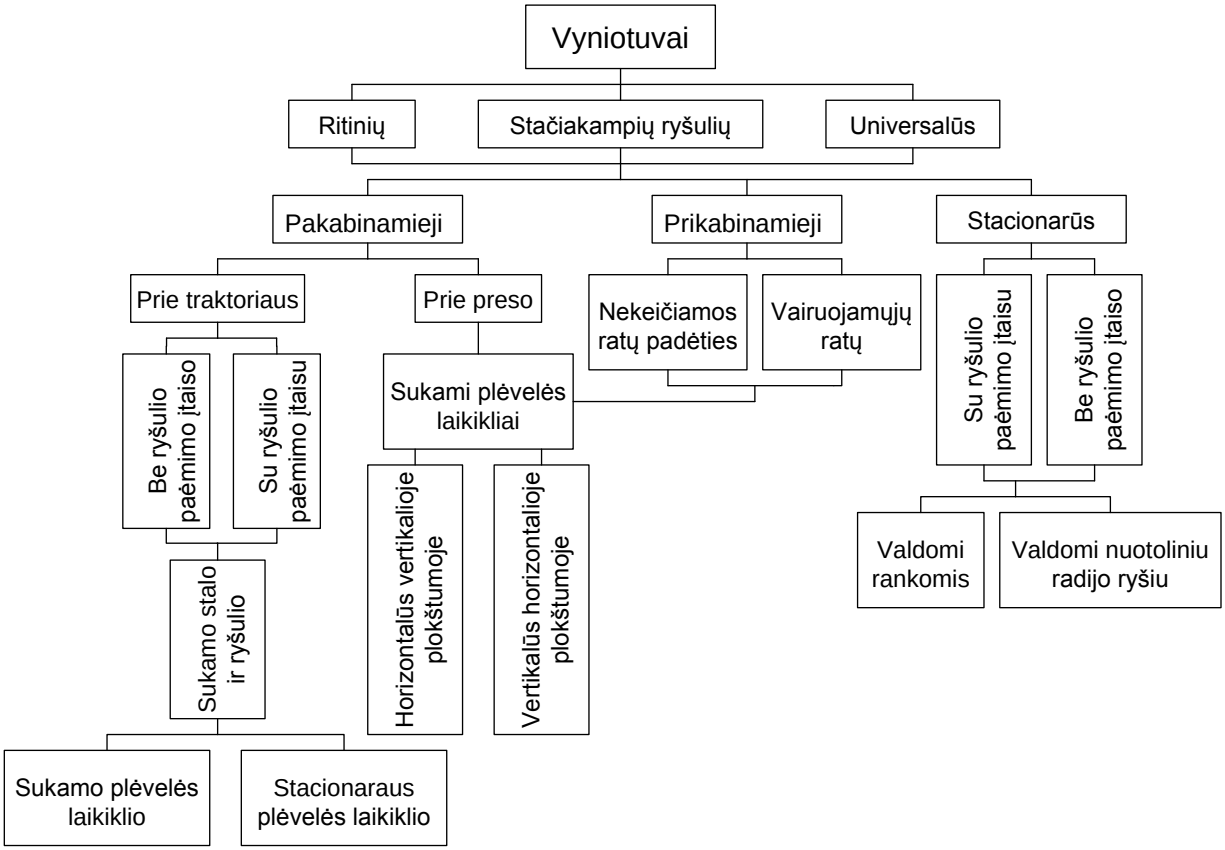
Stačiakampių ryšulių preso našumas labiausiai priklauso nuo renkamos augalų sangrėbos metro ilgio masės. Vidutinio našumo presas per valandą supresuoja apie 30 t šiaudų, kai sangrėbos metro ilgio masė – 4,5 kg, o kai masė 2 kg – tik 16 t. Masės tankis ryšulyje 100–130 kg m^{-3}. Presai, kurie sudaro 0,7 x 1,2 x 2,7 m ryšulius, per valandą supresuoja 47 t šiaudų, masės tankis ryšulyje siekia 150 kg m^{-3}. Labai našių presų sausų šiaudų ryšulio (1 x 1,2 x 2,5 m) masė siekia apie 400 kg. Per valandą supresuojama apie 60 t šiaudų, jų tankį ryšulyje galima keisti nuo 135 iki 170 kg m^{-3}.

Kontroliniai klausimai	*1. Kas apsaugo preso stūmoklį nuo perkrovų?*
	2. Kodėl rotorinio tiekiklio diskų dantys yra ne vienoje eilėje?
	3. Kas apsaugo peilius nuo sulaužymo?
	4. Kaip pašalinti ryšulį iš presavimo kameros?
	5. Kiek ryšulių darbo metu yra presavimo kameroje?
	6. Kaip keičiamas ryšulio ilgis?
	7. Kaip keičiamas augalų masės tankis ryšulyje?
	8. Kiek raiščio metrų yra ritėje?
	9. Kuo skiriasi vieno ir dviejų mazgų rišiklis?
	10. Kas nuvalo rišiklius?
	11.Kaip nustatoma ryšulio masė?
	12. Kokia yra šiaudų ryšulio masė ir tankis?

1.8. Ritinių ir ryšulių vyniotuvai

Paskirtis. Apvynioti plėvele apvytintos žolės (apie 35 % s. m.) ritinius arba stačiakampius ryšulius, kad nepatektų oras ir juose vyktų konservavimo anaerobinis procesas [20].

Klasifikacija. Vyniotuvai yra pakabinami ir prikabinami prie traktoriaus (1.90 pav.).



1.90 pav. Vyniotuvų klasifikacija

Jie turi įtaisą žolės ritiniams paimti nuo dirvos paviršiaus, jį uždėti ant vyniotuvo stalo, o apvyniotą plėvele vėl padėti ant dirvos. Prikabinamųjų vyniotuvų važiuoklės vairuojami ratai. Universalūs vyniotuvai plėvele apvynioja tiek ritinį, tiek stačiakampį ryšulį.

Stacionarų pakabinamąjį vyniotuvą traktorius atveža į lauką. Jis turi vidaus degimo variklį, kuris suka vyniotuvo pavaras. Traktorius deda ritinius arba stačiakampius ryšulius ant vyniotuvo stalo. Apvyniotus ritinius ant dirvos padeda kėliklis. Vyniotuvo veikimą galima valdyti nutolus nuo vyniotuvo radijo ryšiu.

Ritininiai presai gaminami ir su pakabintu vyniotuvu. Traktorius stabteli, iki apvyniotas tinkleliu ritinys iš presavimo kameros nustumiamas ant vyniotuvo stalo. Traktoriui važiuojant ritinys apvyniojamas plėvele. Dar kartą sustojus, apvyniotas ritinys padedamas ant dirvos, o išridentas iš presavimo kameros – ant vyniotuvo stalo. Vyniotuvą atjungus nuo preso, jis naudojamas šiaudams presuoti.

Mažo našumo vyniotuve plėvelės laikiklis nejuda. Juda horizontalioje plokštumoje sukamas stalas ir apie ašį – ritinys. Našaus vyniotuvo stalas apie ašį suka tik ritinį, o apie jį sukami vienas arba du plėvelės laikikliai. Panašiai apvyniojami ir stačiakampiai ryšuliai. Vyniotuvo stalo konstrukcija yra sudėtingesnė.

Ritinio arba ryšulio apvyniojimo kokybė priklauso nuo plėvelės, jos įtempimo vyniojimo metu, užlaidų ir vijų skaičiaus.

1.8.1. Plėvelė

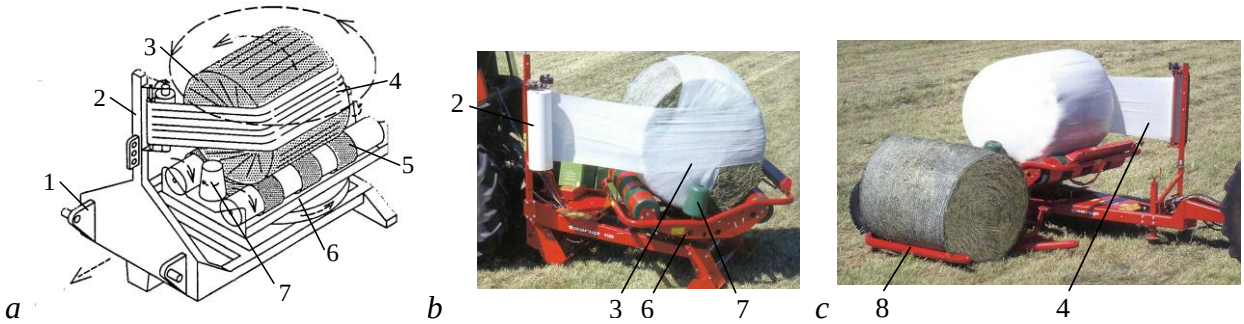
Naudojama trijų arba penkių sluoksnių lipni ir tąsi plėvelė. Ji turi gerai priglusti prie ryšulio paviršiaus. Atskiri plėvelės sluoksniai taip pat turi gerai sulipti. Plėvelė yra atspari saulės spindulių poveikiui. Tempiama ji turi pailgėti nuo 55 iki 75 %, tada jos plotis sumažėja apie 100 mm. Plėvelės storis 25 μ, ištempus – turi būti daugiau kaip 12 μ. Plėvelė yra įvairių spalvų: balta, šviesiai žalia, juoda. Geriausia – žalios spalvos, nes mažiausiai skiriasi nuo aplinkos ir gerai atspindi saulės spindulius.

Vyniojant plėvelę užlaida siekia apie pusę jos pločio. Ryšulį turi dengti 4–6 plėvelės sluoksniai. Jeigu augalų sausosios medžiagos (s.m.) sudaro daugiau kaip 35 %, vijų skaičių gali tekti dar padidinti. Jeigu ryšulius dedant ant dirvos arba juos kilnojant praduriama plėvelė, plyšys uždengiamas specialia lipnia juosta.

Plėvelė yra susukta ant 76 mm skersmens kartoninio vamzdžio. Kai plėvelės plotis 0,5 m, tai jos ritinio skersmuo siekia 250 mm, juostos ilgis – 1800 m, o kai plėvelės plotis – 0,75 m; atitinkamai 230 mm; 1500 m. Mažo skersmens ryšuliams apvynioti naudojama 250 mm pločio plėvelė. Jos ilgis ritinyje – 1800 m.

1.8.2. Sukamojo stalo ir ritinio vyniotuvai

Mažo našumo pakabinamojo arba prikabinamojo vyniotuvo plėvelės laikiklis 2 nejuda (1.91 pav., *a*). Plėvelę tempia horizontalioje plokštumoje sukamas stalas 6 su ant jo padėtu ritiniu 3. Kad plėvelės gretimų juostų užlaida būtų apie pusę jos pločio, sukamas ir ritinys.



1.91 pav. Sukamojo stalo ir ritinio vyniotuvas [35]:
a – pakabinamojo vyniotuvo veikimo schema; *b* – pakabinamasis vyniotuvas su nejudamu plėvelės laikikliu (2);
c – su ritinių šakiniu kėlikliu (8); 1– rėmas su pakabinimo įtaisu; 2 – plėvelės laikiklis; 3 – ritinys; 4 – plėvelė; 5 – volai;
6 – stalas; 7 – kreipiamieji ritinėliai; 8 – šakinis kėliklis

Ant ritinio gali būti apvyniota nuo 4 iki 10 plėvelės sluoksnių. Dažniausiai pakanka 6 plėvelės sluoksnių. Ritinius ant vyniotuvo stalo uždeda traktoriaus krautuvas arba vyniotuvo šakinis kėliklis 8 (1.91 pav., *c*). Pakreipus stalą, apvyniotas ritinys nurieda ant dirvos.

1.8.3. Sukamojo ritinio ir plėvelės laikiklio vyniotuvas

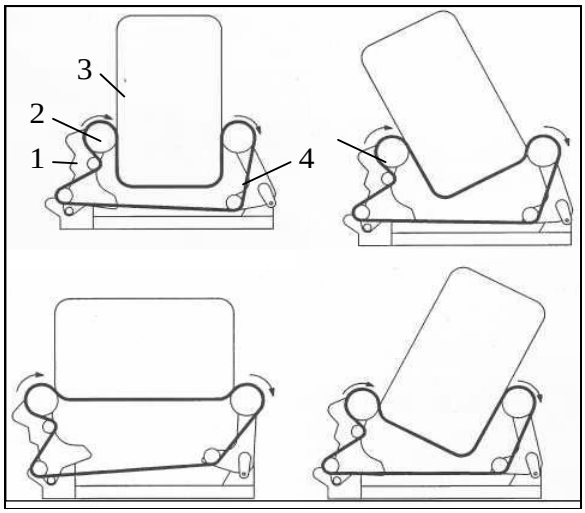
Mažo našumo pakabinamieji arba prikabinamieji prie traktoriaus vyniotuvai turi vieną plėvelės laikiklį 2 (1.92 pav., *a*), kuris juda apie volų 4 sukamą ritinį 5. Našesniuose prikabinamuose vyniotuvuose apie ritinį sukami du plėvelės laikikliai 2 (1.92 pav., *b*).

1.92 pav. Sukamojo ritinio vieno arba dviejų plėvelės laikiklių vyniotuvas [35]:
a – sukamojo stalo ir vieno plėvelės laikiklio vyniotuvas; *b* – sukamųjų dviejų plėvelės laikiklių vyniotuvas; *c* – ritinio padėjimas ant dirvos; 1 – rėmas su pakabinimo įtaisu; 2 – laikiklis; 3 – plėvelės laikiklio sukimosi ašis; 4 – volai; 5 – ritinys; 6 – plėvelė; 7 – šakinis kėliklis; 8 – stalas; 9 – kreipiamasis diskas

Ritinį ant stalo užkelia šakinis kėliklis 7. Apsukus ritinį plėvele, pakreipiamas stalas 8 ir ritinys padedamas ant dirvos. Kad ritinys remtųsi į dirvos paviršių galine plokštuma, vyniotuvo gale yra kreipiamasis diskas 9. Ritinio apvyniojimo procesas valdomas traktoriaus kabinoje esančiu pultu. Plėvelės įtempimą, jos slinkimą seka jutikliai. Nutrūkus plėvelei, vyniojimas sustabdomas.

1.8.4. Stačiakampių ryšulių vyniotuvai

Sudėtingiausia plėvele uždengti stačiakampio ryšulio kampus ir skirtingo ploto plokštumas. Vyniojimo metu ryšulys 3 (1.93 pav.) sukamas. Kad jis nenukristų nuo juostinio transporterio 4, yra keičiama varančiųjų volų 2 laikiklių 1 padėtis. Ant stačiakampių ryšulių vyniotuvo stalo ryšulį uždeda traktorinis krautuvas arba prie vyniotuvo pritvirtintas šakinis kėliklis.

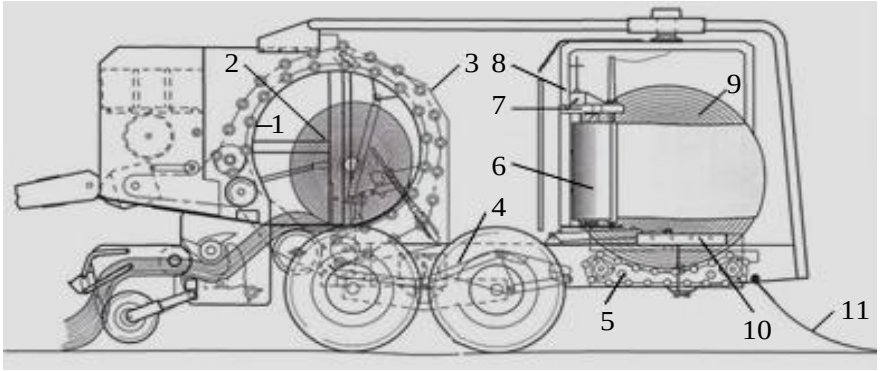


1.93 pav. Stačiakampių ryšulių vyniotuvo veikimo schema:
1 – volų laikikliai; 2 – varantieji volai; 3 – ryšulys; 4 – juostinis transporteris

Gaminami universalūs vyniotuvai. Jie plėvele apvynioja ritinius ir stačiakampius ryšulius. Naujos kartos stačiakampių ryšulių vyniotuvų ryšulio paėmimo ir sukimo volai paima nuo dirvos paviršiaus ryšulį. Volams sukant ryšulį, du plėvelės laikikliai juda apie ryšulį ir jį apvynioja plėvele, ryšulys padedamas ant dirvos. Ryšulio apvyniojimo technologinį procesą valdo traktorininkas arba kompiuterio automatinė valdymo sistema. Sudėtingesnės konstrukcijos vyniotuvai apvynioja du ryšulius, nes yra mažesnės plėvelės sąnaudos. Apvyniotus ryšulius surenka specialios mašinos.

1.8.5. Ritininiai presai su vyniotuvu

Gaminami ritininiai presai su ritinių apvyniojimo plėvele vyniotuvu (1.94 pav.). Kai presavimo kameroje 1 yra susuktas ritinys 2, traktoriaus kabinoje esančiame valdymo pulte įjungiamas garsinis signalas. Sustabdomas traktorius ir ritinys apvyniojamas tinkleliu. Pakeliamas preso galinis gaubtas 3 ir ritinys išridenamas ant kėliklio 4. Pakreipus kėliklį, ritinys padedamas ant grandiklinio transporterio 5. Kėliklis grąžinamas į pradinę padėtį, uždaromas preso galinis gaubtas 3. Traktoriui važiuojant presavimo kameroje sukamas naujas ritinys, o gulintis ant transporterio pradedamas apvynioti plėvele. Stalo grandiklinis transporteris 5 suka ritinį 9, o du priešingose pusėse esantys plėvelės ritinių 6 laikikliai 8 sukami apie ritinį. Apvyniojus ritinį nustatytu plėvelės vijų skaičiumi, automatinė valdymo sistema sustabdo plėvelės laikiklių judėjimą ir ritinio sukimą. Dantyto peilio 10 įtaisas subado ir prispaudžia plėvelę prie gembės.



1.94 pav. Ritininiame prese susukto ritinio vyniojimo plėvele technologinė schema [33]:
1 – presavimo kamera; 2 ir 9 – ritiniai; 3 – preso galinis gaubtas; 4 – kėliklis; 5 – grandiklinis transporteris; 6 – plėvelės ritiniai; 7 – plėvelės ritinių sukimo įtaisas; 8 – plėvelės ritinių laikikliai; 10 – peilis; 11 – takelis

Presavimo kameroje susukus naują ritinį ir jį apvyniojus tinkleliu, pakreipiamas vyniotuvo transporteris ir ritinys, riedėdamas ant gumoto takelio 11, nutraukia subadytą plėvelę. Grandiklinis transporteris grąžinamas į pradinę padėtį ir procesas kartojamas.

Ritinio apvyniojimo plėvele sluoksnių skaičius ir užlaida priklauso nuo plėvelės pločio bei ritinio ir plėvelės laikiklių sukimo dažnio. Stalo grandiklinio transporterio pavaroje yra reduktorius. Keičiant reduktoriaus svirties padėtį ir krumpliaračių jungimą, kinta ritinio sukimosi dažnis ir 0,5 arba 0,75 m pločio plėvelės užlaida ant ritinio. Plėvelės vijų skaičius ant ritinio priklauso nuo plėvelės laikiklių apsisukimų apie ritinį skaičiaus, kuris keičiamas kompiuteriu.

Plėvelės tempimas. Apvyniojama plėvelė turi standžiai priglusti prie ritinio paviršiaus ir vienas jos sluoksnis prie kito. Todėl apvyniojama plėvelė turi būti tempiama ir pailgėti 50 arba 70 %. Plėvelės įtempimas priklauso nuo ritinio sukimo greičio. Sukeitus pavaros krumpliaračius vietomis pakinta sukimosi dažnis.

Ritinio apvyniojimą plėvele seka trys jutikliai: vienas jutiklis įjungia signalą, kai baigiasi plėvelė arba ji nutrūksta, antras – tikrina, ar apvyniojimo sistemos kronšteinas yra pradinėje padėtyje, trečias – seka jo padėtį. Vyniotuve yra ir daugiau jutiklių, kurie seka plėvelės ritinių laikiklių judėjimą, grandiklinio transporterio padėtį, jo sukimo dažnį.

Kontroliniai klausimai	*1. Kaip skirstomi vyniotuvai?*
	2. Koks yra universalus vyniotuvas?
	3. Kodėl ir kiek reikia ištempti vyniojamą plėvelę?
	4. Kokių matmenų plėvelės naudojamos ritiniams apvynioti?
	5. Kiek kartų reikia žolės ritinį apvynioti plėvele?
	6. Kaip plėvele apvyniojami stačiakampiai ryšuliai?
	7. Pakabinamo prie ritininio preso vyniotuvo veikimo technologinė seka.
	8. Kaip keičiamas plėvelės vijų skaičius apvyniojant žolės ritinį?
	9. Kokia peilio paskirtis?
	10. Kaip turi būti padėtas ant dirvos apvyniotas ritinys?

Literatūros sąrašas

1. Böhrnsen A., Holtmann W. Das Labor im Häcksler // Profi Landtechnik. Nr. 1 (2007), S. 96–98.
2. Eikel G. New Holland – *Feldhäcksler FR 9090*: Schluck speech // Profi Landtechnik. Nr. 1 (2008), S. 36–37.
3. Eikel G. Fahrtest New Holland – *Feldhäcksler FR 9060*. Erstaunliche Leistung // Profi Landtechnik. Nr. 2 (2009), S. 24–28.
4. Gerinhausen H.-G. Beim Silieren auf die Feuchte achten // Profi Landtechnik. Nr. 7 (2001). S. 56–58.
5. Harms H.-H., Meier F. Agricultural engineering. Münster, 2007. 249 S.
6. Hertwig F. Festfahren bestimmt das Erntetempo // Bauernzeitung. 17 Woche (2003).
7. Hertwig F., Weise G. Silierung erst kontrollieren, dann dokumentieren // Bauernzeitung. 2002, S. 42–44.
8. Jankauskas B., Jankauskienė G. Ganyklų naudojimas ir priežiūra // Žemės ūkis. Nr. 5 (2007), p. 20–21.
9. Jatkauskas J., Vrotniakienė V. Grūdainis – grūdų silosas // Mano ūkis. Nr.6 (2007), p.60–63.
10. Jurgaitis V., Kulpys J. Pašarų gamyba. Kaunas, 2003. 327 p.
11. Kalzendorf Chr. Stark verdichten und schnell verschliessen // Bauernzeitung. 15. Woche (2005), S. 30–31.
12. Klimas E. Anksti pradėjusieji žoliapjūtę visuomet laimi // Žemės ūkis. Nr. 6 (2007), p. 14–16.

13. Klimas E. Nuo ko priklauso žalienų kokybė // Žemės ūkis. Nr. 7 (2007), p. 22–23.
14. Klimas E. Žolininkystei reikia didesnio dėmesio // Žemės ūkis. Nr. 5 (2007), p. 18–19.
15. Schmittmann O. Ertragserfasssung im Feldhäcksler // Mais. Nr. 3 (2008), S. 88–91.
16. Sirvydis J. Žolinių pašarų gamyba. Raudondvaris, 2001. 185 p.
17. Sirvydis J. Siloso gamintojo žinynas. Raudondvaris, 2004. 89 p.
18. Sirvydis J., Dravininkas A. Dirbtinai džiovintos žolės pašaro paruošimo technologiniai pagrindai. Raudondvaris, 2005. 229 p.
19. Špokas L. Derliaus dorojimo mašinos. D. 3: Presai, ryšulių vyniotuvai. Kaunas-Akademija, 2000. 94 p.
20. Špokas L. Derliaus dorojimo mašinos. D. 4: Ritininiai presai. Kaunas-Akademija, 2000. 80 p.
21. Špokas L. Žolinių pašarų ruošimo mašinos. Kaunas-Akademija, 2010. 237 p.
22. Uppenkamp N. Anwelksilage – ein Verfahrens-Vergleich. Magdeburg, 1994. 31 S.
23. Weise G. Luft muss raus // Bauernzeitung. 15. Woche (2009), S. 38–40.
24. Weiss J. Mais tiergerecht und quolitätsbewusst veredeln. Bonn, 2002. 35 S.
25. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.ag-bag.com>. [Žiūrėta 2011 m. balandžio 15 d.].
26. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.claas.com>. [Žiūrėta 2011 m. balandžio 15 d.].
27. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.newholland.com/Pages/index.html>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
28. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.elho.fi>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
29. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: < www.enoagricolarossi.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
30. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.fella.eu>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
31. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.fella-werke.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
32. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.jf-stoll.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
33. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.krone.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
34. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.kuhn.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
35. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.kvernelandgraup.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
36. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.lely.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
37. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.mchale.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
38. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.mengele.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
39. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: < www.poettinger.at>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
40. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.rossag.com/Home.aspx>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
41. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.sr-schuitemaker.nl>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
42. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.strautmann.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].

2. BULVIŲ DERLIAUS DOROJIMO MAŠINOS

2.1. Agrotechnikos reikalavimai, derliaus nuėmimo būdai

Bulvių kilmė – Pietų ir Centrinė Amerika [1]. 1565 m. bulvės buvo atvežtos į Europą. Lietuvoje jos pradėtos auginti XVII a. Bulvės naudojamos sėklai, maistui, pašarui ir kaip pramonės žaliava. Daugiausia bulvių sunaudojama maistui, maistingumo atžvilgiu 400 kg bulvių prilygsta 100 kg grūdų. Šiuo metu beveik trečdalis pasaulio bulvių derliaus užauginama Kinijoje ir Indijoje, tačiau pagal bulvių gamybą vienam gyventojui pirmauja Rytų ir Vidurio Europos šalys [2]. Lietuvoje, priklausomai nuo auginimo sąlygų, vidutinis bulvių derlingumas svyruoja nuo 12 iki 20 t ha^{-1}.

2.1.1. Agrotechnikos reikalavimai

Tinkamiausias laikas bulvių derliui doroti yra rugsėjo mėnuo ir spalio mėnesio pirmoji pusė. Pirmiausia kasamos sėklinės bulvės, vėliau bulvės maistui, perdirbimui ir pašarui. Bulvių derlius priklauso nuo dirvos, veislės, jų priežiūros, meteorologinių sąlygų ir pasėlio tankumo. Gamybinio pasėlio hektare turėtų augti 50–55 tūkst., o sėkliniuose 60–70 tūkst. kerų [3]. Dažniausiai bulvės auginamos vagutėmis su 0,7 m pločio tarpueiliais. Didesnio drėgnio dirvose rekomenduojami 0,9 m pločio, o sausose – 0,6 m pločio tarpueiliai. Bulviakasis – vienas svarbiausių bulvių augintojų darbų, apie 60 % visų bulvių auginimo sąnaudų tenka bulvių derliui nuimti.

Pagrindiniai agrotechniniai reikalavimai bulvių derliaus dorojimui yra [3]:

- mašinų universalumas – galimybė kasti skirtingo pločio tarpueiliais pasodintas bulves;
- leistinasis gumbų sužalojimas kasimo metu – iki 3 %;
- leistinieji bulvių kasimo nuostoliai – iki 3 %;
- laikomose bulvėse gali būti ne daugiau kaip 3 % priemaišų, o rūšiuojamose iki 20 %;
- nukastos bulvės rūšiuojamos bent į tris frakcijas: maistinės (bulvių gumbų masė daugiau kaip 80 g), sėklinės (bulvių gumbų masė nuo 50 iki 80 g), pašarinės (bulvių gumbų masė nuo 30 iki 50 g).

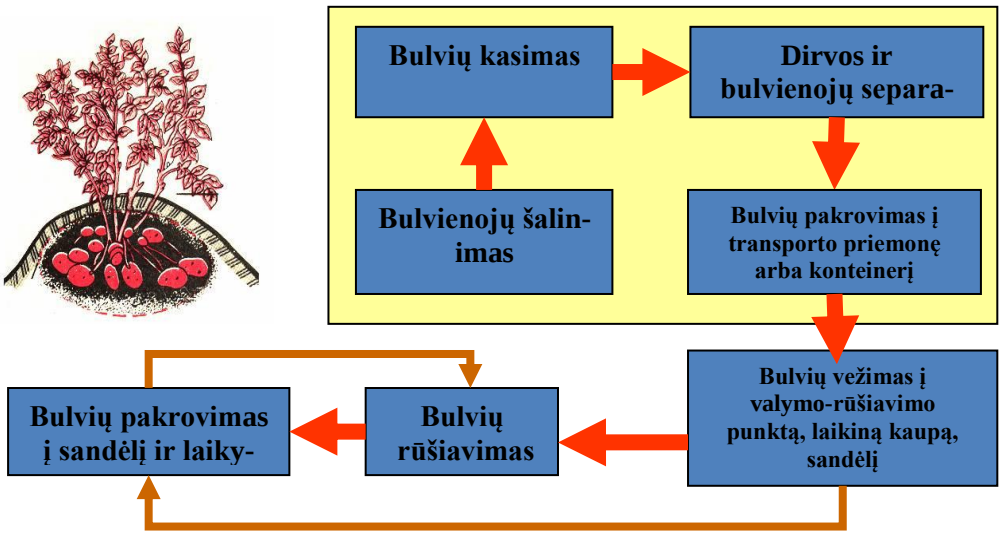
2.1.2. Derliaus nuėmimo būdai

Augdamos bulvės gali subręsti natūraliai, tuomet bulvienojai sudžiūsta, o gumbai lengvai atsiskiria nuo stolonų [4]. Bulvių brendimą galima pagreitinti šalinant bulvienojus. Žalios spalvos bulvienojai šalinami nuo 7 iki 10 dienų, o parudavusieji – nuo 2 iki 3 dienų prieš bulvių kasimą. Apdžiūvę bulvienojai gali būti šalinami ir kasimo metu. Bulvienojų šalinimo būdai yra tokie: mechaninis, cheminis ir kombinuotas.

Šalinami mechaniniu būdu bulvienojai, dažniausiai susmulkinami ir paskleidžiami dirvos paviršiuje, o jei yra užkrėsti maro ar gausu piktžolių, tai susmulkinta masė surenkama į priekabą ir išvežama iš lauko. Be smulkinimo, bulvienojai dar gali būti nudaužomi arba išraunami, tačiau šie būdai, ypač išraunant, naudojami rečiau. Mechaninis bulvienojų šalinimas turi trūkumų: nupjaunami tik statūs bulvienojai, ne visiškai nupjaunamos piktžolės, dalis bulvienojų gali atželti, pagerinamos piktžolių augimo sąlygos, sužalojamos su bulvienojais iš dirvos išrautos bulvės. Cheminis bulvienojų šalinimas yra pranašesnis už mechaninį, kadangi didesnis mašinų našumas bei mažesnė bulvienojų ir piktžolių ataugimo tikimybė. Cheminiu būdu bulvienojai šalinami juos desikuojant. Desikuojama reglonu (2,5 l ha^{-1}), Shark tirpalu (1 l ha^{-1}) arba reglono (2,5 l ha^{-1}) ir Shark (1l ha^{-1}) tirpalu (pakartotinai po 5 dienų) ar 3–5 % magnio chlorato tirpalu (30 l ha^{-1}) [3, 4]. Sėkliniuose pasėliuose galima bulvienojus smulkinti ir desikuoti vienu metu – tai kombinuotas bulvių nuėmimo būdas, jis ypač efektyvus, kai pasėlis labai piktžolėtas.

Bulvių nuėmimo būdą sąlygoja turima technika ir derliaus nuėmimo sąlygos. Bulvių derliaus nuėmimo technologinės operacijos pateiktos 2.1 pav. Bulvės gali būti kasamos sąvalkiniu, kombaininiu ir mišriuoju būdu. Sąvalkiniu būdu bulvės kasamos bulviakasėmis. Bulvės iškasamos ir supilamos į sąvalkas dirvos paviršiuje ir joms pradžiūvus renkamos rankomis, rinktuvais-krautuvais ar kombainais ir pakraunamos į transporto priemonę. Bulves kasant kombaininiu būdu, visas bulvių kasimo technologines operacijas atlieka bulvių kombainas, o mišriuoju būdu – viena dalis bulvių kasama bulviakasėmis, kita dalis – kombainais. Iš gretimų vagų sąvalkinėmis bulviakasėmis nukastos bulvės gali būti pilamos į nekastų bulvių tarpvagius. Kombainas nukasa nekastas vagas ir surenka tarpvagyje pradžiūvusias supiltas bulves.

Kasant bulves sąvalkiniu būdu, sąvalkoje jos džiūsta iki 4 valandų. Todėl jas renkant vėliau, pagerėja žemių separacija, mažiau pažeidžiami gumbai. Tiesiogiai bulves kasant kombainais, darbo sąnaudos yra apie tris kartus mažesnės, lyginant su sąvalkiniu būdu.



2.1 pav. Bulvių derliaus nuėmimo technologinės operacijos [3]

2.2. Bulvių derliaus dorojimo mašinos

2.2.1. Mašinų klasifikacija

Bulvių derliaus dorojimo mašinos yra tokios:

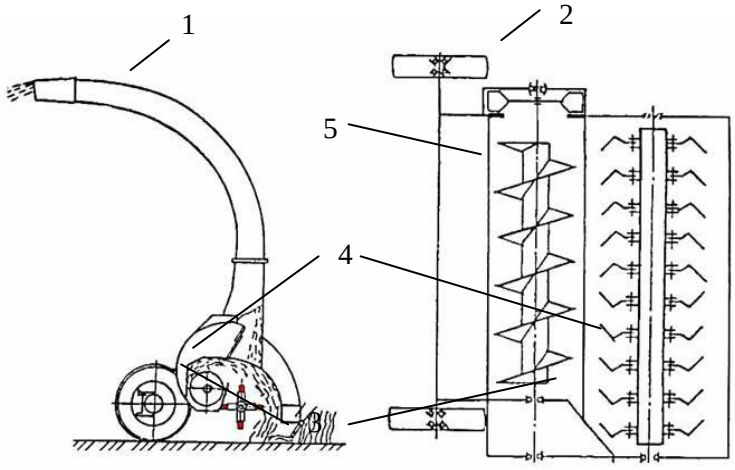
- bulvienojų smulkintuvai;
- bulviakasės;
- kombainai;
- rūšiuoklės ar rūšiavimo-valymo punktai.

2.2.2. Bulvienojų smulkintuvai

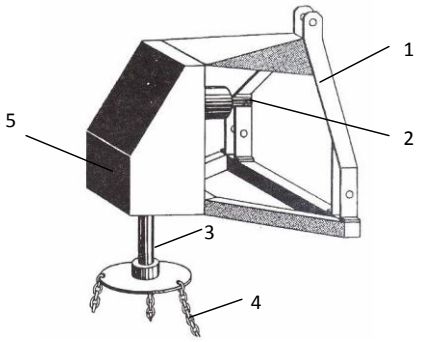
Bulvienojų smulkintuvai pagal smulkinamų bulvienojų eilučių skaičių gali būti dvieiliai, trieiliai, ketureiliai ir daugiaeiliai. Pagrindinė bulvienojų smulkintuvo darbinė dalis yra smulkinimo aparatas, kuris gali būti su horizontaliu arba vertikaliu rotoriumi.

Smulkinimo aparatą su horizontaliu rotoriumi sudaro prie horizontalaus rotoriaus 4 (2.2 pav.) lanksčiai pritvirtinti peiliukai 3. Sukantis rotoriui, peiliukai pjauna bulvienojus, juos smulkina ir tiekia sraigei 5. Sraigė susmulkintą bulvienojų masę tiekia ventiliatoriui 2, o šis nukreipia į ortakį 1. Iš ortakio susmulkinta bulvienojų masė gali būti paskleidžiama ant dirvos paviršiaus arba surenkama į transporto priemonę. Kai kuriuose smulkintuvuose vietoje ventiliatoriaus ir ortakio gali būti įrengtas specialus bulvienojų skleistuvas arba transporteris, kuriuo susmulkinta bulvienojų masė paskleidžiama ant dirvos paviršiaus arba pakraunama į transporto priemonę. Yra smulkintuvų su horizontaliu rotoriniu smulkinimo aparatu, kuriuose peiliukų nupjauta ir susmulkinta bulvienojų masė iš karto paskleidžiama dirvos paviršiuje ant tų pačių eilučių, kur ir smulkinama.

Bulvienojų smulkinimo aparatą su vertikaliu rotoriumi (2.3 pav.) sudaro prie vertikalaus rotoriaus pritvirtintos grandinės. Sukantis rotoriui, grandinės smulkina bulvienojus ir skleidžia juos dirvos paviršiuje.



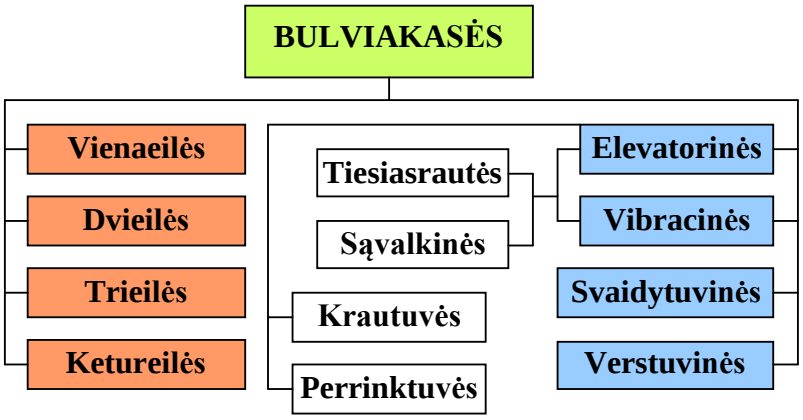
2.2 pav. Smulkintuvas su horizontalaus rotoriaus smulkinimo aparatu [5]:
1 – susmulkintos masės ortakis; 2 – ventiliatorius; 3 – peiliukai;
4 – horizontalus rotorius; 5 – sraigė



2.3 pav. Smulkintuvas su vertikalaus rotoriaus smulkinimo aparatu [4]:
1 – užkabas; 2 – galios velenas; 3 – vertikalus rotorius; 4 – grandinė; 5 – reduktorius

2.2.3. Bulviakasės

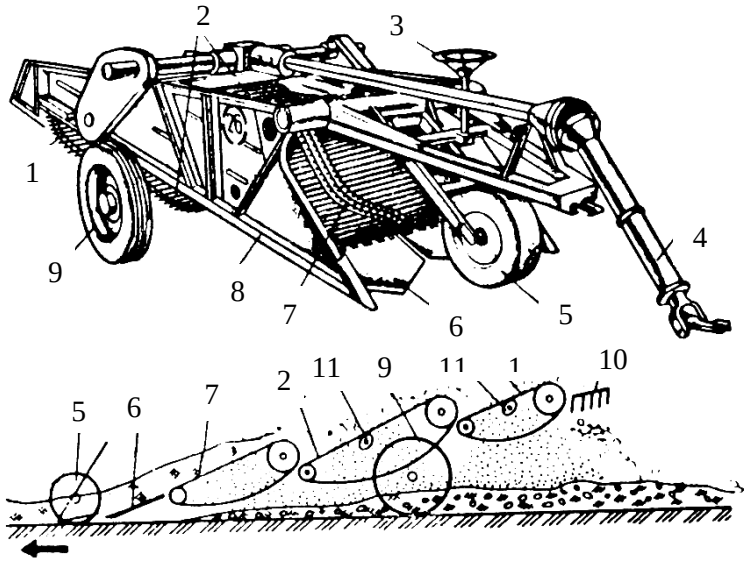
Bulviakasės pagal vienu metu kasamų vagų skaičių skirstomos į vienaeiles, dvieiles, trieiles ir ketureiles (2.4 pav.), o pagal darbinių dalių tipą būna elevatorinės, vibracinės (grotelinės), svaidytuvinės, ir verstuvinės. Elevatorinės bulviakasės dar skirstomos į tiesiasrautes, sąvalkines, krautuves ir perrinktuves, o vibracinės į tiesiasrautes ir sąvalkines. Gali būti elevatorinė-vibracinė bulviakasė, turinti tiek elevatorinės, tiek vibracinės bulviakasės pagrindinių darbinių dalių ir galinti veikti kaip tiesiasrautė arba sąvalkinė bulviakasė.



2.4 pav. Bulviakasių klasifikacija

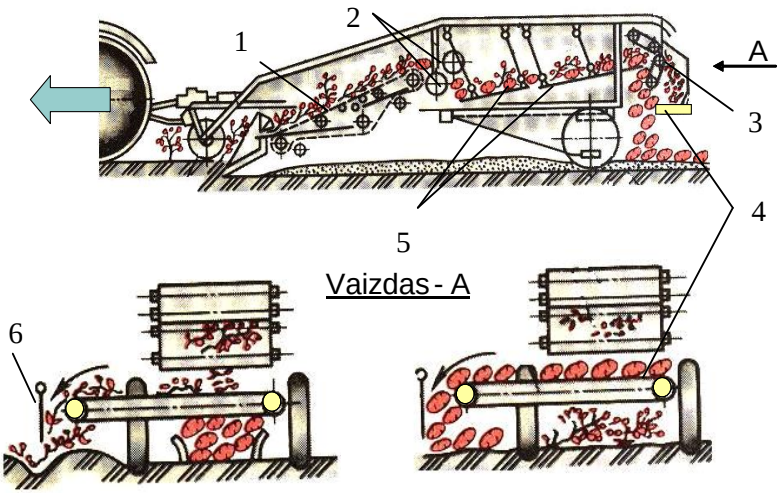
Plačiausiai naudojamos elevatorinės bulviakasės. Elevatorinės tiesiasrautės bulviakasės kasimo noragas 6 (2.5 pav.) iškasa bulves ir tiekia pirminiam virbaliniam elevatoriui 7, nuo jo bulvės patenka ant pagrindinio 2, paskui ant kaskadinio 1 elevatorių, jie nuo bulvių atskiria žemes. Nuo kaskadinio elevatoriaus bulvės byra ant ardelių 10, kurie jas suberia ant nukastos dirvos į 0,6–0,9 m pločio juostą [4]. Kasimo gylis reguliuojamas sraigtu 3, keičiant kopijavimo ratuko 5 padėtį. Noragas prie rėmo tvirtinamas standžiai arba gali būti švytuojantis, jį judina švaistikliai. Švytuojantis noragas geriau sutrupina kasamos dirvos riekę ir jam traukti reikia mažiau jėgos bei mažiau kemšasi augalinėmis liekanomis. Elevatorius sudaro virbalinės juostos, kurių kas antras virbas padengtas guma, kad mažiau daužytų bulves, varantieji velenai su žvaigždutėmis, įtempiantieji ritinėliai ir elipsinės kratomosios žvaigždutės. Elipsinės kratomosios žvaigždutės 11 krato elevatoriaus juostą, todėl geriau pro virbalų tarpus prabyra žemės. Kratymo intensyvumas priklauso nuo kratomosios žvaigždutės elipsiškumo.

Elevatorinės sąvalkinės bulviakasės nuo tiesiasraučių skiriasi tuo, kad jose vietoj ardelių įrengtas skersinis transporteris, kuris nukastas bulves supila šone nukastų vagų. Elevatorinėse sąvalkinėse bulviakasėse gali būti įrengtas grumstų trupintuvas bei virbalinis bulvienojų atskyriklis.



2.5 pav. Elevatorinė bulviakasė [5]:
1 – kaskadinis elevatorius; 2 – pagrindinis elevatorius; 3 – ratuko aukščio reguliavimo sraigtas; 4 – kardaninis velenas; 5 – kopijavimo ratukas; 6 – noragas; 7 – pirminis elevatorius; 8 – rėmas; 9 – atraminiai ratai; 10 – ardeliai; 11 – elipsinės kratomosios žvaigždutės

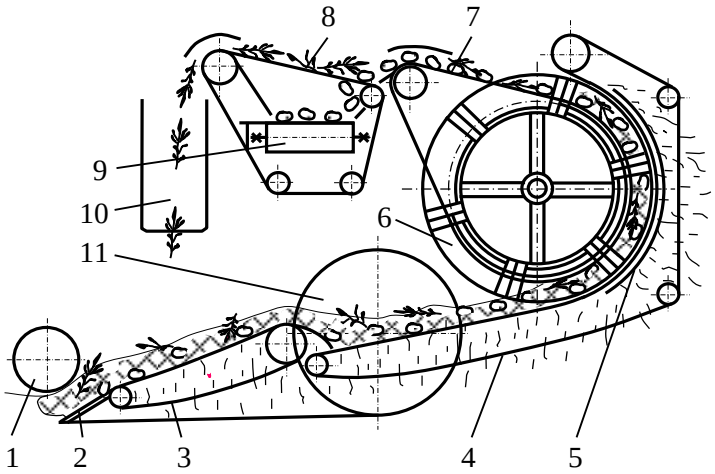
Elevatorinėje-vibracinėje bulviakasėje kasimo norago iškastos bulvių eilutės tiekiamos ant pirminio virbalinio elevatoriaus 1 (2.6 pav.), paksui į grumstų trupintuvą 2, kurio konstrukcija analogiška, kaip bulvių kombaine (žr. „2.2.4. Bulvių kombainai“). Iš grumstų trupintuvo bulvės patenka ant švytuojančių ardelinių sietų 5 ir nuo jų į bulvienojų atskyriklį 3, kurį sudaro du virbaliniai elevatoriai. Tolesnis bulvių ir bulvienojų atskyrimas priklauso nuo apatinio bulvienojų atskyriklio elevatoriaus padėties. Apatinis bulvienojų atskyriklio elevatorius gali būti pakreiptas taip, kad apačioje liktų tarpas tarp jo ir ardelinio sieto, o viršuje nebūtų tarpo tarp abiejų elevatorių. Tuomet bulviakasė veikia, kaip tiesiasrautė ir bulvės pro apačioje esantį tarpą byra ant kasamų vagų, o bulvienojai prabyrėję pro atskyriklio elevatorių virbalų tarpus patenka ant skersinio transporterio, nuo jo krisdami atsimuša į skydelį 6 ir krinta ant dirvos paviršiaus kasamų vagų šone. Apatinio bulvienojų atskyriklio elevatorių pakreipus taip, kad apačioje neliktų tarpo tarp jo ir ardelinio sieto, o viršuje būtų tarpas tarp abiejų elevatorių, bulviakasė veikia kaip sąvalkinė. Bulvienojai krenta ant kasamų vagų pro apatinio elevatoriaus tarpus tarp virbalų, o bulvės, nuo ardelinio sieto patekusios ant apatinio elevatoriaus, byra ant skersinio transporterio, o nuo jo atsimušusios į skydelį supilamos kasamų vagų šone.



2.6 pav. Elevatorinė-vibracinė bulviakasė [3]:
1 – pirminis virbalinis elevatorius; 2 – grumstų trupintuvas; 3 – bulvienojų atskyriklis; 4 – skersinis transporteris; 5 – ardeliniai sietai; 6 – skydelis

Elevatorinėje bulviakasėje krautuvėje volas 1 (2.7 pav.) rieda vagute, trupina grumstus ir palaiko vienodą kasimo gylį. Noragas 2 atpjautą vagutės dalį su bulvėmis nukreipia ant pirminio elevatoriaus, pro kurį prabyra dalis žemių. Paskui bulvės patenka ant pagrindinio elevatoriaus 4, kuris galutinai atskiria žemes ir bulves su bulvienojais nukreipia ant juostinio transporterio 7. Nuo juostinio transporterio pro bulvienų atskyrimo transporterio 8 virbalų tarpus bulvės prabyra ant bulvių krovimo transporterio 9 ir šis jas krauna į transporto priemonę, o bulvienojai numetami šone ant dirvos. Elevatorinės bulviakasės dažniausiai naudojamos lengvose, nepiktžolėtose, neakmenuotose dirvose.

Elevatorinėje bulviakasėje perrinktuvėje (2.8 pav.) yra įrengta aikštelė darbininkams, kurie išrenka akmenis prieš patenkant bulvėms į krovimo transporterį.



2.7 pav. Elevatorinė bulviakasė krautuvė [6]:
1 – volas; 2 – noragas; 3 – pirminis elevatorius; 4 – pagrindinis elevatorius; 5 – prispaudimo įtaisas; 6 – borteliai; 7 – juostinis transporteris; 8 – bulvienojų atskyrimo transporteris; 9 – bulvių krovimo transporteris; 10 – bulvienojų transporteris; 11 – atraminis ratas

Vibracinėse (grotelinės) bulviakasėse kasimo noragas iškastas bulves tiekia ant vieno arba dviejų švytuojančių ardelinių (grotelinių) sietų. Žemės išbyra pro sietų tarpus, o bulvės ardeliais krinta ant nukastos dirvos, jei bulviakasė tiesiasrautė, arba šone nukastų vagų, jei bulviakasė sąvalkinė. Tokios bulviakasės naudojamos labai retai.

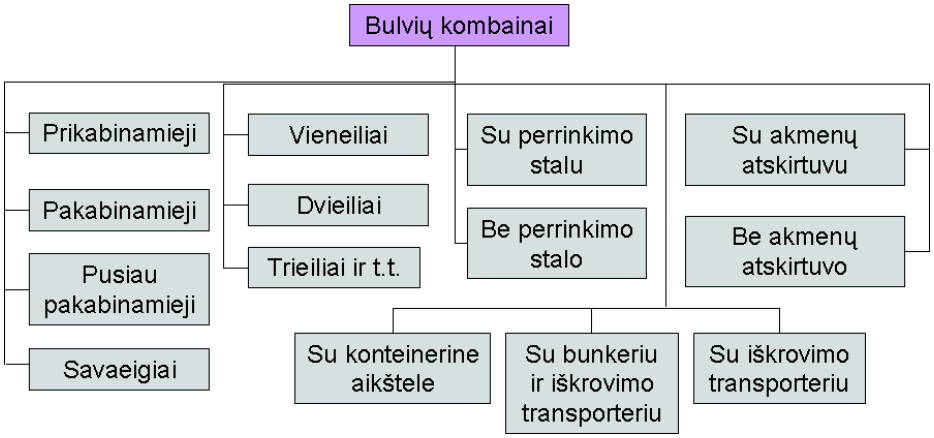
Svaidytuvinėse bulviakasėse išgaubtas noragas išjudina bulvių vagą, o besisukančios šakės išjudintas žemes su bulvėmis sviedžia į šoną. Sviedžiamos bulvės atskiriamos nuo žemių, atitrūksta nuo bulvienojų ir pasklinda 2–3 metrų pločio ruože dirvos paviršiuje. Svaidytuvinė bulviakasė šone gali turėti sietinį skydą, kuris sulaiko sviedžiamas bulves ir neleidžia joms per toli nuskristi, tačiau bulvės, atsimušusios į skydą, daugiau sužalojamos. Svaidytuvinės bulviakasės gali būti su spyruokliuojančiais šakių pirštais, kurie mažiau žaloja bulves. Kai kurios bulviakasės turi ekscentrinius mechanizmus, kuriais galima keisti šakių pirštų pasvirimo kampą ir susiaurinti skleidžiamų bulvių ruožo plotį bei mažiau jas užberti žemėmis. Svaidytuvinės bulviakasės naudojamos retai.

Verstuvinės bulviakasės pagrindinė darbinė dalis yra yra panaši, kaip ir svaidytuvinėje bulviakasėje, ji išjudina bulvių vagą, dalį bulvių išversdama į dirvos paviršių. Tokios bulviakasės naudojamos labai retai.

2.8 pav. Elevatorinė bulviakasė perrinktuvė [3]

2.2.4. Bulvių kombainai

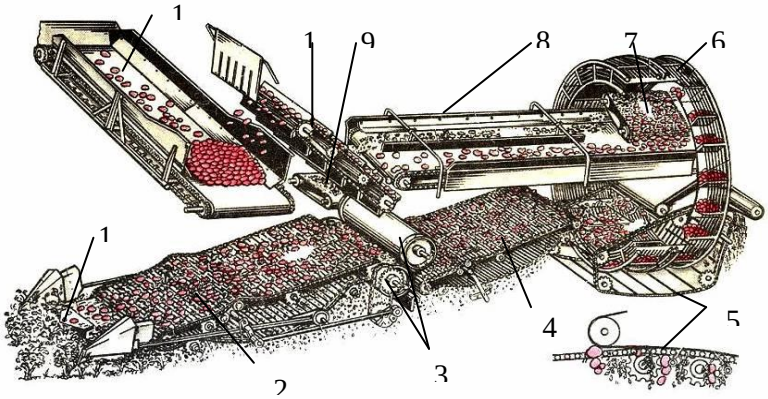
Bulvių kombainai pagal sujungimą su energetine priemone skirstomi į prikabinamuosius, pakabinamuosius, pusiau pakabinamuosius ir savaeigius (2.9 pav.). Pagal kasamų vagų eilių skaičių skirstomi į vienaeilius, dvieilius, trieilius ir t. t. Bulvių kombainai gali būti su perrinkimo stalu arba be jo, su akmenų atskirtuvu arba be jo, su konteinerine aikštele, su bunkeriu ir iškrovimo transporteriu arba tik su iškrovimo transporteriu.



2.9 pav. Bulvių kombainų klasifikacija

Bulvių kombaino pagrindinės darbinės dalys yra kasimo gylio stabilizavimo volai, noragai, vertikalūs diskiniai peiliai, žemių separatoriai, grumstų trupintuvai, bulvienojų bei akmenų atskirtuvai, transporteriai.

Darbo metu gylio stabilizavimo volai, esantys noragų priekyje, rieda vagų viršūnėmis, trupina grumstus ir palaiko vienodą kasimo gylį. Noragai 1 (2.10 pav.) atpjauna vagutės viršutinę dalį ir visą masę nukreipia ant pirminio elevatoriaus 2. Noragų gale pritvirtinti pirštai gali atsilošti į viršų ir apsaugoti, kad tarp noragų ir pirminio elevatoriaus neįstrigtų akmenys. Noragų šonuose yra kreiptuvai, kurie iškastą masę nukreipia ant pirminio elevatoriaus ir neleidžia jai nubyrėti į šonus. Kai kuriuose kombainuose kreiptuvų vaidmenį atlieka pasyvūs arba aktyvūs vertikalūs diskiniai peiliai, jie dar ir perpjauna ant dirvos gulinčius bulvienojus ir piktžoles, kad neapsiveltų pirminio elevatoriaus sienelių priekinės briaunos.

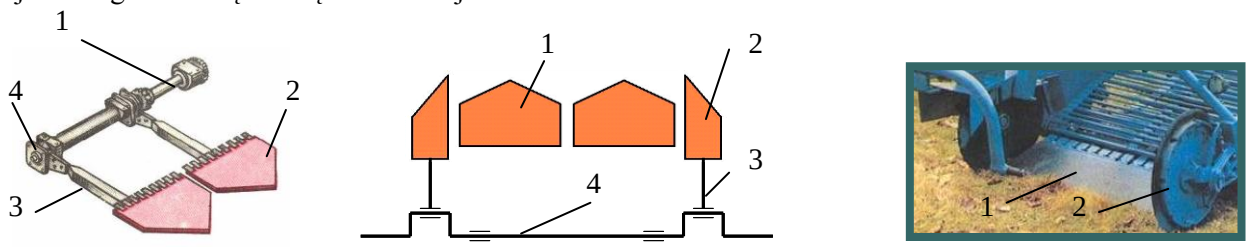


2.10 pav. Bulvių kombaino technologinė schema [3]:
1 – noragai; 2 – pirminis elevatorius; 3 – grumstų trupintuvas; 4 – antrinis elevatorius; 5 – bulvienojų atskirtuvas; 6 – būgninis elevatorius; 7 – pirštinis elevatorius; 8 – perrinkimo stalas; 9 – priemaišų transporteris; 10 – bulvių transporteris; 11 – bulvių pakrovimo transporteris

Pirminį elevatorių sudaro virbalinė juosta, varantysis ir kratantysis velenai, juostą palaikantieji ir įtempiantieji ritinėliai ir pavaros. Ant kratančiųjų velenų sumontuotos ekscentriškos žvaigždutės, kurios darbo metu krato elevatoriaus juostą, dėl to pagerėja žemių ir priemaišų atskyrimas nuo bulvių. Pirminis elevatorius atskiria didžiąją žemių dalį ir likusią masę nukreipia į grumstų trupintuvą 3. Jį sudaro du guminiai oro pripučiami volai, kuriuose palaikomas

0,02–0,05 MPa slėgis. Esant tokiam slėgiui bulvės nepažeidžiamos, o grumstai sutrupinami. Darbo metu volai sukasi vienas prieš kitą. Viršutinis volas gali kilnotis, jį prie apatinio spaudžia šonuose esančios spyruoklės. Spyruoklių įtempimas ir oro slėgis voluose reguliuojamas atsižvelgiant į darbo sąlygas. Kasant bulves lengvoje priesmėlio dirvoje, viršutinis volas pakeliamas, kadangi nėra grumstų ir bulvės mažiau mechaniškai pažeidžiamos. Iš grumstų trupintuvo masė patenka ant antrinio elevatoriaus 4. Patekusios masės kratymo intensyvumas priklauso nuo elevatoriaus virbalinę juostą palaikančiųjų ritinėlių elipsiškumo, o kai kuriuose kombainuose yra įrengtas specialus kratymo įrenginys. Antrinis elevatorius persijoja likusią masę ir nukreipia ją ant bulvienojų atskirtuvo 5. Bulvienojai pakimba ant bulvienojų atskirtuvo elevatoriaus reto virbalinio transporterio ir nuo jo kombaino gale krenta ant dirvos, o likusi bulvių masė patenka į būgninį elevatorių 6. Būgninis elevatorius bulves pakelia į viršutinę kombaino dalį. Iš būgninio elevatoriaus bulvės byra ant nuožulnaus pirštinio elevatoriaus 7, kuris bulvių ir likusių priemaišų masę skirsto į dvi dalis. Tarp pirštų užstrigusias priemaišas pirštinis elevatorius neša į viršų ir nukreipia ant perrinkimo stalo 8 juostinio transporterio siaurosios dalies. Didžioji dalis bulvių ir stambesnės priemaišos nuo pirštinio elevatoriaus nurieda ant perrinkimo stalo 8 juostinio transporterio pagrindinės dalies. Perrinkimo stalo šonuose įrengtos aikštelės darbininkams. Jie nurenka patekusias bulves nuo perrinkimo stalo juostinio transporterio siaurosios dalies ir numeta jas ant šio transporterio pagrindinės dalies, o priemaišas nuo pagrindinės dalies nemeta ant siaurosios dalies. Priemaišos patenka ant priemaišų transporterio 9 ir krenta ant dirvos kombaino šone, o bulvės patenka ant bulvių transporterio 10, nuo jo ant bulvių pakrovimo transporterio 11 ir pakraunamos į transporto priemonę.

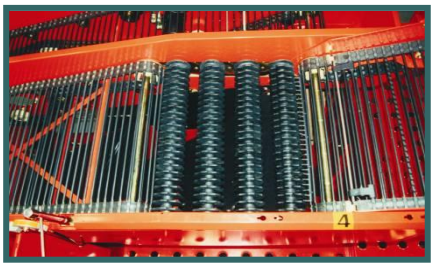
Įvairiuose bulvių kombainuose darbinės dalys turi savų ypatumų ir skirtumų. Šiuolaikiniuose bulvių kombainuose, kaip ir bulviakasėse, dažniausiai naudojami plokštieji nusklembti pasyvūs noragai. Be jų dar gali būti naudojami aktyvieji, kombinuotieji sekcijiniai arba plokštieji vientisieji noragai (2.11 pav.). Aktyviųjų ir kombinuotųjų noragų pasipriešinimas traukai yra mažesnis, jie rečiau aplimpa augalinėmis dalimis ir dirva, dirvos sluoksnis yra daugiau suardomas, tačiau jų vibracija neigiamai veikia mašiną, sudėtingesnė konstrukcija ir dėl šios priežasties jie naudojami retai. Plokštieji nusklembti noragai yra pranašesni už vientisus, nes mažiau kemšasi, vientisi noragai naudojami bulvėms rinkti iš sąvalkų. Labai retai dar gali būti naudojami diskiniai arba lenktieji noragai, tačiau juos naudojant daug neiškastų bulvių lieka dirvoje.



a *b* *c*

2.11 pav. Noragų tipai [3]:
a – aktyvusis: 1 – velenas; 2 – nusklembtas noragas; 3 – švaistiklis; 4 – ekscentrikas;
b – kombinuotasis sekcijinis: 1 – pasyvioji norago dalis; 2 – aktyvioji norago dalis; 3 – švaistiklis; 4 – alkūninis velenas;
c – plokščiasis vientisas: 1 – noragas; 2 – diskinis peilis

Žemių separatoriai dažniausiai būna elevatoriniai (2.10 pav. pirminis 2 ir antrinis 4 elevatoriai). Kad ant elevatorių kratomos bulvės būtų mažiau sužalojamos, kas antras pirminio elevatoriaus virbalas ir visi antrinio elevatoriaus virbalai dažniausiai būna padengti guma, o jei žemių separatorių sudaro vienas elevatorius, dažniausiai visi jo virbalai padengti guma. Be elevatorinių žemių separatorių gali būti naudojami ardeliniai, ritininiai, diskiniai arba kombinuotieji separatoriai (2.12 pav.).

a *b* 

2.12 pav. Kombinuotieji žemių separatoriai [3]:
a – ritininis-elevatorinis; *b* – elevatorinis-diskinis

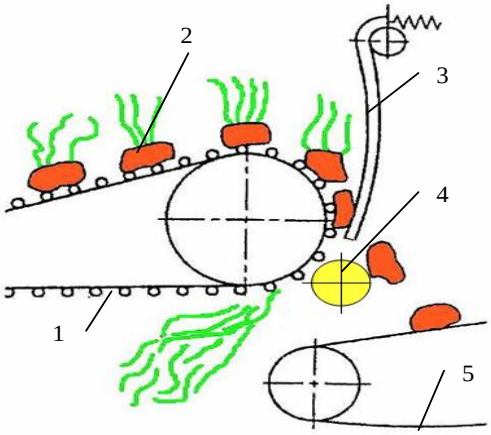
Grumstų trupintuvai būna ne visuose bulvių kombainuose. Jie įtaisyti kombainuose, skirtuose kasti sunkesnėse dirvose. Kai kuriuose kombainuose ne tik žemių separavimo, bet ir grumstų trupinimo vaidmenį atlieka ritininis arba diskinis transporteris, kai kuriuose grumstai trupinami atskiriant akmenis akmenų atskirtuvuose (2.15 pav., *a*).

Bulvių kombainuose naudojami dviejų tipų bulvienojų atskirtuvai: transporteriniai ir ritininiai. Transporterinį bulvienojų atskirtuvą sudaro retas virbalinis elevatorius (2.10 pav., 5). Kai kuriuose kombainuose smulkesniems bulvienojams atskirti būna įrengtas pirštinis transporteris. Jis nustatomas tokiu kampu, kad bulvės nuo jo byrėtų žemyn ant elevatoriaus, kuris pakelia jas į viršutinę kombaino dalį, o tarp pirštų užstrigę smulkesni bulvienojai ir kitos augalų liekanos kartu su juosta kiltų į viršų ir kristų kombaino gale ant dirvos. Ritininis bulvienojų atskirtuvas 4 (2.13 pav.) dažniausiai būna įrengtas tarp pirminio ir antrinio elevatoriaus. Jis sukasi priešinga kryptimi elevatoriaus sukimosi krypčiai, pirštinis kreipiklis 3 nukreipia bulves su bulvienojais į tarpą tarp pirminio elevatoriaus 1 ir atskirtuvo 4, bulvienojai suspaudžiami ir pašalinami, o bulvės nukrenta ant antrinio elevatoriaus 5.

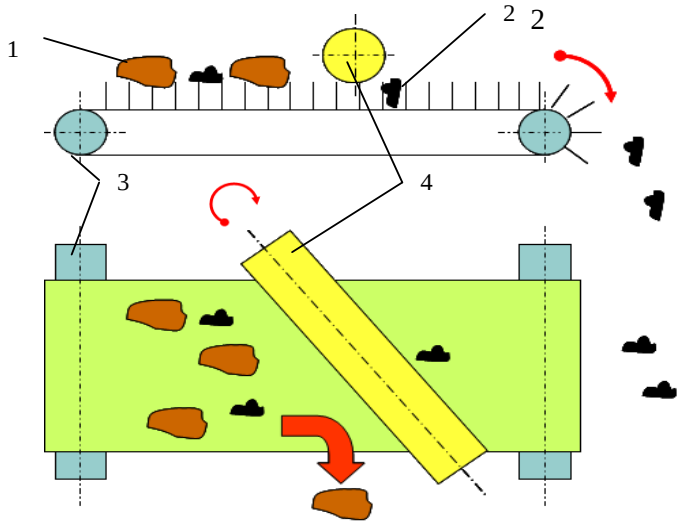
Kai kuriuose bulvių kombainuose ritininis bulvienojų atskirtuvas būna įrengtas antrinio elevatoriaus gale.

Bulves į viršutinę kombaino dalį kelia būgninis arba kaušinis elevatorius.

Kai kuriuose kombainuose būna įrengtas akmenų atskirtuvas. Jis gali būti transporterinis-šepetinis, ritininis, būgninis arba elektroninis.



2.13 pav. Bulvienojų atskyrimo ritininiu atskirtuvu technologinė schema [3]:
1 – pirminis elevatorius; 2 – bulvė su bulvienojais; 3 – pirštinis kreipiklis; 4 – ritininis atskirtuvas; 5 – antrinis elevatorius

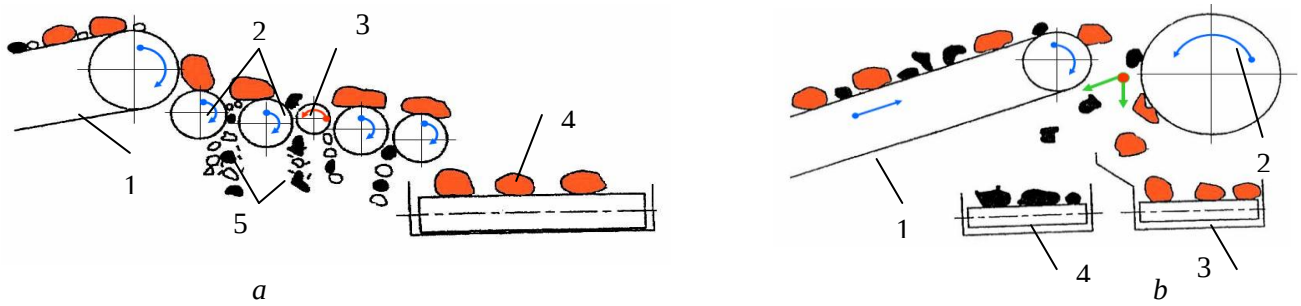


2.14 pav. Transporterinio-šepetinio akmenų atskirtuvo technologinė schema [3]:
1 – bulvė; 2 – akmuo; 3 – pirštinis transporteris; 4 – šepetys

Transporterinį-šepetinį akmenų atskirtuvą sudaro pirštinis transporteris 3 ir virš jo kampu nustatytas šepetys 4 (2.14 pav.). Akmenys yra sunkesni už bulves, todėl įkrenta ir įstringa tarp transporterio guminių pirštų, o bulvės lieka virš pirštų ir priešinga transporterio judėjimui kryptimi besisukantis šepetys nustumia jas ant perrinkimo stalo juostinio transporterio pagrindinės dalies. Akmenys nuo pirštinio transporterio krenta ant perrinkimo stalo transporterio siaurosios dalies. Tarp šepečio ir transporterio pirštų galų paliekamas apie 5 mm tarpas. Kai kuriuose kombainuose vietoj vieno būna įrengti du šepečiai. Atstumas tarp pirmojo šepečio ir transporterio pirštų galų yra 10 mm, o antrojo 5 mm.

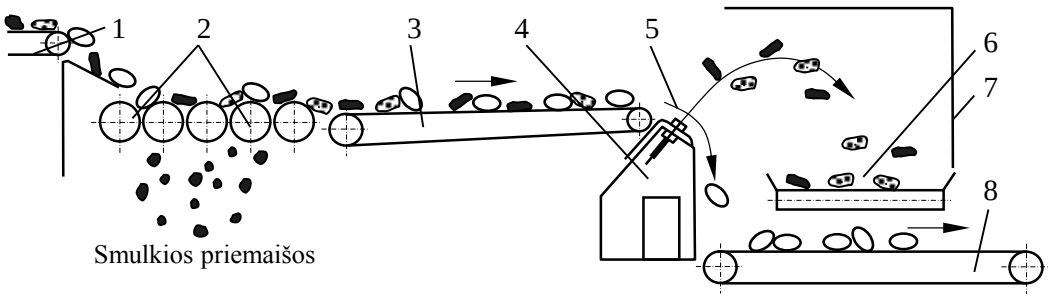
Ritininis akmenų atskirtuvas dažnai atlieka ir grumstų trupinimo funkciją (2.15 pav., *a*). Jame akmenys ir grumstai byra pro ritinių 2 ir grumstų trupinimo volo 3 tarpus, o bulvės patenka ant bulvių transporterio.

Būgniniame akmenų atskirtuve (2.15 pav., *b*) bulvės, atsitrenkusios į metalinį būgną 2, mažiau atšoka ir krenta ant transporterio 3, kadangi jos minkštesnės už akmenis, o akmenys nuo būgno atšoka toliau ir krenta ant transporterio 4.



2.15 pav. Akmenų atskirtuvų technologinės schemos [3]:
a – ritininis: 1 – transporteris; 2 – ritiniai; 3 – grumstų trupinimo volas; 4 – bulvė;
b – būgninis: 1 – transporteris; 2 – metalinis būgnas; 3 – bulvių transporteris; 4 – akmenų transporteris

Bulvių kombaine su elektroniniu akmenų atskirtuvu (2.16 pav.) prieš atskiriant stambesnius akmenis ir grumstus, smulkios priemaišos atskiriamos ant ritininio atskirtuvo 2, nuo jo bulvės, stambesni akmenys ir grumstai patenka ant transporterio 3, o šis tiekia į elektroninį atskirtuvą. Elektroninio atskirtuvo sekiklis 4 seka bulvių, akmenų ir grumstų judėjimą bei perduoda signalą pneumatiniams elektoriams 5 tiekti stiprų arba silpną oro srautą. Kai į elektroninį atskirtuvą patenka akmenys arba grumstai, tiekiamas stiprus oro srautas juos nuneša ant priemaišų transporterio 6, o kai patenka bulvės – tiekiamas silpnas oro srautas ir jos krenta ant bulvių transporterio 8.

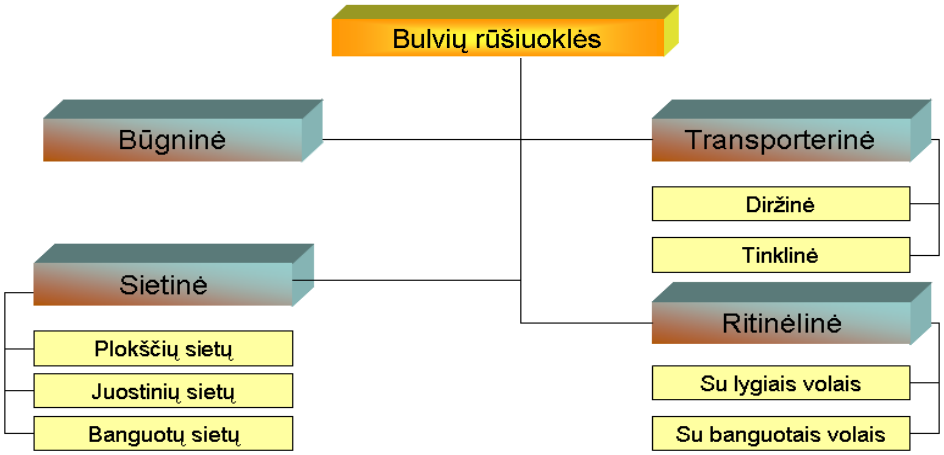


2.16 pav. Elektroninio akmenų atskirtuvo veikimo schema [4]:
1, 3 – transporteriai; 2 – ritininis atskirtuvas; 4 – elektroninio atskirtuvo sekiklis; 5 – pneumatinis elektorius; 6 – priemaišų transporteris; 7 – gaubtas; 8 – bulvių transporteris

Visos prikabinamojo bulvių kombaino darbinės dalys sumontuotos ant rėmo, kuris į žemę remiasi dviem pneumatiniais ratais. Be to, bulvių kombaine yra perdavų ir valdymo mechanizmai, pneumatiniai arba mechaniniai stabdžiai.

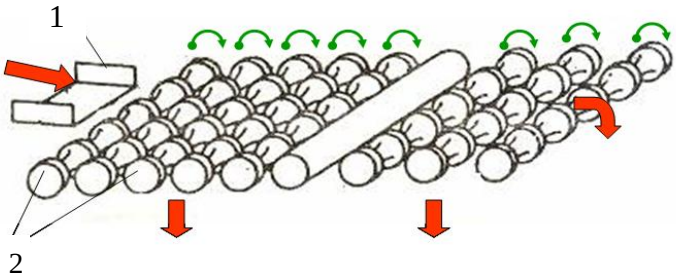
2.2.5. Bulvių rūšiuoklės ir rūšiavimo-valymo punktai

Nukastos bulvės rūšiuojamos rūšiavimo mašinomis. Maistinės ir pašarinės bulvės rūšiuojamos tuoj pat nukastos, o sėklinės – dažniausiai pavasarį. Rūšiavimo mašinos surūšiuoja bulves į kelias rūšis ir atskiria iš jų žemes, bulvienojų liekanas, akmenis ir kitas priemaišas. Bulvių rūšiuoklės pagal darbines dalis skirstomos į ritininėlines, transporterines, sietines ir būgnines (2.17 pav.). Ritinėlinės rūšiuoklės būna su lygiais arba banguotais volais, transporterinės būna diržinės arba tinklinės, o sietinės gali būti su plokščiu juostiniu arba banguotu sietu. Lietuvoje dažniausiai iš jų naudojamos ritinėlinės rūšiuoklės, bet plinta ir sietinės [4, 5].



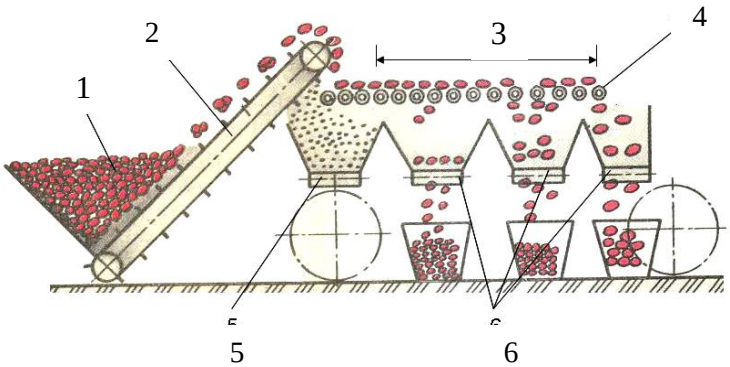
2.17 pav. Bulvių rūšiuoklių klasifikacija pagal darbines dalis

Ritinėlinės bulvių rūšiuoklės pagrindinė darbinė dalis yra rūšiavimo stalas (2.18 pav.). Jį sudaro prie pagrindinio rėmo pritvirtinti lygiagretūs velenai su gumotais ritinėliais, jie išdėstyti taip, kad tarp ritinėlių liktų tarpai.



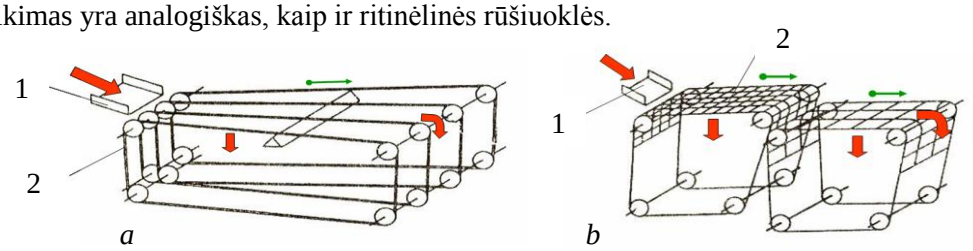
2.18 pav. Rūšiavimo stalas [3]:
1 – bulvių tiekimo latakas; 2 – ritinėliai

Ritinėlinė bulvių rūšiuoklė atskiria nuo bulvių žemes ir kitas priemaišas, rūšiuoja bulves į tris rūšis pagal jų skersmenį, pakrauna jas į konteinerius ar transporto priemones. Iš pradžių rūšiuojamos bulvės supilamos į bunkerį 1 (2.19 pav.) ir iš jo elevatoriumi 2 tiekiamos ant rūšiavimo stalo 3. Rūšiavimo stalo pradžioje yra žemių ir priemaišų atskyrimo įrenginys, kurį sudaro ant velenų užmauti plastikiniai ritinėliai. Per plastikinių ritinėlių tarpus prabyrėjusios priemaišos patenka ant priemaišų transporterio 5 ir yra pakraunamos į priemaišų konteinerį ar transporto priemonę. Likusioje rūšiavimo stalo dalyje yra gumoti ritinėliai, pradžioje tarp jų palikti mažesni tarpai, kad prabyrėtų mažos pašarinės bulvės, paskui tarpai didesni – pro juos prabyra vidutinio stambumo sėklinės bulvės, o stambios maistinės bulvės byra pro rūšiavimo stalo galą. Išrūšiuotos bulvės patenka ant transporterių 6, kurie jas pakrauna į konteinerius ar transporto priemonę.



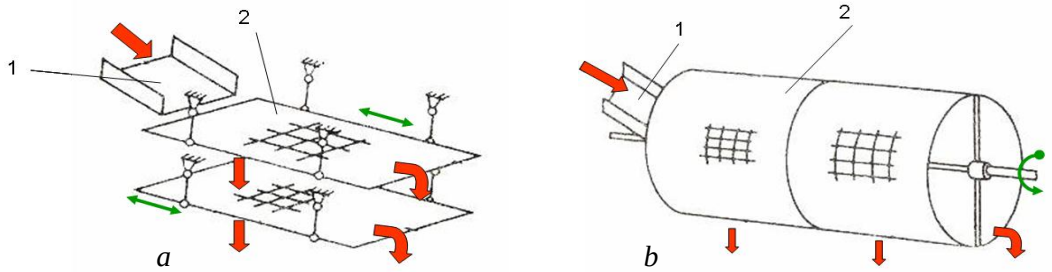
2.19 pav. Ritinėlines bulvių rūšiuoklės tecnnologinė schema [3]:
1 – bunkeris; 2 – elevatorius; 3 – rūšiavimo stalas; 4 – ritinėliai;
5 – priemaišų transporteris; 6 – bulvių iškrovimo transporteriai

Transporterinėse bulvių rūšiuoklėse pagrindinės darbinė dalis yra diržinis arba tinklinis transporteris (2.20 pav.). Veikimas yra analogiškas, kaip ir ritinėlinės rūšiuoklės.



2.20 pav. Transporterinės bulvių rūšiuoklės schema [3]:
a – diržinė: 1 – bulvių tiekimo latakas; 2 – diržas; *b* – tinklinė: 1 – bulvių tiekimo latakas; 2 – tinklas

Sietinėje rūšiuoklėje pagrindinė darbinė dalis yra sietas, o būgninėje – būgnas (2.21 pav.). Jos, kaip ir ritinėlinė rūšiuoklė bulves suskirsto į tris frakcijas.



2.21 pav. Sietinės ir būgninės rūšiuoklės schema [3]:
a – sietinė: 1 – bulvių tiekimo latakas; 2 – sietas; *b* – būgninė: 1 – bulvių tiekimo latakas; 2 – būgnas

Stambiuose bulvininkystės ūkiuose įrengiami bulvių rūšiavimo-valymo punktai. Juose bulvės papildomai nuvalomos, surūšiuojamos ir pakraunamos į konteinerius ar transporto priemonę. Dvi ar daugiau bulvių rūšiuoklių sumontuojamos patalpose ar pastogėse sujungiant dorojamų bulvių, atskirų išrūšiuotų bulvių frakcijų ir atskirtų nuo bulvių priemaišų srautus transporteriais. Darbų našumas padidėja maždaug tiek kartų, kiek sumontuota bulvių rūšiuoklių. Prie bulvių rūšiuoklių dar gali būti statomi išrūšiuotų bulvių perrinkimo stalai (2.22 pav.), taravimo į maišus konteineriai arba atskiros bulvių frakcijos sukaupiamos didelio

2.22 pav. Bulvių perrinkimo stalai [4]:
a – vaizdas iš taravimo įrenginių pusės; *b* – vaizdas iš priemaišų atskirtuvo pusės

tūrio bunkeriuose, kurie pritaikyti savitaka bulves išpilti į jų apačioje pastatytas transporto priemones. Kad bulvės nebūtų pažeidžiamos, tokiuose bunkeriuose būna įrengti bulvių kritimo aukščio slopintuvai.

Bulvių rūšiavimo-valymo punktai gali būti ir mobilūs. Kasamo bulvių lauko gale gali būti įrengiama platforma ant kurios įrengiamas suderinto našumo priėmimo bunkeris su dozatoriumi, priemaišų atskirtuvas, transporterių sistema. Dažniausiai ant vienos platformos telpa tik valymo įranga su iškrovimo į transporto priemones transporteriu.

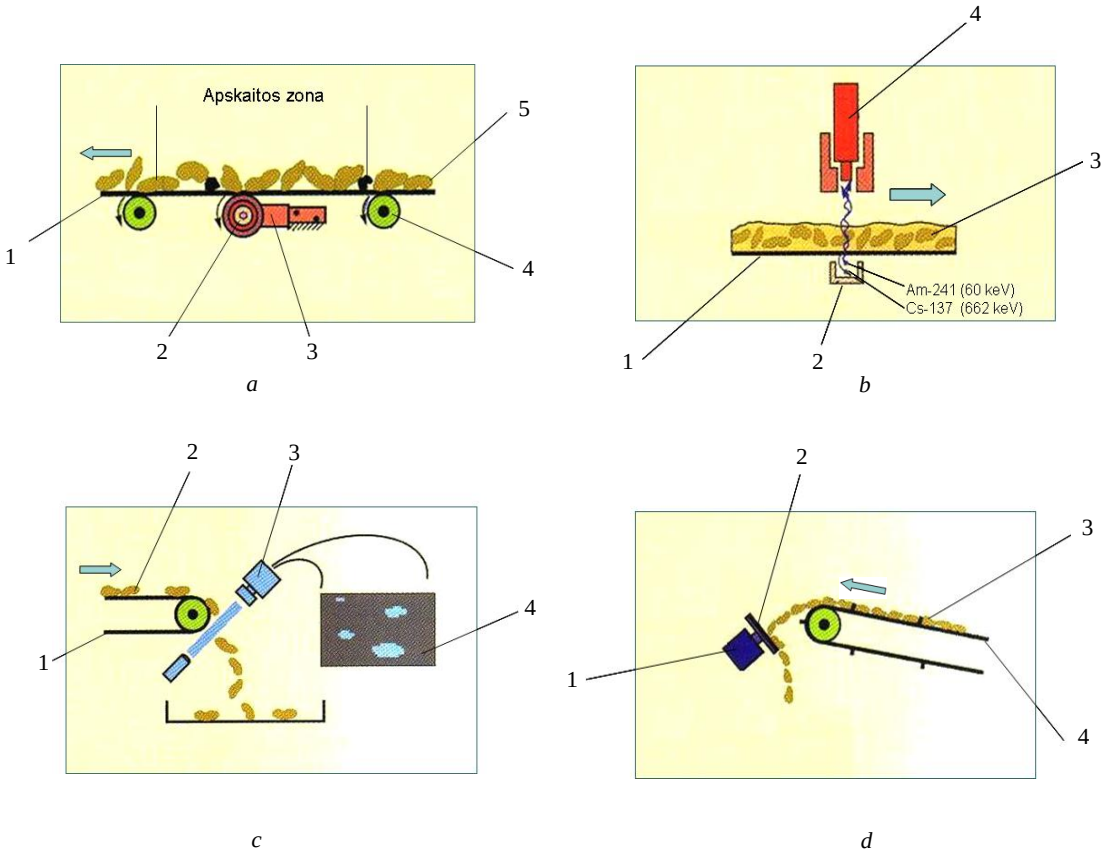
Stacionariuose ar mobiliuose rūšiavimo-valymo punktuose lengviau pritaikomi elektroniniai ar automatiniai bulvių valytuvai, geresnės darbo sąlygos, didesnis darbo našumas ir geresnė jo kokybė.

Stacionarūs punktai gali būti montuojami prie aktyviai ventiliuojamų sandėlių, į kuriuos išvalytos bulvės kraunamos transporteriais. Po sandėliavimo bulvės iškraunamos kaušiniais krautuvais ar specialiu bulvių imtuvu su transporterių sistema ir pakraunamos į transporto priemones. Svarbu, kad perkrovimų būtų kuo mažiau ir bulvės nekristų iš didesnio kaip 0,25 m aukščio. Iškraunamos iš sandėlių bulvės rūšiuoklėmis gali būti rūšiuojamos į tris frakcijas.

2.2.6. Bulvių derliaus apskaitos būdai

Bulvių derliaus apskaita gali būti atliekama jų kasimo, kai apskaitos įranga yra įmontuota bulvių kombaine, arba rūšiavimo metu, kai apskaitos įranga įmontuota rūšiuoklėje. Naudojami keturi bulvių derliaus apskaitos būdai: masinis, radiacinis, optinis ir impulsinis.

Kai naudojamas masinis bulvių derliaus apskaitos būdas, po transporterio juosta, kuria transportuojamos bulvės, yra įrengtas masės ar sunkio jėgos matuoklis 2.23 pav., *a*). Priklausomai nuo bulvių masės, apskaitos zonoje, daugiau arba mažiau yra spaudžiamas matavimo ritinėlis 2, o masės matuoklis 3 gautą rezultatą paverčia į skaitmeninį signalą, kuris apdorojamas specialia kompiuterine programa.



2.23 pav. Bulvių derliaus apskaitos būdų schemos [3]:
a – masinis: 1 – transporterio juosta; 2 – masės ar sunkio jėgos matavimo ritinėlis; 3 – masės matuoklis; 4 – atraminis ritinėlis; 5 – bulvės;
b – radiacinis: 1 – transporterio juosta; 2 – ėmiklis; 3 – bulvės; 4 – spindulių šaltinis;
c – optinis: 1 – transporterio juosta; 2 – bulvės; 3 – optinė sistema; 4 – vaizdo analizatorius;
d – impulsinis: 1 – jėgos matuoklis; 2 – jutiklis; 3 – bulvės; 4 – transporterio juosta

Bulvių derlių nustatant radiaciniu būdu (2.23 pav., *b*), spindulių šaltinis 4 skleidžia signalą, ėmiklyje 2 gaunamo signalo stiprumas priklauso nuo bulvių sluoksnio 3 storio ant transporterio juostos. Vykdant optinę vių derliaus apskaitą (2.23 pav., *c*), optinė sistema 3 registruoja krintančių nuo transporterio juostos 1 bulvių 2 srautą ir gauti rezultatai perduodami į vaizdo analizatorių 4. Nustatant bulvių derlių impulsiniu būdu (2.23 pav., *d*), nuo transporte-

rio juostos 4 krintančios bulvės 3 atsimuša į jutiklį 2 ir gautą smūginį impulsą jėgos matuoklis 1 paverčia į skaitmeninį signalą.

Kontroliniai klausimai	*1. Kokie yra bulvių nuėmimo būdai?*
	2. Kokios yra bulvienojų smulkintuvo darbinės dalys?
	3. Nuo ko priklauso bulvių kratymo intensyvumas kasant bulviakasėmis?
	4. Kokios bulviakasės krautuvės darbinės dalys?
	5. Kaip keičiamas kasimo gylis kasant bulves bulviakasėmis ir kombainais?
	6. Kokie noragai dažniausiai naudojami bulvių kombainuose?
	7. Kaip atskiriami akmenys bulvių kombainuose?
	8. Į kelias frakcijas rūšiuojamos bulvės bulvių rūšiuoklėmis?
	9. Kuo skiriasi bulvių rūšiuoklė nuo rūšiavimo-valymo punkto?
	10. Kaip gali būti vykdoma bulvių derliaus apskaita?

Literatūros sąrašas

1. Potato biology and biotechnology: advances and perspectives / Eds. Dick Vreugdenhil, John Bradshaw. Oxford, UK, Amsterdam, 2007. 823 p.
2. Hijmans, R. Global distribution of the potato crop [Elektroninis išteklius]. American Journal of Potato Research 78 (6) (2001): 403-12. Prieiga per internetą: <http://www.springerlink.com/content/x337773202025363/>. [Žiūrėta 2009 m. lapkričio 15 d.].
3. Butkus V., Špokas L. Bulvių derliaus dorojimo mašinos [Elektroninis išteklius]: mokymo priemonė. Kaunas-Akademija, 2005. 165 p.
4. Šniauka P, Sakalauskas A., Bareišis R. Žemės ūkio mašinos [Elektroninis išteklius]: mokomoji knyga. Kaunas-Akademija, 2006. 82 p.
5. Žemės ūkio mašinos: [vadovėlis] / Sudarytojas V. Gerulaitis. Vilnius, 1994. 231 p.
6. Šniauka P., Sakalauskas A., Bareišis R., Domeika R. Bulvių ir cukrinių runkelių nuėmimo būdai ir principai: metodiniai patarimai LŽŪU studentams. Kaunas-Akademija, 2002. 24 p.

3. CUKRINIŲ RUNKELIŲ DERLIAUS DOROJIMO MAŠINOS

3.1. Agrotechniniai reikalavimai, derliaus nuėmimo būdai

Dabartiniu metu beveik pusė viso cukraus pasaulyje gaminama iš išaugintų cukrinių runkelių. Cukriniai runkeliai tapo strateginiu augalu. Jie – žaliava ne tik baltajam cukrui, bet ir biodegalams gaminti.

Per metus pasaulyje išauginama daugiau kaip 240 mln. tonų cukrinių runkelių [1]. Daugiausia jų auginama Europoje. Stambiausi augintojai yra Prancūzija, Vokietija, Lenkija. Lietuvoje juos pradėta auginti XIX a. pabaigoje.

3.1.1. Agrotechniniai reikalavimai

Cukrinių runkelių derliaus nuostoliai priklauso nuo šaknų kasimo laiko ir mašinų darbo parametrų. Jie būna daug didesni negu nuimant kitus augalus. Anksti pradėjus kasti cukrinius runkelius patiriami dideli šaknų ir dar didesni cukraus nuostoliai. Vėlinant derliaus nuėmimą yra pavojus, kad rudenį dirvos sušlaps ir bus sunkiau jį nuimti.

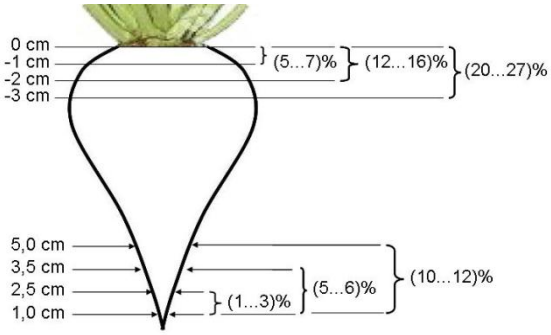
Kai cukriniai runkeliai kasami labai sausose dirvose, kyla pavojus, kad gali nulūžti šaknų galai (3.1 pav.).

Labai ankstyvų veislių cukriniai runkeliai galėtų būti pradėti kasti rugpjūčio 20 d., ankstyvųjų – rugsėjo 1 d., vidutinio ankstyvumo – rugsėjo 15 d., vidutinio vėlyvumo – spalio 1–10 d., o vėlyvosios tik spalio pabaigoje – lapkričio pradžioje [2]. Derliaus nuėmimo terminas gali tęstis nuo 20 iki 50 dienų.

Anksčiau reikėtų pradėti kasti toliau nuo kelių auginamus ir anksčiau sėtus runkelius. Ūkiai, kurie turi nepakankamai technikos, taip pat turėtų laikytis šios rekomendacijos [3].

Siekiant sumažinti cukrinių runkelių kasimo nuostolius, labai svarbu tinkamai nustatyti darbines dalis. Jas reguliuojant reikia prisiminti, kad cukrinių runkelių šaknys turi:

- skirtingą padėtį dirvos paviršiaus atžvilgiu (35 % šaknų galvučių[1] yra dirvos paviršiuje, 23 % – žemiau dirvos paviršiaus, o likusi dalis – virš dirvos paviršiaus);
- nukrypimą nuo vagutės simetrijos ašies (vidutinis nukrypimas – 20–25 cm);
- nevienodą masę (nuo 100 g iki 10 kg).



3.1 pav. Galimi derliaus nuostoliai dėl šaknies nutrūkimo ir netinkamo kerpės nupjovimo [3]

Jeigu blogai sureguliuosime kerpės nupjovimo peilį, šaknų derliaus nuostoliai gali būti iki 27 % (3.1 pav.). Kerpė turi būti nupjauta ties lapų prisegimo vieta.

Reikia turėti omenyje ir tai, kad esant labai tankiam pasėliui (mažiems tarpams tarp gretimų šaknų eilutėje) kerpės nupjovimo peilis gali šokinėti ir visiškai kerpės nenupjauti.

Šaknų kasimo įtaisai turi būti nustatyti taip, kad šaknies galas po iškasimo būtų 1 cm storio ir iškasta ne mažiau kaip 99 % šaknų [4].

Šaknų užterštumas priemaišomis leidžiamas iki 12 %, iš jų lapais – iki 3 %.

Cukrinių runkelių derliaus nuostolių dydžiui įtakos turi ir šaknų paviršiaus mechaniniai pažeidimai. Kai pažeidimų plotai dideli, suaktyvėja šaknų kvėpavimo procesas, pradeda mažėti cukringumas. Esant geroms derliaus nuėmimo sąlygoms, 100 šaknų pažeidimo plotas gali būti nuo 120 iki 2000 cm^2, o sunkioms – iki 5000 cm^2. Cukrinių runkelių šaknys yra labai jautrios sumušimui. Šaknų paviršiai daugiausia pažeidžiami jas valant, kraunant ir iškraunant [5].

Dideli derliaus nuostoliai patiriami ir tada, kai iškastos šaknys paliekamos lauke ir apvysta. Geriausia jas išvežti tą pačią ir ne vėliau kaip rytojaus dieną.

Kasimo nuostoliai nustatomi taip: atmatuojamas 10 m^2 nukastas plotelis, jame surenkamos visos neiškastos šaknys ar jų dalys ir pasveriamos. Ši procedūra darbo dienos laikotarpiu pakartojama ne mažiau kaip penkis kartus. Apskaičiuotas visų pakartojimų masės vidurkis (kg) padalinamas iš 1000. Gauta reikšmė rodo derliaus nuostolius (tonomis), gautus viename hektare.

[1] Galvutė – viršutinė cukrinio runkelio šaknies dalis

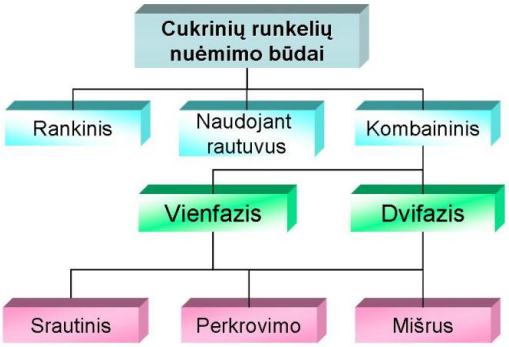
3.1.2. Derliaus nuėmimo būdai

Cukrinių runkelių derliaus nuėmimo būdą (3.2 pav.) lemia turima technika ir derliaus nuėmimo sąlygos.

Kol nebuvo mašinų, cukriniai runkeliai buvo raunami rankomis. Tai buvo labai sunkus ir alinantis darbas. Šaknį galima išrauti ją veikiant apie 400 N jėga, o lapai nuo šaknies atitrūksta juos veikiant 100–500 N jėgai. Todėl dalis šaknų, nutrūkus lapams, lieka dirvoje. Tai dar labiau apsunkina derliaus nuėmimą.

Pradėjus naudoti rautuvus, cukrinių runkelių derliaus dorojimo procesas palengvėjo. Traktoriui tempiant rautuvą, jo darbinės dalys išjudina dirvoje augančias cukrinių runkelių šaknis. Vėliau jos išraunamos rankomis daug mažesne jėga.

Dorojant cukrinių runkelių derlių kombainais, visos operacijos atliekamos mechanizuotai.



3.2 pav. Cukrinių runkelių nuėmimo būdai

Priklausomai nuo kombaine sumontuotų darbinių dalių, derliaus nuėmimo būdas dar gali būti skirstomas į v*ienfazį ir dvifazį*. Jeigu kombainas vienu važiavimu atlieka visas technologines operacijas (nupjauna lapus, iškasa šaknis, atskiria žemes, pakrauna nukastus runkelius į bunkerį ar transporto priemonės kėbulą), cukrinių runkelių derliaus nuėmimo būdas vadinamas vienfaziu, jeigu nukastos šaknys pilamos lauke į sąvalkas ir iš jų surenkamos vėliau – dvifaziu.

Priklausomai nuo to, kaip šaknys išvežamos iš lauko, cukrinių runkelių nuėmimo būdas gali būti srautinis, perkrovimo ir mišrus [3].

Naudojant *srautinį* būdą, šaknys tiesiai iš kombainų pakraunamos į transporto priemones ir vežamos į cukraus fabrikus. Šis būdas yra pats efektyviausiais, nes šaknų nereikia valyti papildomai, jų perkrauti, nereikia naudoti šaknų krautuvų. Šaknys išvežamos iš lauko tuoj pat, jos neapvysta ir geriau laikosi, nėra masės nuostolių. Taikant šį būdą reikia deramai suderinti šaknų kasimo ir išvežimo iš lauko mašinų darbą, kitaip šaknų kasimo kombainai gali dirbti su prastovomis. Be to, kuo didesnis atstumas iki fabriko, tuo daugiau reikės transporto priemonių. Šio būdo negalima taikyti, kai šaknys yra labai žemėtos.

Perkrovimo būdas yra toks, kai šaknys išpilamos lauko gale aikštelėse ir iš ten pakraunamos specialiais krautuvais jas išvežti. Šiuo atveju kombainų darbo našumas nepriklauso nuo transporto priemonių kiekio, dėl to sumažėja kombainų prastovos. Padidėja transporto priemonių našumas, nes jų darbo laikas nepriklauso nuo nuėmimo mašinų darbo laiko. Šaknys į galulaukę gali būti vežamos specialiomis šaknų pervežimo priekabomis arba pačiu kombainu. Šį būdą rekomenduojama taikyti, kai neturime pakankamai transporto priemonių ar kai šaknys yra labai žemėtos ir jas reikia papildomai valyti.

Aikštelės galulaukėse įrengiamos netoli kelių, turinčių tvirtą dangą, kad būtų galima privažiuoti didelės talpos transporto priemonėmis. Aikštelių paviršius išlyginamas, pašalinamos augalinės priemaišos ir išpurenama 5–6 cm gyliu diskinėmis ar sunkiomis virbalinėmis akėčiomis. Runkeliai yra iškraunami aikštelės viduryje. Krūvų plotis būna apie 6–8 m. Jis priklauso nuo naudojamo krautuvo darbinio pločio.

Mišrus runkelių išvežimo būdas būna tada, kai dalis šaknų vežama tiesiai nuo kombaino į cukraus fabriką, o dalis perkraunama. Šis būdas jungia gerąsias srautinio ir perkrovimo būdų savybes: nebūna priverstinių cukrinių runkelių derliaus nuėmimo kombainų prastovų dėl transporto priemonių trūkumo ir transporto priemonių prastovų dėl runkelių stokos. Transporto priemonių reikia mažiau. Derliaus dorojimo tempus lemia atstumas tarp lauko ir cukraus fabriko ir turimas transporto priemonių skaičius.

3.2. Derliaus dorojimo mašinos

3.2.1. Mašinų klasifikacija

Cukrinių runkelių derliaus dorojimo mašinos yra tokios:

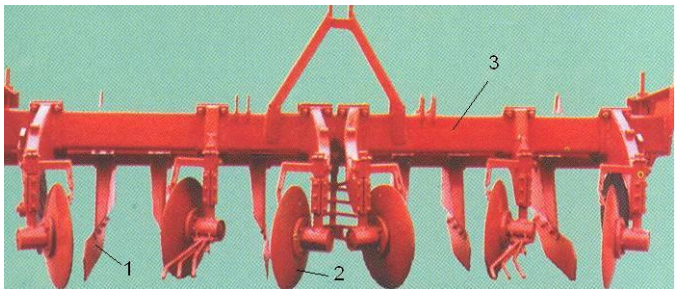
- šaknų rautuvai;
- kombainai;
- šaknų krautuvai;
- šaknų perkrovimo priekabos.

3.2.2. Šaknų rautuvai

Šaknų rautuvai buvo pirmosios mašinos, kurios palengvino sunkų rankų darbą. Tai daugiausia prie traktoriaus pakabinamos mašinos. Rautuvai skirti tik vienai operacijai atlikti – išjudinti runkelio šaknį. Kai šaknis išjudinta, jį išraunama rankomis.

Pagrindinė rautuvo darbinė dalis – noragas 1 (3.3 pav.). Noragai gali dirbti šaknies pakasimo ar išstūmimo principu.

Pakasimo principu dirbantys noragai 1, judėdami cukrinio runkelio apačioje, savo pakilusia plokščia dalimi pakelia dirvą, kartu ir runkelio šaknį. Smulkiosios runkelio šaknelės nutrūksta.



3.3 pav. Pakasimo principu dirbantis rautuvas:
1 – pakasimo noragas; 2 – diskai; 3 – rautuvo rėmas

Išstūmimo principu dirbantys noragai į dirvą įleidžiami negiliai. Tarpai tarp rautuvo letenų norago 1 priekinėje dalyje yra didesni negu gale, todėl dirva kartu su runkeliu iš abiejų pusių spaudžiama, šaknis išstumiama į dirvos paviršių. Darbo metu norago darbiniai paviršiai vibruoja. Vibravimo dažnį galima keisti.

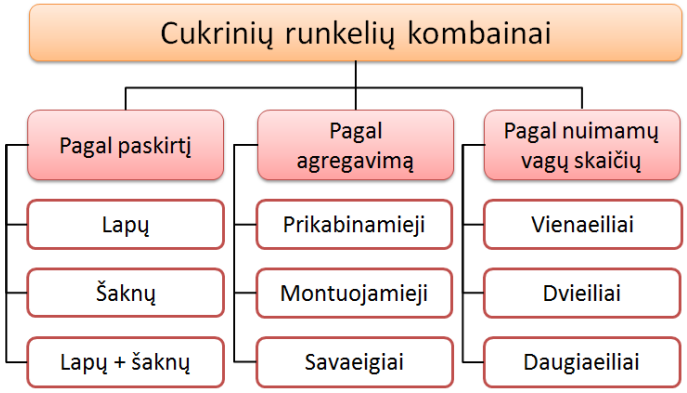
Šiuo metu cukrinių runkelių rautuvai naudojami labai mažai.

3.2.3. Kombainai

Pati sudėtingiausia cukrinių runkelių derliaus dorojimo mašinų grupė – kombainai (3.4 pav.). Jie skirti nupjauti cukrinių runkelių lapus, iškasti šaknis, jas nuvalyti ir pakrauti į transporto priemones.

Šiuo metu daugiausia cukrinių runkelių plotų Lietuvos ūkininkai nuima prikabinamaisiais dviejų ar trijų eilių kombainais. Stambesni ūkininkai ir agroserviso įmonės turi savaeiges mašinas. Vakarų Europos šalyse pagrindinė derliaus dorojimo mašina – savaeigis kombainas (3.5 pav.).

Nuo 2001 m. pradėti gaminti naujos laidos 9 ir 12 eilių savaeigiai cukrinių runkelių kombainai. Šios mašinos yra labai našios. Derlių doroja vienfaziu būdu, turi talpų šaknų bunkerį, kuris gali būti iškraunamas per keletą minučių.



3.4 pav. Cukrinių runkelių derliaus dorojimo kombainų klasifikacija

Savaeigiai cukrinių runkelių kombainai (3.5 pav.) yra brangesni už prikabinamuosius ar montuojamuosius (3.6 pav.), tačiau su savaeigėmis mašinomis dirbti yra patogiau, saugiau, ypač naktį.

Gaunami šiek tiek geresni ir runkelių kokybiniai rodikliai. Vokiečių specialistai ir mokslo darbuotojai teigia, kad savaeigių kombainų sezoninė darbo trukmė yra 1,5–3,3 karto didesnė už prikabinamųjų.

Nustatyta, kad auginant nedidelius (iki 10 ha) runkelių plotus, ekonomiškai neapsimoka turėti nuosavą derliaus nuėmimo techniką. Tokiems augintojams tikslingiau pasinaudoti agroserviso įmonės ar kooperatyvo teikiamomis paslaugomis.

Auginantiems nuo 10 iki 40 ha cukrinių runkelių žemdirbiams verta rinktis prikabinamuosius kombainus ar derliaus dorojimo techniką nuomoti.

Auginant daugiau kaip 40–50 ha cukrinių runkelių, jau verta įsigyti dvieilį ar trieilį prikabinamąjį kombainą, o per 75 ha – savaeigį dvieilį cukrinių runkelių kombainą.

3.5 pav. Savaeigis cukrinių runkelių derliaus nuėmimo kombainas [6]:
1 – lapapjovė; 2 – šaknų kasikliai; 3 – šaknų valytuvas; 4 – šaknų bunkeris; 5 – šaknų iškrovimo transporteris

Didesniuose plotuose (apie 220 ha) derlių tikslinga doroti šešių eilių savaeigiais cukrinių runkelių kombainais. Našiausias savaeigis kombainas pravers tik tuomet, jei per sezoną jam teks nukasti ne mažesnį kaip 350 ha cukrinių runkelių plotą. Ši mašina, gerai organizavus darbą, per sezoną gali nukasti iki 1000 ha runkelių [7].

Montuojamieji cukrinių runkelių kombainai yra panašūs į savaeigius. Jie neturi vidaus degimo variklio, dažnai – ir šaknų bunkerio.

Prasidėjus derliaus nuėmimo sezonui, nuo traktorius nuimami ratai ir jis užkeliamas ant kombaino (3.6 pav.). Traktoriaus užpakalinio tilto pusašiai yra sujungiami su kombaino darbinių dalių ir važiuoklės pavaromis, prie traktoriaus hidraulinės sistemos prijungiama kombaino hidraulinė sistema.

3.6 pav. Montuojamasis cukrinių runkelių kombainas

Šio tipo cukrinių runkelių kombainų našumas, lyginant su savaeigiais, yra mažesnis. Tokie kombainai dažnai neturi šaknų bunkerio, tai kasamos šaknys turi būti kraunamos į šalia važiuojančią transporto priemonę.

Pasibaigus derliaus nuėmimo sezonui, traktorius yra nukeliamas nuo kombaino, uždedami ratai ir jis vėl gali būti naudojamas kitiems darbams atlikti. Montuojamuosius cukrinių runkelių kombainus rekomenduojama naudoti, kai cukrinių runkelių derlius dorojamas nedideliuose plotuose. Šie kombainai yra pigesni, manevringesni negu prikabinamieji.

Prikabinamuosius cukrinių runkelių kombainus rekomenduojama naudoti nedideliuose ūkiuose. Traktorius 4 (3.7 pav.) traukia kombainą ir suka jo darbines dalis. Šie kombainai turi tokias pat darbines dalis kaip ir savaeigiai. Kartais lapapjovė gali būti kaip atskiras įrenginys ir montuojama traktoriaus priekyje. Kombainas gali būti be bunkerio ir turėti paprastesnius (arba vieno tipo) šaknų valymo įrenginius. Tokie cukrinių runkelių kombainai daugiau primena kasamąją, nes iškastos cukrinių runkelių šaknys dirvoje yra supilamos į sąvalkas. Tokie kombainai-kasamosios naudojami, kai derlius dorojamas dvifaziu būdu. Šaknims sąvalkoje pradžiūvus, jas surenka speciali mašina – rinktuvas.

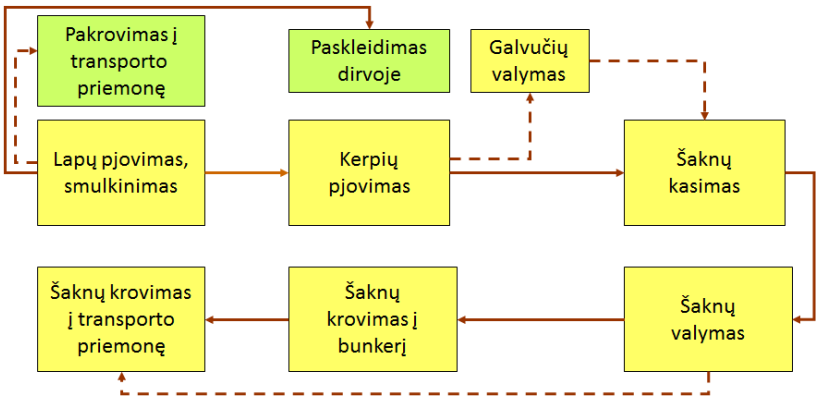
Dirbant su prikabinamuoju cukrinių runkelių kombainu, labai svarbu yra suderinti traktoriaus ratų tarpuvėžio plotį su sėjos tarpueilių pločiu. To nepadarius, traktoriaus ratai gali pažeisti cukrinių runkelių šaknis.

3.7 pav. Prikabinamasis cukrinių runkelių kombainas [8]:
1 – šaknų bunkeris; 2 – šaknų kasikliai; 3 – lapapjovė; 4 – traktorius

3.2.4. Cukrinių runkelių kombaino technologinis procesas

Beveik visų cukrinių runkelių kombainų darbo technologinis procesas yra panašus (3.8 pav.). Jis gali skirtis tik dėl to, ar kombainas turi šaknų bunkerį, šaknų galvučių valytuvą ir lapų pakrovimo į transporto priemonę įrenginį.

Kiekvieno kombaino darbo procesas prasideda lapų pjovimo technologine operacija. Lapai yra pjaunami, smulkinami ir tolygiai paskleidžiami dirvos paviršiuje. Jeigu jie bus naudojami gyvuliams šerti, prie lapapjovės primontavus specialų įrenginį, pakraunami į transporto priemonę ir išvežami iš lauko. Pašalinus lapus, nupjaunama kerpė. Dažnai nupjovus kerpę prie šaknies galvutės lieka suvytusių lapų. Jeigu kombainas turi šaknų galvučių valymo įrenginį, nupjovus kerpę, nudaužomi likę sausi lapai, vėliau iškasama šaknis. Kai kombaine galvučių valymo įrenginio nėra, šaknys yra kasamos vien tik nupjovus kerpę.

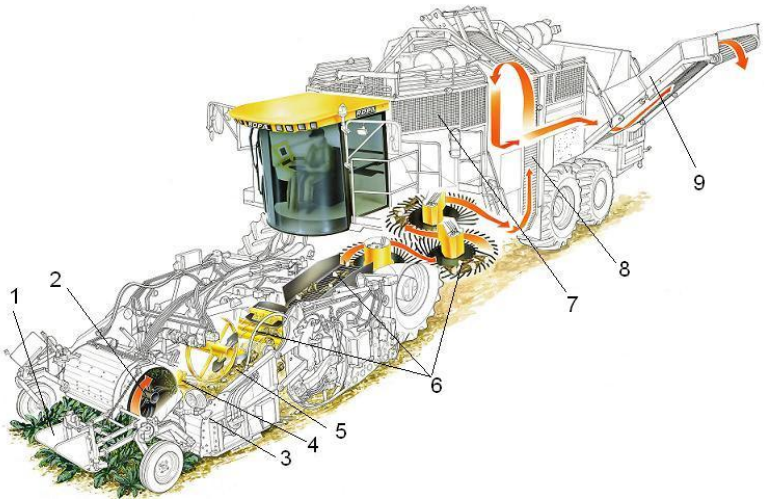


3.8 pav. Cukrinių runkelių kombaino technologinis procesas

Iškastos šaknys būna žemėtos ir jas reikia valyti. Tam kombaine būna įtaisytas šaknų valytuvas. Nuvalytos šaknys yra pakraunamos į bunkerį, o kai jo kombaine nėra – tiesiogiai į transporto priemonę, važiuojančią šalia kombaino. Kai šaknų bunkeris būna pilnas, šaknys perkraunamos į transporto priemonę.

Papildomai šaknys valomos jų pakrovimo į bunkerį ir į transporto priemonę metu.

Darbinės dalys kombaine išdėstytos tokia tvarka, kad galėtų atlikti anksčiau aprašytą technologinį procesą (3.9 pav.).



3.9 pav. Kombaino darbinių dalių išdėstymo schema [9]:
1 – vagučių sekimo įtaisas; 2 – lapapjovė-smulkintuvas; 3 – kerpių nupjovimo įtaisas; 4 – galvučių valytuvas; 5 – kasikliai; 6 – šaknų valytuvas; 7 – bunkeris; 8 – šaknų pakrovimo į bunkerį transporteris; 9 – šaknų iškrovimo į transporto priemonę transporteris

3.2.5. Lapapjovės

Ruošiant šakniavaisius cukraus fabrikams reikia nupjauti lapus. Šią operaciją atlieka lapapjovės.

Priklausomai nuo cukrinių runkelių kombaino darbo principo, lapai gali būti pjaunami dvejopai:

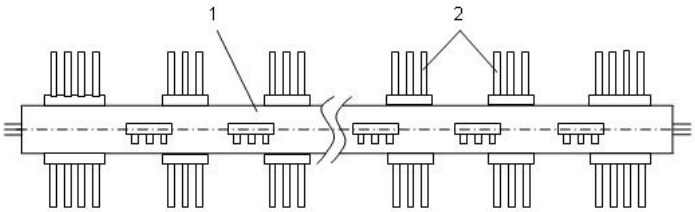
- pjaunami kartu su kerpe;
- pirmiausia pjaunami lapai, o vėliau – kerpė.

Pastaruoju metu daugiausia gaminama kombainų, kurie pirmiausia nupjauna lapus, o paskui – kerpes. Lapapjovės tokiuose savaeigiuose cukrinių runkelių kombainuose būna įtaisytos kombaino priekinėje dalyje (3.9 pav.) arba montuojamos traktoriaus priekyje, kai kombainas prikabinamasis.

Pjaunamasis aparatas yra svarbiausia lapapjovės dalis. Jo rotorius gali būti:

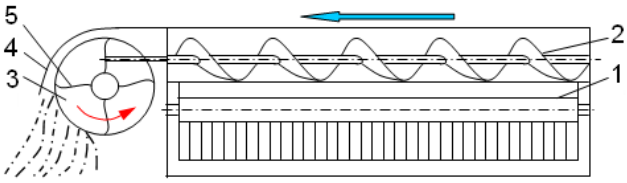
- horizontalus;
- vertikalus.

Horizontalų rotorių sudaro velenas 1 (3.10 pav.), prie kurio lanksčiai pritvirtinti peiliukai 2. Dažniausiai peiliukai 2 išdėstomi po kelis pagal sraigtinę liniją [10]. Tarpas tarp peiliukų 2 galų ir dirvos paviršiaus reguliuojamas keičiant lapapjovės atraminių ratukų padėtį. Šiuolaikiniuose cukrinių runkelių kombainuose ratukų padėtis keičiama hidrauliniais cilindrais, valdomais iš operatoriaus kabinos.



3.10 pav. Lapapjovės smulkinimo aparato rotorius:
1 – velenas; 2 – peiliukai

Sukantis smulkintuvo rotoriui 1 (3.11 pav.), peiliukai nupjauna lapus, juos susmulkina ir tiekia sraigei 2. Sraigė 2 susmulkintą masę transportuoja išmetimo disko 3 link. Prie disko 3 pritvirtintos mentės 5 tiekiamą masę tolygiai paskleidžia dirvos paviršiuje. Paskleidimo nuotolį ir kampą galima keisti iš kombaino operatoriaus kabinos keičiant disko 3 sukimosi dažnį bei gaubtuvo 4 padėtį.



3.11 pav. Lapapjovės su horizontaliu rotoriumi schema:
1 – smulkinimo aparato rotorius; 2 – sraigė; 3 – išmetimo diskas; 4 – gaubtuvas; 5 – mentė

Tuo atveju, kai nupjautus ir susmulkintus lapus reikia pakrauti į transporto priemonę, lapapjovės šone vietoj disko 3 yra montuojamas specialus transporteris. Tokį transporterį turi ne visos lapapjovės.

Kasant cukrinius runkelius dideliame lauke, kartais tikslinga atskirti dalį lauko. Tokiu atveju susmulkintų lapų negalima paskleisti kombaino šone. Tada lapapjovę reikia nustatyti taip, kad nupjauti ir susmulkinti lapai būtų paskleisti tarpvagiuose.

Vertikalių rotorių lapapjovė (3.12 pav.) turi du, tris ar keturis, priklausomai nuo kasamų eilučių skaičiaus vertikalius rotorius. Rotorių sudaro vamzdis 1, prie kurio privirintos vijos 2. Kiekvieno rotoriaus apatinėje dalyje yra įtaisyti du horizontalūs peiliai 3.

Dirbant lapapjovei visi rotoriai sukasi ta pačia kryptimi. Peiliai 3 nupjauna ir susmulkina lapus. Susmulkintą lapų masę vieno rotoriaus vijos 2 transportuoja kito rotoriaus vijoms 2 tol, kol paskutinis rotorius, esantis arčiausiai nukasto lauko krašto, ją paskleidžia dirvoje.

Tokio tipo lapapjoves turi mažo našumo prikabinamieji kombainai. Jų paprasta konstrukcija, minimalus energijos poreikis, kokybiškas darbas. Svarbu tinkamai sureguliuoti tik peilių pjovimo kampą. Atstumas nuo dirvos paviršiaus iki peilio ašmenų užpakalinėje lapapjovės dalyje turi būti nustatytas apie 120 mm, o priekinėje – 20–40 mm mažesnis [11].

3.12 pav. Vertikalių rotorių lapapjovės pjovimo aparatas:
1 – vamzdis; 2 – vija; 3 – peilis

3.2.6. Kerpių nupjovimo įtaisas

Lapapjovės pjovimo aparatas nekopijuoja cukrinių runkelių galvučių, todėl nustatomas taip, kad dirbant nupjautų didžiąją lapų dalį ir nepažeistų šaknų. Už jo yra montuojamas kerpių nupjovimo įtaisas. Jo paskirtis – baigti nupjauti likusią lapų dalį kartu su kerpe be didelių šaknies nuostolių.

Cukrinių runkelių kombainų kerpių nupjovimo įtaisų peiliai būna:

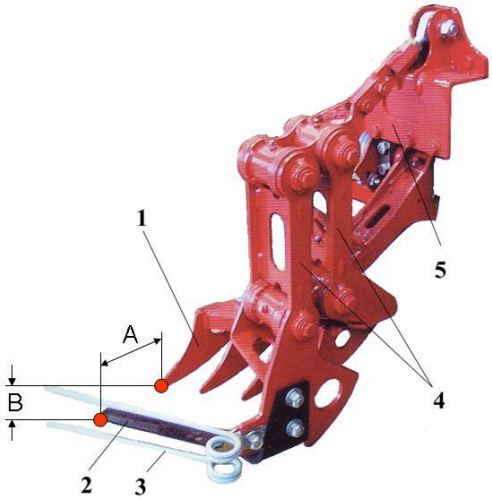
- pasyvieji;
- aktyvieji.

Kerpių nupjovimo įtaiso su pasyviuoju peiliu pagrindinės dalys yra kopijuotuvas 1 (3.13 pav.), peilis 2, kerpės nustūmimo virbas 3. Peilis tvirtinamas taip, kad su judėjimo kryptimi sudarytų kampą ir pjautų slydimu. Kiekviena kerpių nupjovimo įtaiso sekcija prie rėmo 5 tvirtinama per keturgrandį lygiagretainio mechanizmą 4. Kerpių nupjovimo įtaisų skaičius kombaine atitinka kasamų vagų skaičių.

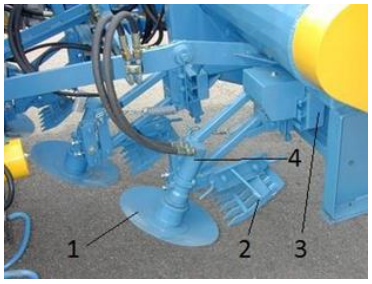
Cukrinių runkelių kombainui judant lauku, hidraulinis vairavimo automatas (vagučių sekimo mechanizmas) kerpių nupjovimo įtaisą veda išilgai runkelių vagučių. Kopijuotuvas 1 šliaužia per runkelių šaknų galvutes – kopijuoja galvutės aukštį virš žemės paviršiaus ir per keturgrandį mechanizmą 4 peilį 2 pakelia į reikiamą aukštį. Peilis 2 nupjauna kerpę, o virbas 3 ją nustumia į šoną.

Labai svarbu tinkamai suderinti kopijuotuvo ir peilio tarpusavio padėtį. Tarpas tarp peilio ir kopijuotuvo horizontalioje „A“ ir vertikalioje „B“ plokštumose turi būti nuo 20 mm iki 30 mm. Tarpas „B“, kartu ir kerpės nupjovimo aukštis, keičiamas automatiškai iš operatoriaus kabinos. Nuo jo priklauso šaknų nuostoliai (3.1 pav.).

Cukrinių runkelių kombaino kerpių nupjovimo įtaiso su aktyviaisiais peiliais (diskais) 1 (3.14 pav.) konstrukcija labai panaši į anksčiau aprašyto įtaiso. Tik čia vietoj kampu įmontuoto pasyviojo peilio įtaisytas diskas 1, kurį suka hidraulinis variklis 4. Besisukąs diskas 1 ne tik nupjauna kerpę, bet ją nustumia į šoną.



3.13 pav. Kerpių nupjovimo įtaisas su pasyviuoju peiliu [12]:
1 – kopijuotuvas; 2 – peilis; 3 – virbas; 4 – keturgrandis lygiagretainio mechanizmas; 5 – rėmas



3.14 pav. Kerpių nupjovimo įtaisas su aktyviuoju peiliu [13, 14]:
1 – pjovimo diskas; 2 – kopijuotuvas; 3 – rėmas; 4 – hidraulinis variklis

3.2.7. Galvučių valytuvas

Nupjovus lapus ir kerpę ne visada cukrinio runkelio galvutė būna švari. Dažnai lieka prilipusių ir sudžiūvusių lapų ar kitų priemaišų. Todėl cukrinių runkelių kombainuose tarp kerpių nupjovimo įtaisų ir kasiklių gali būti montuojamas galvučių valytuvas, kuris pašalina likusias priemaišas.

Galvučių valytuvą sudaro horizontalus velenas 1 (3.15 pav.), prie kurio šarnyriškai pritvirtintos elastingos mentelės 2. Kardaninis velenas 3 ar hidraulinis variklis suka valytuvo veleną 1. Sukantis velenui 1, mentelės 2, veikiamos išcentrinės jėgos, daužo runkelio šaknies galvutės paviršių ir pašalina priemaišas.

3.15 pav. Galvučių valytuvas [14]:
1 – velenas, 2 – elastingos mentelės; 3 – kardaninis velenas

Kad valytuvas dirbtų gerai, svarbu nustatyti optimalų valytuvo mentelių aukštį nuo dirvos paviršiaus. Jeigu valytuvas bus pakeltas per aukštai, cukrinių runkelių šaknų galvutės liks nenuvalytos, jeigu per žemai – gali būti pažeistos.

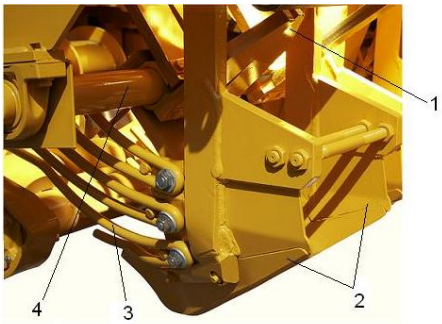
3.2.8. Kasikliai

Kasiklių paskirtis – iškasti cukrinių runkelių šaknis. Pagal konstrukciją kasikliai būna:

- švytuojantys noragai;
- besisukantys diskai.

Švytuojantį noragą sudaro dvi dalys 2 (3.16 pav.), pastatytos kampu. Tarpas tarp norago sudedamųjų dalių priekyje yra didesnis negu gale. Kasant cukrinių runkelių šaknis šios norago dalys vibruoja, todėl šaknims išjudinimui reikia mažesnės jėgos. Be to, šaknys ir pakeltas žemių sluoksnis lengviau juda norago galo link. Užpakalinėje norago dalyje įtaisyti virbalai 3. Jie atlieka pirminį valymą – atskiria nuo šaknų žemių dalį.

Virš kasiklio yra įtaisytas velenas 4, prie kurio pritvirtintos mentės 1. Sukantis velenui 4, mentės 1 iškastas cukrinių runkelių šaknis nukreipia į pagrindinį šaknų valytuvą.



3.16 pav. Švytuojančio norago kasiklis [15]:
1 – mentė; 2 – švytuojančio norago sudėtinės dalys; 3 – virbalai; 4 – velenas

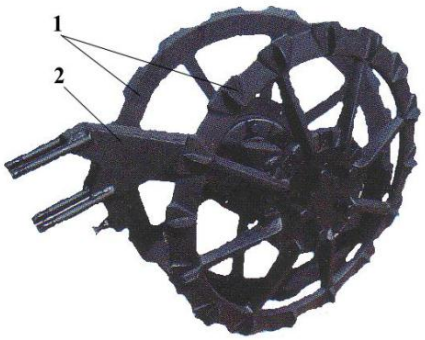
Švytuojančių noragų kasiklius rekomenduojama naudoti tuomet, kai cukrinių runkelių derlius dorojamas sausose dirvose.

Kasiklių įsigilinimą riboja atraminiai ratai. Kasimo gylis reguliuojamas hidrauliniais cilindrais iš kabinos. Be to, hidrauliniais cilindrais keičiama kasiklių porų tarpusavio padėtis horizontalioje plokštumoje, pritaikant juos darbui skirtingo pločio tarpvagiuose.

Besisukantys diskiniai kasikliai tinka dirbant įvairių tipų dirvose, gerai dirba netgi piktžolėtuose pasėliuose.

Diskinį kasiklį sudaro 24–32° kampu nustatyti du diskai 1 (3.17 pav.). Kiekvienai augalų eilutei skiriama pora diskų (vienas diskinis kasiklis). Diskai gali būti pasyvieji (sukasi dėl sąlyčio su dirva) arba aktyvieji – vienas sukamas priverstinai, o kitas pasyvus.

Tarpas tarp diskų priekyje yra didesnis negu gale, todėl šaknis, patekusi tarp besisukančių diskų, yra ne tik transportuojama užpakalinės jų dalies link, bet ir keliama į viršų. Taip diskai iškasa (išrauna) šaknį.



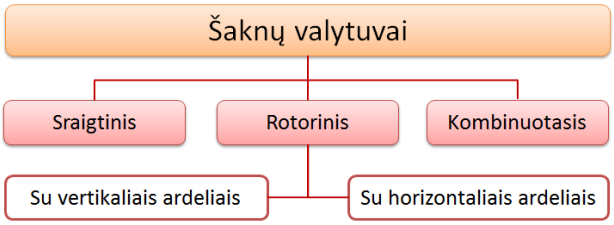
3.17 pav. Diskinis kasiklis [14]:
1 – diskai; 2 – stovas

Diskinių kasiklių poros viena kitos atžvilgiu perstatomos priklausomai nuo tarpvagių pločio.

Kasant dideles runkelių šaknis, kasimo diskus reikia daugiau įgilinti, tačiau tuomet diskai labiau dyla, į šaknų valymo sistemą tiekiama daugiau žemių, padidėja valytuvo apkrova.

3.2.9. Šaknų valymo sistema

Pirminį valymą atlieka šaknų kasikliai, tačiau to nepakanka, nes jie atskiria tik menką dalį žemių, todėl cukrinių runkelių kombainuose yra įtaisoma šaknų valymo sistema (3.18 pav.).

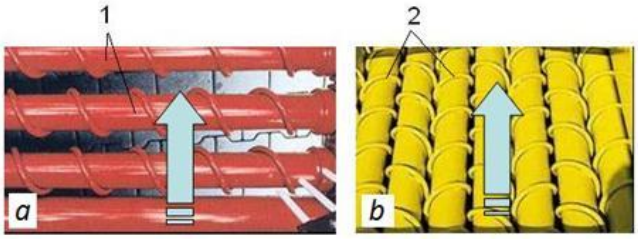


3.18 pav. Šaknų valytuvų klasifikacija

Sraigtinį valytuvą sudaro keletas lygiagrečiai vienas greta kito išdėstytų velenų 1 (3.19 pav.), ant kurių paviršiaus pritvirtintos sraigtinės vijos. Valoma masė gali būti tiekiama skersai ir išilgai velenų.

Velenai 1 gali būti sukami ta pačia arba priešpriešine kryptimi. Jiems sukantis, sraigtinės vijos 2 transportuoja šaknis, jos slenka velenų paviršiumi, sukasi, be to, trinasi viena į kitą ir apsivalo nuo žemių. Žemės ir kitos priemaišos išbyra pro tarpus tarp velenų.

Pastaruoju metu gaminami kombainai, kuriuose vietoj vijų 2 ant velenų 1 yra sumautos dygliuotos guminės ar plastikinės žvaigždutės. Jos perneša šaknis nuo valytuvo vieno veleno ant kito.



3.19 pav. Sraigtinis valytuvas [12]:
a – skersinis tiekimas; *b* – išilginis tiekimas: 1 – velenai; 2 – sraigtinės vijos

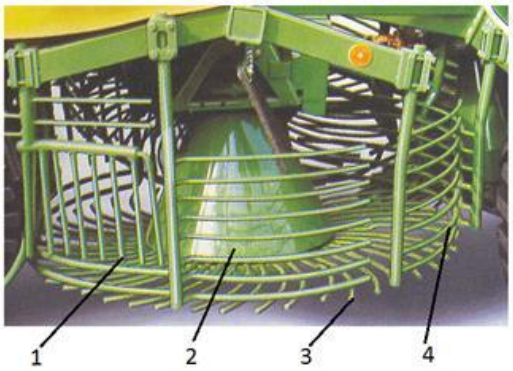
Rotorinį valytuvą sudaro rotoriaus velenas 2 (3.20 pav.), prie kurio tvirtinamas ardelinis rotorius 3, ardelinės sienelės 1 ir 4.

Sukantis ardeliniam rotoriui 3, kartu yra sukamos cukrinių runkelių šaknys. Jos trinasi tarpusavyje, atsitrenkusios į sieneles 1 ir 4, apsivalo nuo žemių. Atsiskyrusios žemės ir kitos priemaišos išbyra ant dirvos paviršiaus pro tarpus tarp ardelių.

Cukrinių runkelių derliaus dorojimo kombainuose gali būti įtaisyti keli rotoriniai valytuvai. Tada valomos šaknys iš vieno rotorinio valytuvo yra tiekiamos į kitą ir t. t.

Rotorinio valytuvo sienelių ardeliai gali būti vertikalūs ir horizontalūs. Valymas būna efektyvesnis, kai ardeliai yra vertikalūs, tačiau šaknys tuo atveju pažeidžiamos labiau. 3.20 pav. parodyta sienelė, kuri turi vertikalius 1 ir horizontalius 4 ardelius. Dažniausiai sienelių ardeliai būna vieno tipo.

Rotorių suka hidrauliniai varikliai, todėl sukimosi dažnį galima keisti labai sklandžiai. Dirbant sausose dirvose rotoriaus sukimosi dažnį reikia sumažinti, taip išvengiama didesnių šaknų pažeidimų.



3.20 pav. Rotorinis valytuvas [16]:
1 – sienelės dalis su vertikaliais ardeliais; 2 – rotoriaus velenas; 3 – ardelinis rotorius; 4 – sienelės dalis su horizontaliais ardeliais

Valytuvo darbo kokybė priklauso nuo tarpo tarp rotoriaus 3 ardelių ir sienelės ardelių 1 ir 4. Šį tarpą kombaino operatorius gali keisti iš kombaino kabinos, sienelės ardelius kilnoja hidraulinis cilindras. Jeigu tarpai bus labai maži ir pasėlis piktžolėtas, tai piktžolės nebus išmestos į lauką, bet jas valytuvas transportuos į šaknų bunkerį. Jeigu tarpas bus per didelis, tai valytuvo rotorius į lauką gali išmesti mažas runkelių šaknis.

Kombinuotąjį valytuvą sudaro sraigtiniai ir rotoriniai valytuvai. Be to, į jo sudėtį įeina ir visi transporteriai, kurie transportuoja šaknis tarp valytuvų ir į šaknų bunkerį. Tokio tipo valytuvus turi dauguma savaeigių cukrinių runkelių derliaus dorojimo kombainų.

3.2.10. Automatinė kontrolės sistema

Automatinė kombaino kontrolės sistema palengvina kombaino valdymą, operatorius daugiau laiko gali skirti technologinio proceso kontrolei.

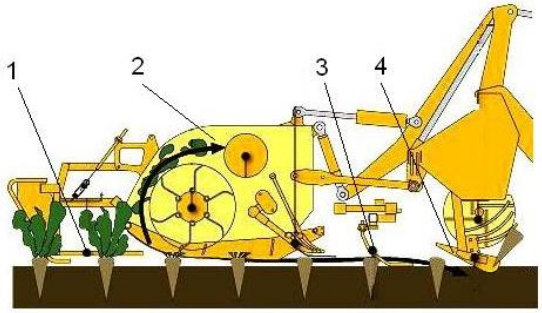
Tam, kad runkelių šaknų kasikliai mechaniškai nepažeistų kasamų cukrinių runkelių šaknų, kombainuose būna įtaisyti eilučių sekimo ir automatinio kasimo gylio reguliavimo mechanizmai.

Paprastai eilučių sekimo mechanizmo jutikliai 1 (3.21 pav.) įtaisomi prieš lapapjovę 2. Jį sudaro dvi pavažos, kuriomis kombainas seka vagas. Kai kombainui važiuojant tiesiai vagos pakrypsta į šoną, tai kartu pakreipiami ir jutikliai. Jiems pakeitus pradinę padėtį, valdymo blokas duoda impulsą vairavimo hidraulinei sistemai, kuri suka važiuoklės ratus tol, kol jutikliai vėl užima pradinę padėtį.

Eilučių sekimo mechanizmo jutikliai gali būti įtaisomi ir prieš šaknų kasiklį 4. Be to, kombainai gali turėti ir abi jutiklių poras.

Automatinis kasimo gylio mechanizmas palaiko operatoriaus nustatytą kasimo gylį. Jo jutikliai 3 (3.21 pav.) dažnai būna įtaisyti prieš kasiklius. Jutiklį sudaro šliaužikliai, kurie liečia tarpvagių dugnus ir darbo metu juos kopijuoja. Pakitus nustatytai padėčiai tarp šliaužiklio ir kasiklio vertikalioje plokštumoje, kombaino hidraulinė darbinių dalių sistema kasiklius pakelia ar nuleidžia žemyn.

Vietoj šliaužiančių jutiklių prie kasiklių gali būti įtaisomi atraminiai ratai. Jie, riedėdami vagos dugnu, jį kopijuoja ir palaiko pasirinktą kasiklių kasimo gylį.



3.21 pav. Automatinės kontrolės sistemos jutiklių įtaisymo schema [15]:
1 – vagų sekimo jutiklis; 2 – lapapjovė; 3 – automatinio kasimo gylio kontrolės jutiklis; 4 – kasikliai

3.2.11. Važiuoklė

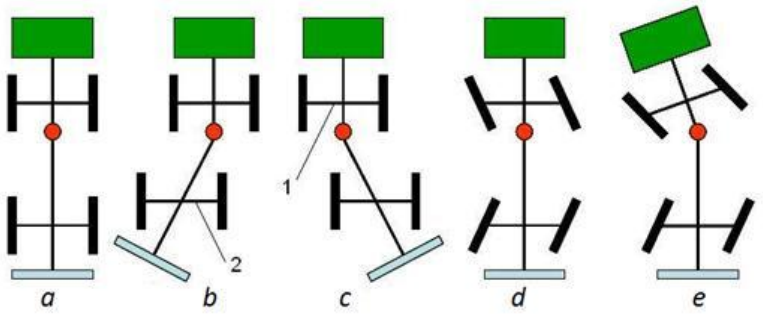
Važiuoklės paskirtis – perduoti kombaino darbinių dalių svorio jėgą kelio ar dirvos paviršiui, sušvelninti smūgius, gaunamus dėl kelio ar dirvos nelygumų. Be to, jeigu kombainas prikabinamasis, per valdą jis prijungiamas prie traktoriaus pakabinimo sistemos, o jeigu savaeigis – ratų sukamasis judesys pakeičiamas kombaino slenkamuoju judesiu.

Cukrinių runkelių kombainų važiuoklė – ratinė. Konstrukcija priklauso nuo kombaino tipo.

Prikabinamieji kombainai turi vienaašę važiuoklę (3.7 pav.). Jų masė nėra didelė, dažnai neviršija 10 tonų.

Savaeigių kombainų masė yra didelė, gali būti didesnė nei 20 tonų. Siekiant padidinti kombaino važiuoklės kontakto plotą su dirva ir sumažinti lyginamąjį slėgimą, įtaisomi platūs ratai. Ratų plotis siekia 1000 mm ir net daugiau.

Rėmo konstrukcija yra sudėtinga (3.22 pav.). Rėmas paprastai sudarytas iš dviejų pusrėmių. Priekinio ir galinio tiltų ratai gali būti vairuojami, todėl kombainai su tokia važiuoklės konstrukcija, nors ir didelių gabaritinių matmenų, yra pakankamai manevringi. Atliekant posūkį ar sukantis galulaukėje, pasukami visi ratai (3.22 pav., *d*). Jeigu posūkiui atlikti vietos yra mažiau, kartu gali būti pasukami ir pusrėmiai (3.22 pav., *e*). Tokio kombaino, kurio ilgis su darbinėmis dalimis yra apie 12 m, mažiausio posūkio vidinis spindulys ne didesnis nei 8 m.



3.22 pav. Savaeigio cukrinio runkelių kombaino važiuoklės padėtys: *a, b, c* – darbinė; *d, e* – posūkiams atlikti; 1 – priekinis tiltas; 2 – užpakalinis tiltas

Kasant cukrinių runkelių šaknis kombaino užpakalinė dalis yra perstumiama į šoną (3.22 pav., *b, c*). Galinių ratų pėdsakai nesutampa su priekinio tilto ratų pėdsakais, todėl mažiau suspaudžiama dirva.

Kombaino rėmo padėtis, parodyta 3.22 pav., *a*, naudojama tada, kai kasimui norima atskirti tik dalį lauko. Priekinio ir užpakalinio tilto ratų pėdsakai sutampa.

Variklio galia kombaino varantiesiems ratams dažniausiai perduodama hidrauliniu kontūru. Kombaino variklis suka keičiamo darbo tūrio alyvos siurblį, o siurblys – hidraulinį variklį, kurio velenas sujungtas su skirstymo dėžės pirminiu velenu. Nuo skirstymo dėžės sukimo momentas varančiųjų tiltų ratams perduodamas kardaniniais velenais.

Tokia transmisija turi du ar tris greičių diapazonus, kombaino judėjimo greitis keičiamas sklandžiai nuo mažiausio iki didžiausio. Dauguma savaeigių cukrinių runkelių kombainų gali važiuoti iki 25 km h^{-1} greičiu.

3.2.12. Šaknų perkrovimo priekabos

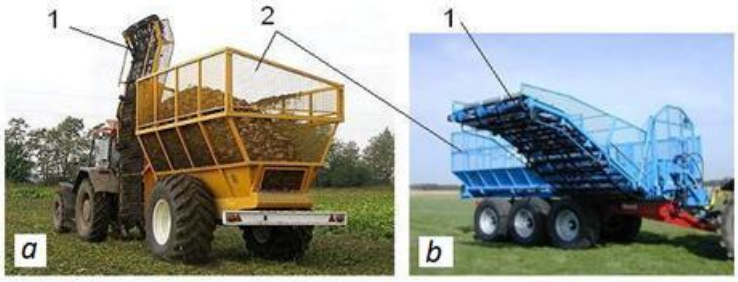
Labai svarbu kasant cukrinių runkelių šaknis racionaliai išspręsti jų pervežimą nuo kombaino iki lauko aikštelių ar saugyklų. Iki šiol šaknims transportuoti buvo naudojama visa ūkiuose turima transporto technika.

Pastaruoju metu cukrinių runkelių derliaus nuėmimo mašinų gamintojai pradėjo gaminti specialias perkrovimo priekabas, skirtas nukastoms šaknims transportuoti (3.23 pav.).

Naudojant tokias priekabas mažiau reikia transporto priemonių, mažiau suslegiama dirva. Jas rekomenduotina įsigyti ūkiams, kurie augina daug cukrinių runkelių ir derlių doroja savaeigiais kombainais.

Nukastos šaknys į priekabą gali būti pakraunamos tiek kombainui stovint, tiek jam kasant šaknis.

Kai kurių priekabų kėbulo šonai gali būti pakeliami ir nuleidžiami hidrauliniais cilindrais. Tokios perkrovimo priekabos yra universalios, jos gali dirbti poroje su įvairiais cukrinių runkelių kombainais, turinčiais skirtingą iškrovimo transporterio nustatymo aukštį.



3.23 pav. Perkrovimo priekabos [17, 18]: *a* – vienaašė; *b* – triašė; 1 – iškrovimo transporteris; 2 – kėbulas

Priekabos iškrovimo transporteris gali būti įtaisomas tiek priekabos dešinėje, tiek kairėje pusėje. Iškrovimo aukštį galima keisti nuo 2,0 m iki 4,5 m. Iškrovimo transporterį reikia nustatyti taip, kad iškraunamų runkelių šaknų kritimo aukštis būtų kuo mažesnis.

Šaknis iškrovimo transporteriui tiekia kėbulo dugne įtaisytas grandiklinis transporteris. Jo darbinis greitis yra keičiamas. Iškrovimo pradžioje greitis nustatomas mažiausiais, pabaigoje – didžiausias.

Perkrovimo priekabų gabaritiniai matmenys yra gana dideli. Važiuojant su priekabomis keliu į šaknų iškrovimo vietą, siekiant sumažinti gabaritinius matmenis, priekabos iškrovimo transporterį 1 (3.23 pav.) reikia pakelti.

Važiuoklės ašių skaičius priklauso nuo kėbulo talpos. Kuo kėbulo talpa didesnė, tuo priekabos važiuoklė turi didesnį ašių skaičių.

Siekiant sumažinti dirvos suslėgimą, priekabų važiuoklės komplektuojamos su žemo slėgio padangomis. Važiuoklė turi pneumatinę stabdžių sistemą.

Perkrovimo priekabos yra hidrofikuotos. Darbines dalis suka traktoriaus jėgos velenas ar hidrauliniai varikliai.

3.2.13. Krautuvai

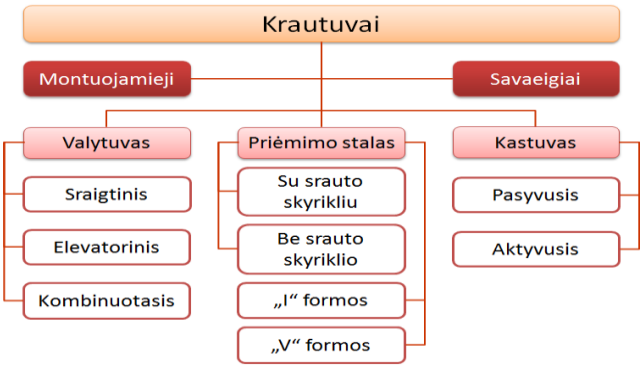
Krautuvas runkelius iš krūvų pakrauna į transporto priemonę ir juos papildomai valo. Ši žemės ūkio mašina ypač reikalinga, kai cukrinių runkelių derlius dorojamas perkrovimo būdu.

Pastaruoju metu daugiausia naudojami savaeigiai krautuvai (3.24 pav.). Jie rekomenduojami ūkiams, kuriuose auginami dideli cukrinių runkelių plotai, ir agroserviso įmonėms.

Savaeigiais krautuvais per valandą galima pakrauti nuo 300 iki 430 tonų runkelių šaknų. Didžiausias šaknų pakrovimo aukštis gali siekti 6 metrus, o krovimo nuotolis – 13 metrų [19, 20].

Šaknų priėmimo stalai 1 (3.25 pav.) būna ilgi. Šaknis galima krauti iš krūvų, kurių plotis siekia net 10 metrų.

Savaeigių krautuvų važiuoklės pavara dažniausiai yra hidraulinė, todėl judėjimo greitį galima keisti labai sklandžiai nuo mažiausio iki 25 km h^{-1}.



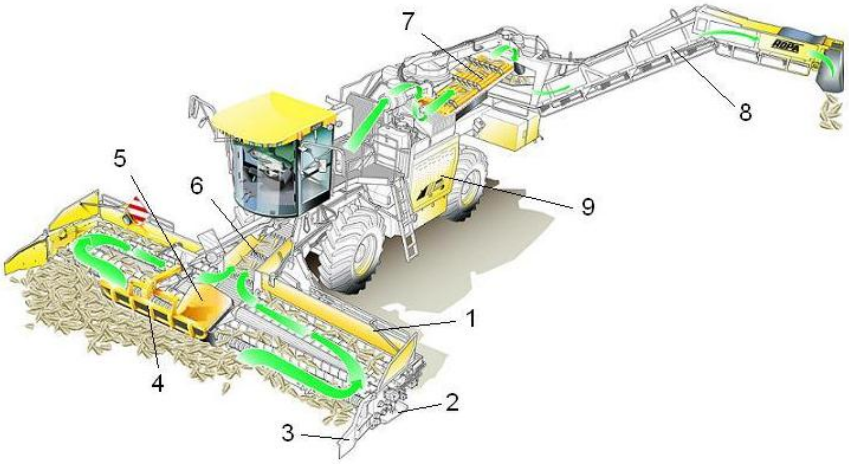
3.24 pav. Cukrinių runkelių šaknų krautuvų klasifikacija

Montuojamuosius krautuvus rekomenduojama naudoti nedideliuose ūkiuose. Jų važiuoklė ir panaudojimo galimybės panašios kaip montuojamųjų cukrinių runkelių kombainų.

Krautuvo darbines dalis sudaro šaknų priėmimo stalas (3.26 pav.), šaknų transportavimo 6 (3.25 pav.) ir valymo 7 įrenginiai, krovimo transporteris 8. Visos darbinės dalys sumontuotos ant krautuvo važiuoklės, sukimo momentą joms perduoda variklis 9 per mechanines ar hidraulines pavaras.

Kraunant šaknis krautuvo stalas būna nuleistas ir į dirvos paviršių remiasi pavažomis 2. Krautuvui judant į priekį, runkelių šaknys patenka ant stalo 1. Jeigu krautuvas turi šaknų srauto skyriklį 5, iš krūvos krentančias šaknis jis perskiria į du srautus ir tolygiau paskirsto stalo paviršiuje.

Krautuvo stalas 1 turi pirminį šaknų valytuvą. Čia šaknys apvalomos nuo žemių ir priemaišų, transportuojamos į stalo centrą ir nukreipiamos elevatoriui 6. Elevatorius 6 šaknis tiekia antriniam valymo įrenginiui 7. Šaknys iš valytuvo 7 patenka ant krovimo transporterio 8, o vėliau – į transporto priemonę. Elevatoriai 6 ir 8 šaknis ne tik transportuoja, bet ir papildomai valo.



3.25 pav. Savaeigio cukrinių runkelių krautuvo schema [21]:
1 – priėmimo stalo vertikalioji lenta; 2 – pavaža; 3 – skydas; 4 – kastuvas; 5 – srauto skyriklis; 6 – elevatorius; 7 – valytuvas; 8 – krovimo transporteris; 9 – variklis

Baigiant krauti krūvą (mažėjant krūvos aukščiui), šaknys vis sunkiau patenka ant stalo 1, todėl krautuvo priekyje įtaisomas kastuvas 4, kuris jas tiekia priverstinai.

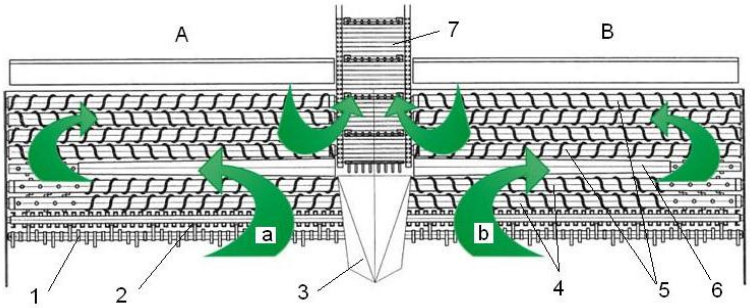
Skydai 3 yra įtaisyti priėmimo stalo priekyje. Jie gali būti sukiojami hidrauliniais cilindrais, todėl krautuvo darbinį plotį galima geriau suderinti su runkelių krūvos pločiu.

Viena iš pagrindinių krautuvo darbinių dalių – *šaknų priėmimo stalas*. Jo darbinis plotis didelis, todėl būna sudarytas iš dviejų dalių: dešiniosios A (3.26 pav.) ir kairiosios B. Kai stalo abi dalys lygiagrečios, stalas yra „I“ formos, o kai jo A ir B dalys tarpusavyje sudaro kampą – „V“ formos.

Vidurinėje stalo dalyje įtaisytas šaknų srauto skyriklis 3 švytuoja. Judesys skyrikliui suteikiamas per ekscentrinę pavarą. Skyriklio paviršiaus dangalo forma – kūginė, todėl ant stalo patekantis šaknų srautas tolygiai padalijamas į du srautus.

Priekinėje stalo dalyje yra įtaisytas pirštinis velenas 1. Jis pakelia runkelių šaknis ir tiekia kumšteliniam velenui 2. Veleno 1 pirštai įsigilina į dirvą iki 7 cm, todėl šaknys pakeliamos be didelių mechaninių pažeidimų.

Kumštelinis velenas 2 pakeltas šaknis nukreipia toliau valymo volams 4. Šie volai dešinėje stalo dalyje (A) turi dešininio, kairėje (B) – kairinio sukimo vijas, todėl ant jų patekusios šaknys yra transportuojamos į stalo pakraščius. Šaknys, judėdamos volų paviršiumi, sukasi ir trinasi vienos į kitas, ir tokiu būdu valosi. Kiekvieno valymo volo 4 galuose (arti stalo pakraščių) vietoj spiralinių vijų įtaisyti pirštai, kurie šaknis permeta kitiems keturiems valymo volams 5. Šie volai šaknis valo, sutraukia į stalo centrą ir tiekia elevatoriui 7.



3.26 pav. Priėmimo stalas [21]:
A, B – dešinioji ir kairioji stalo dalis; a, b – dešinysis ir kairysis srautai; 1 – pirštinis velenas; 2 – kumštelinis velenas; 3 – srauto skyriklis; 4, 5 – valymo volai; 6 – kūginis volas; 7 – elevatorius

Stalo vidurinėje dalyje įtaisyti kūginiai volai 6 atskiria šaknų srautus, transportuojamus valymo volų 4 ir 5. Taip pailginamas valymo kelias. Bendras šaknų nueitas kelias per visus valymo įrenginius, priklausomai nuo jų konstrukcijos, gali sudaryti iki 25 metrų.

Visiems priėmimo stalo velenams ir volams sukimo momentas suteikiamas per hidraulinę pavarą. Sukimosi dažnį galima keisti sklandžiai, o kryptį – reversuoti.

Kai kurių krautuvų priėmimo stalai kūginio volo 6 neturi. Tada vijos ant valymo volų išdėstytos taip, kad visa šaknų masė, patekusi ant stalo, iš karto būtų transportuojama centro link.

Esant transporto padėčiai, priėmimo stalo dešinioji ir kairioji pusės yra prilenkiamos prie krautuvo šonų, kastuvas 1 (3.27 pav.) priartinamas prie centrinės priėmimo stalo dalies.

Kastuvas palengvina šaknų tiekimą ant priėmimo stalo, kai krūvos aukštis mažas arba šaknų krauti liko labai mažai.

Pasyvųjį kastuvą (3.27 pav., *a*) sudaro atrama 1, prie kurios tvirtinama lenta 3. Jį valdo teleskopinė strėlė 2.

Aktyvųjį kastuvą (3.27 pav., *b*) sudaro būgnas 4, prie kurio pritvirtintos mentės 5. Sukantis būgnui 4, mentės 5 šaknis pakelia ant priėmimo stalo. Būgną suka hidraulinis variklis.

3.27 pav. Kastuvai [21]:
a – pasyvusis; *b* – aktyvusis; 1 – kastuvas; 2 – strėlė; 3 – lenta; 4 – būgnas; 5 – mentė

Ne visada cukrinių runkelių krautuvas turi šaknų priėmimo stalą ir kastuvą. Gaminami krautuvai, kuriuose vietoj priėmimo stalo yra įtaisytas bunkeris. Bunkerio dugną sudaro valymo volai. Šaknis į tokį bunkerį krauna kitas krautuvas.

Tiekimo elevatorius 6 (3.25 pav.) šaknis transportuoja antriniam valymo blokui 7. Jį sudaro virbalinės juostos, padengtos guma, kad mažiau daužytų šaknis, varantieji velenai su žvaigždutėmis, įtempiantieji ritinėliai. Prie virbalinių juostų yra pritvirtinti pirštai, kurie transportuojamoms cukrinių runkelių šaknims neleidžia riedėti žemyn. Kartais krautuvų tiekimo elevatoriaus pradžioje gali būti įtaisyti papildomi išilginiai valymo volai su sraigtinėmis vijomis.

Šaknų valytuvas 7 (3.25 pav.) krautuve įtaisomas tarp tiekimo elevatoriaus 6 ir krovimo transporterio 8. Elevatorinio valytuvo konstrukcija tapati tiekimo elevatoriaus konstrukcijai. Valytuvo elevatorius neturi prie virbalinių juostų pritvirtintų pirštų, tačiau gali turėti įtaisytus kratiklius valymo intensyvumui padidinti. Elevatoriaus juostą suka hidraulinis variklis, sukimosi dažnis keičiamas sklandžiai nuo minimalaus iki maksimalaus. Toks valytuvas gerai dirba lengvo ir vidutinio sunkumo dirvose.

Cukrinių runkelių šaknų krautuvuose gali būti įtaisyti ir sraigtiniai šaknų valytuvai (3.19 pav.). Tokius valytuvus rekomenduojama naudoti kraunant labai žemėtas ar išaugintas sunkiose dirvose runkelių šaknis.

Krovimo transporterį 8 (3.25 pav.) dažniausiai sudaro du atskiri elevatoriai. Jo konstrukcija ir veikimas toks pat kaip tiekimo elevatoriaus. Jo valdymas yra hidrofikuotas. Hidrauliniai varikliai suka elevatorius, kurie pakeliami, nuleidžiami ar pasukami hidrauliniais cilindrais.

Kai runkelių šaknų krovimo aukštis nedidelis (krovimo transporterio elevatoriaus 2 nuleistas žemiausiai), krautuvas gali apvirsti. Kad to neįvyktų, krautuvuose yra įtaisomas atsvėrimo mechanizmas. Jį sudaro plokštė, prie kurios gali būti pritvirtintas degalų bakas arba specialus svoris. Hidrauliniai cilindrai plokštę perstumia į priešingą, nei nustatyta krovimo transporterio padėtis, pusę. Perstūmimas valdomas automatiškai. Plokštės perstūmimo dydis priklauso nuo krovimo aukščio. Jam didėjant, perstūmimo atstumas taip pat didėja.

Kontroliniai klausimai	*1. Nuo ko priklauso cukrinių runkelių šaknų derliaus nuostoliai?*
	2. Ties kuria šaknies vieta turi būti pjaunama kerpė?
	3 Kokį cukrinių runkelių derliaus dorojimo būdą rekomenduojama naudoti, kai šaknys yra labai žemėtos?
	4. Kokius žinote kerpių nupjovimo įtaisų peilių tipus?
	5. Kokius kasiklius rekomenduojama naudoti kasant šaknis sausose dirvose?
	6. Kaip keičiamas šaknų kasimo gylis ir koks jis turi būti?
	7. Kaip keičiamas šaknų valymo intensyvumas rotoriniame valytuve?
	8. Kam reikia eilučių sekimo mechanizmo?
	9. Kokia pagrindinė perkrovimo priekabų paskirtis?
	10. Ar cukrinių runkelių krautuvai atlieka šaknų valymo operaciją?

Literatūros sąrašas

1. Production of sugar beet: UN Food and Agriculture Organisation, FAOSTAT [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.portal.euromonitor.com/passport/ResultsList.aspx>. [Žiūrėta 2008 m. lapkričio 14 d.]
2. Šiuolaikinės augalininkystės technologijos (Cukriniai runkeliai): mokslinių straipsnių rinkinys. Kaunas-Akademija, 2004. T 6. 160 p.
3. Parankinė agronomo knyga: Intensyvios bulvių, cukrinių runkelių ir linų auginimo technologijos / Sudarytojas A. Tindžiulis. Vilnius, 1988. 174 p.
4. Четыркин Б.Н., Воцкий З. И., Поликутин Н.Г. Сельскохозяйственные машины и основы эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва, 1989. 336 с.
5. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свекла (Выращивание, уборка и хранение). Минск, 2004. 326 с.
6. Sugar beet harvesters [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.agrifac.eu/>. [Žiūrėta 2008 m. lapkričio 5 d.].
7. Liaukonis J. Cukrinių runkelių kombainai [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.manoukis.lt/index.php?s=225&m=1&z=14>. [Žiūrėta 2008 m. lapkričio 5 d.].
8. Thyregod A/S [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.thyregod.com/>. [Žiūrėta 2010 m. rugsėjo 3 d.].
9. Download euro-Tiger V8-3 [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.ropa-maschinenbau.de>. [Žiūrėta 2008 m. lapkričio 5 d.].
10. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Київ, 2004. 551 с.
11. Šniauka P., Sakalauskas A., Bareišis R., Domeika R. Bulvių ir cukrinių runkelių nuėmimo būdai ir principai: metodiniai patarimai. Kaunas-Akademija, 2002. 24 p.
12. Terra Dos [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.holmer-maschinenbau.com/>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
13. Disc Topper [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.edenhall.se/gbstart1.html>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
14. TIM cukrinių runkelių nuėmimo kombainai MIISA/TE 120 – MIIISA/TE 122 / prospektas. 6 p.
15. Franz Kleine SF-10 [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą <http://www.franz-kleine.com>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
16. Stoll Свеклоуборочный комбайн V300 / prospektas. 8 p.
17. Franz Kleine LS 18-2 [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.franz-kleine.com>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
18. E 25 Elevator car [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.edenhall.se/gbstart1.html>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
19. Innovative technology for harvesing sugar beet [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.ropa-maschinenbau.de/eng/index.html>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
20. New cleaning and transfer system [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.franz-kleine.com/en/produkte.php>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].
21. Ropa Download [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.ropa-maschinenbau.de>. [Žiūrėta 2008 m. gruodžio 29 d.].

4. GRŪDINIŲ AUGALŲ NUĖMIMO MAŠINOS

Paskirtis – nupjauti grūdinius augalus, iškulti varpas, rapsų ankštaras, kukurūzų burbuoles, iš šiaudų ir nuokulų atskirti grūdus, juos suberti į bunkerį, iš jo sukrauti į transporto priemonę. Šiaudus suguldyti į pradalges arba susmulkintus paskleisti ražienoje kartu su pelais ar atskirai.

4.1. Javų nuėmimo mašinų gamybos raida

Iki 1800 metų daugelyje šalių javai buvo pjaunami rankiniais pjautuvais [3], vėliau dalgiais, kuliami juos bloškiant į kietą atramą, mindant paklojus aikštelėje, jų paviršiumi ridenant dantytus arba nelygaus paviršiaus volus. Vėliau javai buvo kuliami spragilais. 1788 m. škotas A. Meikles pasiūlė javus kulti keturių spragilų būgnu, kurį gaubė pobūgnis. Poreikis javų nuėmimo mašinoms padidėjo, kai į Šiaurės Ameriką plūstelėjo naujakuriai. Maisto trūkumas vertė įsisavinti naujus žemės plotus. 1825–1840 m. naujoms žemėms įdirbti pradėti naudoti metaliniai plūgai, todėl padidėjo derliai. Juos nespėdavo nupjauti dalgiais ir iškulti spragilais. 1831 m. Virdžinijos valstijoje fermeris pagamino arklio traukiamą javapjovę. Nupjauti javai gulė ant plataus stalo, nuo jo šalia einantis darbininkas grėbliu guldė pėdus ant ražienos. 1848 m. Čikagoje *Cyprus McCormik* [2] įsteigė derliaus nuėmimo kompaniją (*McCormick Harvesting Machine*), o 1902 m. tarptautinę derliaus nuėmimo kompaniją (*Interntional Harvester Company*). Joms susijungus su *Deering* kompanija buvo įkurta tarptautinė kompanija *IHC*, kuri jau 1926 m. gamino savo konstrukcijos kuliamąsias, po trejų metų prikabinamuosius, o 1942 m. ir savaeigius kombainus *IH D 64*. Nuo 1957 m. pradėti gaminti savaeigiai kombainai su grūdų bunkeriu ir dyzeliniu varikliu. Kombaino *McCormik IH D 8-62* pjaunamosios plotis siekė 2,1 m. Grūdai buvo supilami į maišus arba į 600 kg talpos bunkerį. Variklis buvo 34 AG dyzelis.

1911 m. Vokietijoje Reino upės saloje kompanija *IHC* [1] pastatė pėdarišių, žolės nuėmimo ir kitų mašinų gamyklą. 1952 m. rinkai buvo pateikti prikabinamieji, o 1957 m ir savaeigiai javų kombainai. 1985 m. kompanijos *IHC* ir *Case* susijungė į vieną kompaniją *Case IH*. 1975 m. *Case IH* pradėjo ruošti gamybai kombainą su vienu ašiniu rotoriniu kūlimo-separavimo būgnu, jis 1978 m. pasirodė rinkoje. Dabar gaminami labai laidūs kombainai su vienu ašiniu kūlimo-separavimo būgnu *Case IH 9120*, kurie javus nuima ir Lietuvoje (4.1 pav.).

Šiaurės Amerikoje greta *Case IH* steigėsi ir kitos žemės ūkio mašinų gamybos kompanijos. Visos pradėjo nuo paprastų padargų gamybos. 1872 m. plačiai paplito pėdarišių gamyba, kuri paskatino kuliamųjų ir jų sukimui reikiamų mašinų gamybą.

Javams nuimti, kulti ir grūdams laikyti reikėjo daug darbo rankų. 1836 m. JAV Mičigano valstijoje javus pjovė pirmieji arklių traukiami prikabinamieji javų nuėmimo kombainai. Jų darbines dalis suko su važiuoklės rato ašimi sujungtos pavaros. Per dieną kombainas nupjaudavo apie 10 ha javų. Mičigano valstijoje javapjūtės metu dažnai orai būna nepalankūs, todėl kombainų panaudojimas buvo ribotas.

4.1 pav. Savaeigis kombainas *Case IH 9120* su vienu ašiniu kūlimo-separavimo būgnu

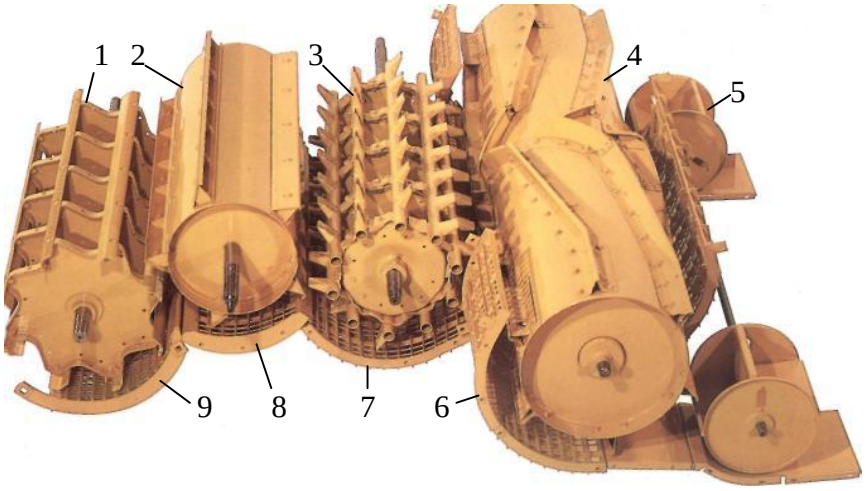
1854 m. Kalifornijos valstijoje pradėti naudoti kombainai su plačiomis pjaunamosiomis, kuriuos traukė iki 40 arklių kinkinys. Du trečdaliai kviečių buvo nuimami kombainais. 1886 m. kombainams traukti ir jų darbinėms dalims sukti panaudotos garo mašinos. Kombainų konstrukcija dar sparčiau tobulėjo, kai juos pradėjo traukti traktoriai.

Derliaus dorojimo mašinų, o ypač prikabinamųjų kombainų, konstrukcijų sparčiam tobulinimui turėjo įtakos Šiaurės Amerikoje ir Kanadoje steigiamos žemės ūkio technikos gamybos kompanijos. 1837 m. *John Deere* [1] įsteigė dirbtuvę, kurioje gamino nesudėtingus įrankius. 1868 m. įsteigė akcinę bendrovę, kurioje buvo gaminamos įvairios žemės ūkio mašinos. 1928 m. pradėti gaminti prikabinamieji, o 1947 m. ir savaeigiai kombainai. 1956 m. *John Deere* kompanija Vokietijoje perėmė *Lanz* gamyklos akcijas ir iki 1964 m. gamino savaeigius *John Deere Lanz* kombainus. 1965 m. pradėti gaminti javų kombainai *John Deere 330*, kurių pjaunamosios plotis siekė 2,4 m, dyzelinio variklio galia 42 AG. Pažangesnės konstrukcijos buvo 900 grupės kombainai. Paklausus buvo *John Deere 965* kombainas. Jo kūlimo būgno plotis siekė 1,04 m, kūlimo būgno skersmuo 0,61 m, grūdų bunkerio talpa 3900 l, variklis – 125 AG. Dar laidesnio kombaino su hidrostatine pavara *John Deere 975* kūlimo būgnas buvo 1,3 m pločio, grūdų bunkerio talpa siekė 4200 l, variklio galia – 150 AG. Lietuvos ūkiuose teigiamai įvertintas kombainų *John Deere 2254* ir *John Deere 2266* darbas. 1977 m. pradėti gaminti javų kombainai *John Deere 9780 CTS*,

kuriuose vietoj kratiklių buvo du ašiniai rotoriniai šiaudų separatoriai. 2004 m. pagaminti pirmieji javų kombainai su ašiniu rotoriniu kūlimo-separavimo būgnu *John Deere STS*, o 2007 m. – T grupės kombainai su keturiais tangentiniais kūlimo-separavimo būgnais.

1895 m. Pensilvanijos valstijoje New Holland miestelyje Abe Zimmermann įsteigė žemės ūkio mašinų remonto dirbtuves, o 1903 m. įkūrė *New Holland* mašinų gamybos kompaniją. 1930 m. kompaniją nupirko investuotojai, jie išplėtė šiaudų presų su rišimo aparatais gamybą. Presų paklausa buvo labai didelė. Po struktūrinių pakeitimų, 1947 m., kompanija pakeitė pavadinimą į *Sperry New Holland*. Ji 1964 m. perėmė Belgijoje *Claeys* kombainų gamyklos valdymą, kurioje 1952 m. buvo pagamintas pirmasis Europoje savaeigis kombainas, o 1963 m. vienas iš laidžiausių kombainų *Claeys M140 Armada*. Jo pjaunamosios plotis siekė 5,4 m, kūlimo būgno skersmuo 0,6 m, plotis 1,2 m, variklio galia 105 AG. 1974 m. jau buvo gaminami kombainai su už atmušimo būgno esančiu rotoriniu šiaudų separatoriumi. Tais metais JAV pagamintas pirmasis kombainas su dviem ašiniais kūlimo-separavimo būgnais. 1982 m. Belgijoje pradėtas gaminti našiausias Europoje kombainas *New Holland TF 78*, kuriame už kūlimo 1 (4.2 pav.) ir atmušimo 2 būgnų bei rotorinio šiaudų separatoriaus 3, vietoj klavišinių kratiklių, skersai kuliamosios buvo įdėtas 0,7 m skersmens ir 2,84 m ilgio rotorinis šiaudų separatorius 4. Jį gaubė 2,98 m^2 ploto pobūgnis 6.

1986 m. pasikeitė kompanijos savininkai. *Ford* kompanija įsigijo *Sperry New Holland*. Po penkerių metų *Ford* tapo *Fiat* nuosavybe. 2001 m. pradėti gaminti kombainai *New Holland CX*, o 2008 m. kombainas su dviem ašiniais kūlimo-separavimo būgnais *New Holland CR9090 Elevation* pasiekė du pasaulio rekordus. Škotijoje per 8 darbo valandas buvo prikulta 551,8 t kviečių grūdų.



4.2 pav. Kombaino *New Holland TF 78* kūlimo-separavimo aparatas [14]:
1 – kūlimo būgnas; 2 – atmušimo būgnas; 3 – rotorinis šiaudų separatorius; 4 – skersinis šiaudų separatorius; 5 – šiaudų transporteriai; 6 – separatoriaus pobūgnis; 7, 8 ir 9 – pobūgniai

Europoje, greta įsitvirtinančių JAV kompanijų, steigėsi žemės ūkio įrankių, padargų ir nesudėtingų mašinų dirbtuvės. 1873 m. Italijoje Pietro Laverda [1] įsteigė žemės ūkio ir vynuogynų priežiūros mašinų gamyklą. Jo sūnūs nuo 1919 m. gamino hidraulinius presus ir kitas mašinas. 1930 m. įkurta firma *Laverda*, kuri 1934 m. gamino javapjoves ir šieno dorojimo techniką. 1956 m. buvo pagaminti pirmieji savaeigiai kombainai *Laverda M60*. Platesnį pripažinimą sulaukė šlaitams skirti kombainai su kuliamosios pasvirimo skersine ir išilgine kryptimi išlyginimo sistema. 1975 m. pradėti gaminti javų kombainai *Laverda M 92* ir kiti modeliai, kurių pjaunamosios plotis siekė 3,6 m, grūdų bunkerio talpa 3700 l, variklio galia 120 AG. Šie kombainai buvo eksportuojami į daugelį šalių. Tačiau 1981 m. *Laverda* įsiliejo į *Fiat* grupę, o 2000 m. į *Argo SpA* koncerną. 2011m. *Laverda* tapo *AGCO* koncerno nuosavybe. Dabar Breganzėje tęsiama kombainų su klavišiniais kratikliais ir rotoriniais šiaudų separatoriais gamyba.

Europoje iki šiol javų derliaus nuėmimo mašinas gamina 1880 m. Franz Claas įsteigta žemės ūkio mašinų gamybos įmonė [2]. 1907 m. Franz Claas pradėjo gaminti savos konstrukcijos šiaudų rištuvus. 1913 m. jo sūnus August Claas įkūrė atskirą šiaudų rištuvų gamybos ir remonto firmą. 1921 m. rišimo aparato kilpiklio konstrukcija buvo apsaugota patentu. Kilpiklis iki dabar yra *Claas* firmos ženklo sudėtinė dalis. 1928 m. į Vokietiją iš JAV atvežti pirmieji prikabinamieji kombainai. Tačiau jie buvo nepritaikyti nuimti ilgašiaudžius rugius ir kviečius. Išaugus javų derliui, Europai reikėjo laidaus javų kombaino. 1936 m. *Claas* pradeda gaminti pusiau pakabinamąjį prie traktoriaus kombainą *MDB*. Iki 1943 m. jų buvo pagaminta 1400. Kombainai grūdus supildavo į maišus, šiaudus surišdavo į ryšulius, o pelus supūsdavo į prie kombaino prikabintą vienos ašies priekabą.

Po Antrojo pasaulinio karo visoms nualintoms šalims reikėjo derliaus dorojimo mašinų. Didžiosios Britanijos vyriausybė skatino atnaujinti kombainų gamybą ir eksportą. 1946 m. buvo pagaminti pirmieji naujos konstrukcijos prikabinamieji kombainai *Super*. Kombaino dešinėje pusėje pakabintos 2,1 m pločio pjaunamosios transporteris

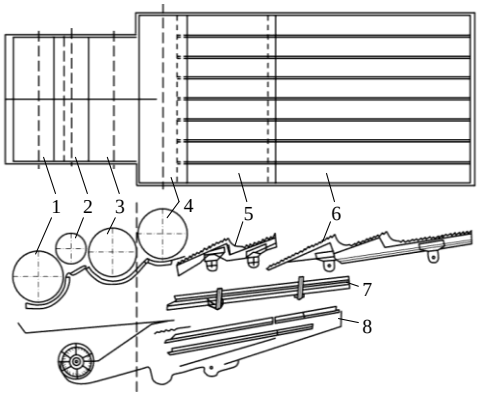
nupjautus javus tiekė prie traktoriaus prikabintai kuliamajai. Prikabinamieji kombainai buvo gaminami iki 1978 m. Jie buvo eksportuojami ne tik į daugelį Europos, bet ir į Pietų Amerikos bei kitas šalis.

1953 m. kompanija *Claas* pradeda gaminti pirmuosius savaeigius tiesiasraučius javų kombainus *Hercules* (4.3 pav.), vėliau jie pavadinti *SF* (savaeigis kombainas). Kombaino pjaunamoji buvo 2,4 m, kūlimo būgnas – 1,25 m pločio, keturių klavišų plotas 3 m^2, variklio galia 56 AG. Savaeigių kombainų konstrukcija visą laiką buvo tobulinama. 1957 m. įsteigtas kombainų bandymų skyrius. Iki 1970 m. pagaminta 16 skirtingų modifikacijų savaeigių kombainų. Lietuvai tapus nepriklausoma šalimi, iš Vokietijos buvo įvežta daug naudotų kombainų, kurie pagaminti 1960–1980 m. laikotarpiu. Jie ir dabar dar darbuojasi mažų ūkių laukuose.

4.3 pav. Savaeigis javų kombainas *SF* [2]

Daugelyje šalių stambėjant ūkiams, didėjant javų derliams, atsirado poreikis labai laidžių kombainų su pažangesne valdymo bei technologinio proceso kontrolės sistema. 1996 m. *Claas* pateikė rinkai naujos kartos kombainus *Claas Lexion 480,* kuriuose klavišiniai kratikliai pakeisti dviem ašiniais rotoriniais šiaudų separatoriais. Tuo metu tai buvo laidžiausiais kombainas pasaulyje. Šiuo metu jau galima įsigyti labai laidžius kombainus su klavišiniais kratikliais *Claas Lexion 670* ir su dviem rotoriniais šiaudų separatoriais *Claas Lexion 770.*

Aštuoniolikto amžiaus pabaigoje Vokietijoje steigėsi ir daugiau žemės ūkio mašinų gamybos įmonių. 1870 m. Michael Ködel įsteigė žemės ūkio padargų remonto įmonę. 1890 m. įmonė pagamino pirmąją medinę kuliamąją, o 1951 m. ir savaeigius kombainus *SM 3* ir *SM 4*, kurių pjaunamoji buvo 2,4 m, kūlimo būgnas 1,5 m pločio, būgno skersmuo 0,45 m, variklio galia 75 AG. Deja, 1969 m. bendrovės akcijas įsigijo koncernas *KHD* (*Deutz*), kuriam jau priklausė ir akcinė bendrovė *Fahr*. Tais metais buvo įkurta bendrovė *Deutz-Fahr*. 1995 m. kombainų gamyklą Launingene perėmė italų valdoma grupė *Same*. 1997–2001 m. gamintas originalios konstrukcijos kombainas *Deutz-Fahr TopLiner 8 XL* (4.4 pav.). Jame 1,52 m pločio kūlimo būgnas 1, atmušimo būgnas 2 ir rotorinis šiaudų separatorius 3 buvo tokie pat kaip ir kituose kombainuose. Tačiau už rotorinio šiaudų separatoriaus 3 buvo skirstomasis būgnas 4, jis šiaudus skleidė ant aštuonių trumpųjų klavišinių kratiklių 5 pradžios, kurių bendras plotis 2 m, o separacijos plotas 7,48 m^2. Kombaino pjaunamosios plotis siekė 9 m, grūdų bunkerio talpa 10500 l, variklio galia 408 AG.

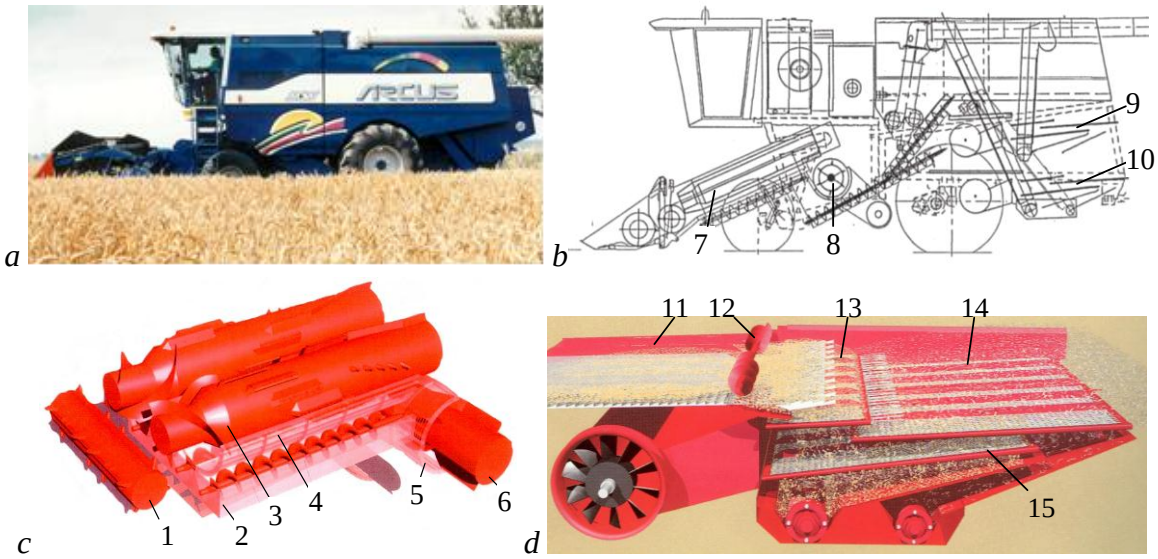


4.4 pav. Javų kombaino *Deutz-Fahr Top Liner 8 XL* technologinė schema:
1– kūlimo būgnas; 2 – atmušimo būgnas; 3 – rotorinis šiaudų separatorius; 4 – skirstomasis būgnas; 5 – trumpieji klavišiniai kratikliai; 6 – klavišiniai kratikliai; 7 – švytuojanti lenta; 8 – valytuvas

1896 m. Vokietijoje Josef Dechentreider įkūrė mechanines dirbtuves, kurios 1922 m. jau gamino šiaudų rišimo ir kuliamąsias mašinas. Tačiau *Dechentreiter* įsigyja olandų firma *Lely,* o 1970 m. firma *Fendt*, kuri nutraukė kombainų gamybą.

Tarp Rytų Europos šalių daugiausia žemės ūkio mašinų gamino Vokietijos Demokratinės Respublikos kombinatas *Fortschritt*. 1952 m. buvo pagamintas pirmasis prikabinamasis javų kombainas *Kombinus*. Tais pat metais pradėta stebėti Sovietų Sąjungoje pagamintų savaeigių kombainų *S 4* darbas. 1954 m. Vaimare buvo gaminami pirmieji savaeigiai kombainai *E 171*, kurių pjaunamosios plotis buvo 2,4 m, kūlimo būgno – 0,96 m, grūdų bunkerio talpa 1900 l, variklio galia 50AG. Kombainų konstrukcija buvo sparčiai tobulinama. 1962 m. kombainų gamyba perkelta į Singwitz miestą. 1965 m. pradėti gaminti savaeigiai javų kombainai E 512 vėliau E516 ir labai laidūs E517. Jų kūlimo būgno plotis siekė 1,62 m, būgno skersmuo 0,8 m, variklio galia 170 AG. Be to, buvo gaminami ir modernesni vidutinio laidumo E 524 ir E 526 kombainai. 1988–1989 m. buvo ruošiamasi kombaino *E 532* su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu gamybai. Jo būgno skersmuo buvo 0,8 m, ilgis 3,3 m, grūdų bunkerio talpa 9 m^3, variklio galia 320 AG.

1990 m. susijungus Rytų ir Vakarų Vokietijoms pasikeitė gamyklos šeimininkai. Kombainų gamyklos pavadinimas pakeistas į *MDW*. Ūkininkams ir techninių paslaugų įmonėms buvo gaminami vidutinio laidumo kombainai *E 524* ir *E 525* su trijų kūlimo-separavimo būgnų sistema. Stambiems ūkiams buvo skirtas šešių klavišų kombainas *E 527 STS*, kurio pjaunamosios plotis siekė nuo 4,8 iki 7,2 m, kūlimo būgno –1,63 m, grūdų bunkerio talpa 8000 l, variklio galia siekė 271 AG. 1996 m. pradėti naujos konstrukcijos javų kombaino *Arcus* tyrimai (4.5 pav.).



4.5 pav. Kombainas *Arcus 2500* (*a*), jo technologinė schema (*b*), kūlimo-separavimo aparatas nuožulniojo transporterio korpuse (*c*) ir trisietis valytuvas (*d*) [12]:
1 – tiekimo būgnas; 2 – nuokulų sraigės; 3 – kūlimo-separavimo būgnai; 4 – pobūgniai; 5 – rotorinio separatoriaus gaubtas; 6 – rotorinis šiaudų separatorius; 7 – kūlimo-separavimo aparatas; 8 –šiaudų separatoriai; 9 ir 10 – valytuvai; 11 – kratomoji lenta; 12 – iš varpų kultuvės tiekiamų iškultų grūdų paskleidimo sraigė; 13 – trumpasis; 14 – viršutinis ir 15 – apatinis žvyniniai sietai

Šio kombaino nuožulniojo transporterio korpuse buvo įtaisyti du ašiniai 2,54 m ilgio ir 0,45 m skersmens kūlimo-separavimo būgnai 3 (4.5 pav., *c*), jie nuokulas tiekė rotoriniams separatoriams 8 (4.5 pav., *b*), grūdus nuo priemaišų valė du vienas virš kito esantys kombaino *E 527* valytuvai 9 ir 10 (4.5 pav., *b*), kurių bendras separacijos plotas siekė 8,54 m^2. Grūdai buvo supilami į 12000 l talpos bunkerį. Kombaino pavaras suko 375 AG, vėliau 425 AG dyzelinis variklis. Kombaino važiuoklė hidrostatinė, priekinio tilto ratai vairuojamieji, o galiniai varantieji. Kelyje maksimalus kombaino važiavimo greitis siekė 40 km h^{-1}. Prie kombaino buvo galima pritvirtinti 7,2 arba 7,8 ar 8,4 m pločio pjaunamąją.

1997 m. kombainų gamyklos valdymą perėmė kompanija *Case IH* ir sustabdė kombaino *Arcus* tyrimus. *Case IH* tęsė jau raudona spalva nudažytų klavišinių kombainų *Case IH CT* gamybą, tačiau ir jų gamyba buvo nutraukta.

Rusijoje nuo seno buvo gaminama daug nesudėtingos konstrukcijos žemės ūkio padargų. 1929 m. Zaporožės gamykloje buvo pagamintas pirmasis šalyje prikabinamasis javų kombainas *Komunar* [4]. Pjaunamoji buvo 2,6 m, o kuliamoji – 0,796 m pločio. Darbines dalis suko atskiras variklis. 1931–1941 m. Rostovo žemės ūkio mašinų gamykloje buvo gaminami prikabinamieji kombainai *Stalinec-1*. Jų pjaunamosios plotis siekė 6,1 m, o kuliamosios – 0,915 m. 1936 m. Liūbercų gamykla pradėjo gaminti drėgno klimato sąlygoms skirtus kombainus *SKAG-5A*. Prie kombainų, kurių kuliamosios plotis 1,24 m, buvo tvirtinama 2,54 m pločio pjaunamoji.

1947 m. Rostovo žemės ūkio mašinų gamykla gamino tobulesnės konstrukcijos prikabinamąjį kombainą S-6. Kombaino darbines dalis suko atskiras variklis. Pjaunamosios plotis siekė 4,9 m. 1957–1958 m. toje pat gamykloje buvo pagaminti prikabinamieji kombainai *RSM-8*. Jų pjaunamosios plotis – 6 m, o kuliamosios – 1,32 m.

1946 m. Tulos kombainų gamykloje pradėti gaminti savaeigiai kombainai *S-4*, o nuo 1957 m. jie buvo gaminami Taganrogo kombainų gamykloje. Vėliau pradėti gaminti tobulesnės konstrukcijos kombainai *S-4M*. Tulos kombainų gamykla 1955—1959 m. gamino prikabinamuosius kombainus *PK-2*. Jų pjaunamosios plotis – 2,1 m, o kuliamosios – 1,2 m. Darbines dalis suko traktoriaus darbinis velenas. Tuloje buvo gaminami ir kitų modifikacijų kombainai.

1958 m. Rostovo prie Dono žemės ūkio mašinų gamykloje *Rostselmaš* pradėti gaminti pirmieji savaeigiai javų kombainai *SK-3*. Jų laidumas siekė 3 kg s^{-1} tiekiamų javų. Prie kombaino, kurio kuliamosios plotis 1,2 m buvo tvirtinamos 3,2; 4,1 arba 5 m pločio pjaunamosios. 1962 m. pradėti gaminti laidesni kombainai *SK- 4* ir su pusiau vikšrine važiuole *SKP-4*, o nuo 1965 – kombainai *SKG-4* su vikšrine važiuokle ryžiams nuimti. 1969 m. pagaminta pirmasis milijonas javų kombainų. 1969-1973 m. buvo gaminami tobulesnės konstrukcijos javų kombainai *SK-4A* ir *SKP-4A*. Jie sėkmingai javus dorojo ir Lietuvoje.

1969–1981 m. Krasnojarsko kombainų gamykloje buvo gaminami savaeigiai kombainai su dviem kūlimo būgnais *SKD-5 Sibiriak* [4], o iki 1984 m. – *SKD-6 Sibiriak*, skirti nuimti drėgnus ir nevisiškai subrendusius javus. Laidesni dvibūgniai kombainai *SK-6 Kolos* nuo 1971 m. buvo gaminami Taganrogo kombainų gamykloje. Kombaino kuliamosios plotis siekė 1,5 m, o laidumas – 6 kg s^{-1}. 1985 m. pradėta gaminti kombainai su vienu kūlimo būgnu, tačiau šių kombainų darbo kokybė buvo nepatenkinama ir 1987 m. jų gamyba sustabdyta.

Nuo 1973 m. Rostovo žemės ūkio mašinų gamykloje buvo gaminami kombainai *SK-5 Niva*. Jų konstrukcija visą laiką buvo tobulinama, bet kūlimo būgno plotis 1,2 m išliko toks pat. 1984 m. pro gamyklos vartus išriedėjo du milijonasis javų kombainas. 1986 m. pradėti gaminti pirmieji kombainai *Don 1500*. Tai geriausias Rusijoje pagamintas kombainas. Jo darbą labai palankiai vertino ir Lietuvos žemdirbiai. Kombaine yra penki klavišiniai kratikliai, dviejų žvyninių sietų valytuvas, kūlimo būgno plotis siekia 1,5 m. Realus laidumas apie 8 kg s^{-1} tiekiamų javų.

2000 m. Rusijoje įsteigta privati kompanija, kuriai priklauso ir kombainų gamykla *Rostselmaš*. Pradėti gaminti kombainai *Don-1500B* [5], kuriuose daugiau dėmesio skirta kombainininko darbo sąlygoms, kombaino valdymui bei priežiūrai. 2005 m. gaminamuose kombainuose *Don-1500B* buvo anglų firmos variklis *Cummins*, vokiečių firmos *Claas* varantysis tiltas, daug užsienio gamintojų hidraulinės sistemos elementų.

Dabar gaminami kombainai su klavišiniais kratikliais *Acros 570* ir *Acros 530* bei kombainai su vienu ašiniu kūlimo-separavimo būgnu *Torum 740*. Kombainų *Acros 570* technologinio proceso sistemų parametrai artimi kombaino *Don-1500B*. Kombainas *Torum 740* – tai ilgamečių ieškojimų pasekmė. Jame yra vienas 3,2 m ilgio ir 0,762 m skersmens kūlimo-separavimo būgnas. Jį 360 laipsn. kampu gaubia pobūgnis, kuris sukamas 8 min^{-1} dažniu būgnui priešinga kryptimi. Valytuvo dviejų žvyninių sietų bendras plotas 5,2 m^2.

Europoje mažėja javų kombainų gamintojų. Dominuoja *John Deere, Agco, CNH* tarptautiniai susivienijimai, šeimos valdoma firma *Claas* ir kelios mažos specialios paskirties kombainų gamyklos. Gaminami labai laidūs, patikimi su technologinio proceso automatinio valdymo ir kontrolės sistemomis kombainai.

1995 m. buvo nutarta pradėti Lietuvoje pusiau pakabinamųjų javų kombainų gamybą Radviliškio mašinų gamykloje. Pagaminta bandomoji grupė kombainų *JK-3 Nemunas*. Lietuvos mašinų bandymų stoties specialistai teigiamai įvertino kombaino darbą. Jų gamyba nutrūko, nes atvežtieji vakarietiški naudoti savaeigiai kombainai buvo tik šiek tiek brangesni, o darbas spartesnis.

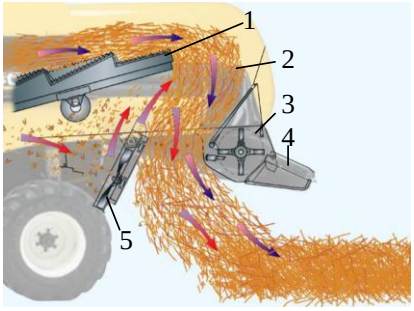
4.2. Javų ir šiaudų nuėmimo technologijos

Lietuvoje javai tiesiogiai nuimami kombainais. Grūdinių augalų drėgniui sumažinti kartais pasėliai prieš pjūtį nupurškiami glifosato dariniais. Dėl nepalankių meteorologinių sąlygų pradalginis javų nuėmimo būdas, kai nupjauti javai guldomi į pradalges ir jos renkamas prie kombaino pritvirtintu juostiniu rinktuvu, nenaudojamas. Rapsai kartais guldomi į pradalges. Pribrendusias kukurūzų burbuoles nuskabo ir iškulia prie javų kombaino pritvirtinta burbuolių skabyklė. Prie kombaino pritvirtinus varpų šukuotuvę, nutrauktos javų varpos, linų galvenos iškuliamos. Lietuvoje šio nuėmimo būdo plėtra ribota.

Javų nuėmimas kombainais. Subrendę javai pjaunami ir kuliami kombainu. Grūdai suberiami į bunkerį, o šiaudai klojami į pradalges ant ražienos arba susmulkinti paskleidžiami ražienoje. Grūdai iš bunkerio išpilami kombainui sustojus arba į šalia jo važiuojančią transporto priemonę. Transporto priemonės važiavimą greta kombaino ir grūdų iškrovimo sraigės padėtį kėbulo atžvilgiu gali valdyti automatinė sekimo sistema. Grūdai vežami į elevatorius arba grūdų sandėlius, kur jie valomi, džiovinami ir laikomi. Drėgni arba išdžiovinti grūdai gali būti sukimšti į žarną ir laikomi aikštelėje. Dėl nepalankių meteorologinių sąlygų javai Lietuvoje neguldomi į pradalges. Kiti javų nuėmimo būdai nenaudojami.

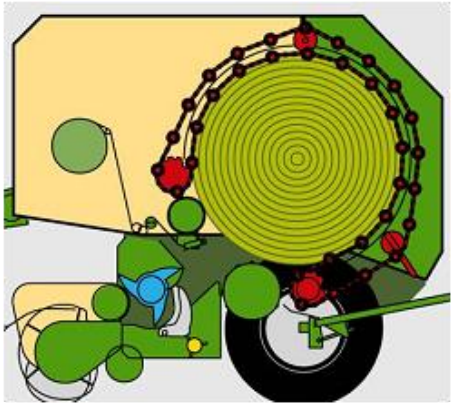
Šiaudų nuėmimas. Šiaudai yra trąša, kraikas, kuras, žaliava biodujų gamybai. Jie naudojami statyboje ir kitose gamybos srityse. Nuimant pribrendusius javus, šiaudai būna nuo 12 iki 18 % drėgnio.

Javapjūtės pradžioje arba kai javai netolygiai subrendę, šiaudų drėgnis gali viršyti 30 %. Šiaudai klojami į pradalges (4.6 pav., *a*) arba susmulkinti paskleidžiami ražienoje. Nuo kratiklių klavišų 1 (4.6 pav., *b*) krintančiuose šiauduose, kurie skirti pramonės reikmėms, neturi būti pelų. Tada pelai paskleidžiami ražienoje, o šiaudai guldomi į pradalges. Jeigu kombaino pjaunamosios plotis yra > 7,3 m, pelai paskleidžiami netolygiai. Tada pelus reikia nukreipti į šiaudų smulkintuvą. Šiaudų pjaustinį su pelais tolygiau paskleidžia smulkintuvo peilių sudarytas oro srautas.

a *b* 

4.6 pav. Šiaudų pradalgės:
a – šiaudų pradalgė; *b* – į šiaudus įterpiami pelai; 1 – kratiklių klavišai; 2 – šiaudai; 3 – šiaudų smulkintuvas; 4 – susmulkintų šiaudų skleidiklis; 5 – pelų skleidiklis

Mūsų šalyje drėgni šiaudai laikomi tol, kol pradalgėse pradžiūsta. Pradalgės renkamos presais, kartais rinktuvinėmis priekabomis. Dažniausiai naudojami ritininiai presai su pastovaus tūrio kamera (4.7 pav., *a*). Kai šiaudų ritiniai vežami tolesnį atstumą, kelis kartus perkraunami, šiaudų pradalgės renkamos ritininiu presu su kintamo tūrio kamera, kurią sudaro ištisi diržai (4.7 pav., *b*). Tada šiaudų tankis visame ritinyje būna pastovus ir didesnis, lyginant su pastovaus tūrio kameroje susuktais šiaudais.



a

b

4.7 pav. Ritininis presas su pastovaus tūrio (*a*) [17] ir kintamo tūrio kamera (*b*) [18]

Jeigu prese yra smulkinimo aparatas, šiaudų tankis ritinyje būna dar apie 5–8 % didesnis, tačiau išauga apie 10 kW galios sąnaudos, bet apie 30 % yra mažesnės ritinio išardymo laiko sąnaudos. Šiaudai susukami į 1,2; 1,5 arba net į 2,2 m skersmens ritinius. Kiekvienas ritinys, prieš palikdamas presavimo kamerą, yra apvyniojamas raiščiu arba tinkleliu. Raiščiu vyniojama apie 14–16, tinkleliu 2,5 karto. Šiaudų ritinio svoris priklauso nuo drėgnio, tankio ir yra 250–320 kg. Jų tankis apie 95 kg m^{-3}. Ritininiai presai per valandą susuka apie 35–50 ritinių.

Šiaudus naudojant ūkio ar kitoms pramonės reikmėms, jų pradalges patartina rinkti stačiakampių ryšulių presais (4.8 pav., *a* ir *b*), kurie yra našesni, o šiaudų tankis ryšulyje didesnis, lyginant su tankiu ritinyje. Stačiakampių ryšulių daugiau telpa transporto priemonėje ir laikymo patalpoje, juos patogiau perkrauti ir lengviau išardyti.

Preso našumas priklauso nuo šiaudų masės pradalgės vieno metro ilgyje. Jeigu javai buvo nupjauti su 9,1 m ar platesne kombaino pjaunamąja, šiaudų pradalgių dvejinti nereikia, kai 1 m ilgio pradalgės masė yra > 4 kg.

Stačiakampių ryšulių presas (4.8 pav.) suspaudžia šiaudus į 1 m aukščio 1,2 m pločio ir 3,0 m ilgio ryšulius. Ryšulio masė apie 400 kg, šiaudų tankis 135–160 kg m^{-3}. Ryšulys aprišamas šešiomis vijomis raiščiu, kurio 108 m ilgio svoris yra1 kg. Presas per valandą supresuoja iki 100 ryšulių. Presą turi traukti 250–350 AG traktorius. Specialios paskirties presuose yra iki 49 peilių, pjaustinio gabaliukų teorinis ilgis 20 mm, šiaudų tankis ryšulyje siekia 200 kg m^{-3}. Mažesnių matmenų (0,8 x 1,2 x 2,4 m) stačiakampių ryšulių presų našumas siekia nuo 16 iki 30 t h^{-1}supresuotų šiaudų. Šiaudų tankis ryšulyje siekia apie 174 kg m^{-3}.

4.8 pav. Stačiakampių ryšulių presas [13]

Rinktuvinės priekabos naudojamos tada, kai šiaudus reikia supūsti į pastoges arba į laikymo patalpas. Atvežtų šiaudų pjaustinį rinktuvinės priekabos grandiklinis transporteris išstumia ant dozatoriaus transporterio. Dozatorius pjaustinį tolygiai tiekia į pneumatinį transporterį, kuris jį supučia į laikymo patalpą.

4.3. Agrotechnikos reikalavimai

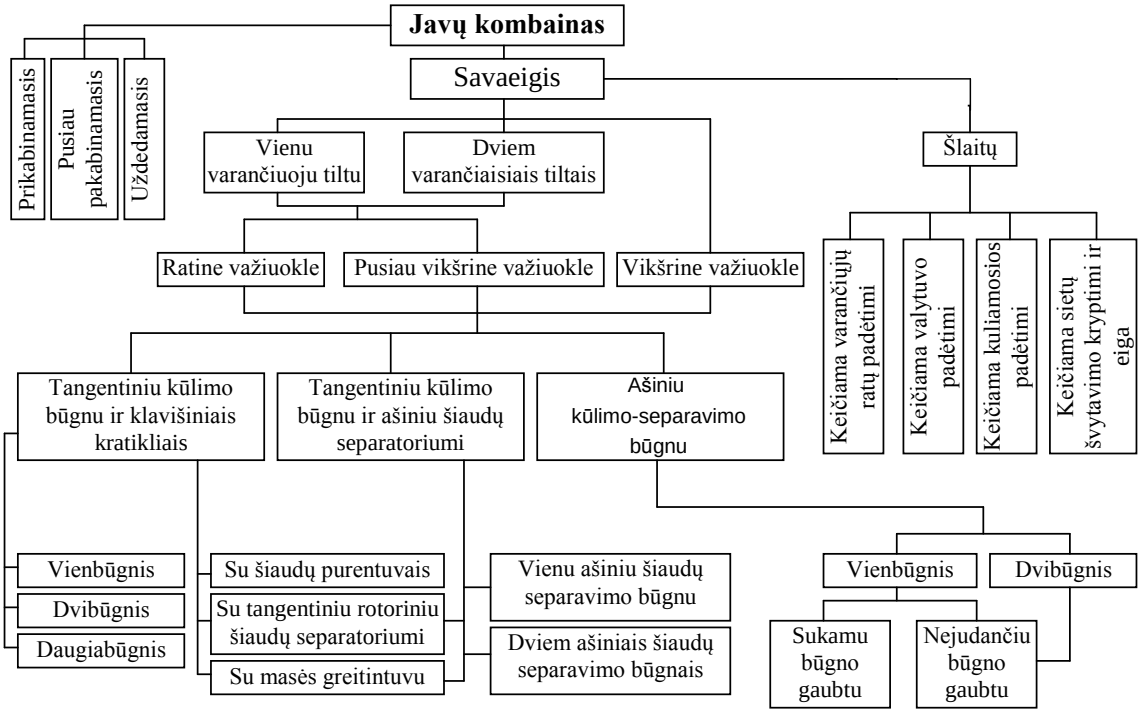
Savaeigiais kombainais nuimami pribrendę javai, kai grūdų drėgnis yra apie 14 %. Jeigu meteorologinės sąlygos pjūčiai nepalankios ir javapjūtė vėluoja, javus reikia pjauti nedelsiant, nors grūdų drėgnis siekia 18 %, nes suvėlinta pjūtis – tai papildomi grūdų nuostoliai ir prarasta jų kokybė. Kiekviena javų rūšis turi būti nupjauta per 3–5 dienas, o rapsų – per 2–3 dienas.

Trumpiausias ražienos aukštis priklauso nuo kombaino pjaunamosios konstrukcijos. Paprastai ražienos paliekamos nuo 75 iki 100 mm aukščio. Nuimant nesugulusius javus, ražienos aukštį reikia padidinti iki 200 mm. Tada į kombainą tiekiama apie 22 % mažiau šiaudų, jų vidutinis drėgnis yra 3–5 % mažesnis [4].

Leistini bendri kombaino grūdų nuostoliai < 1 %, pjaunamosios – 0,5 %. Ne visiškai iškultose varpose, šiauduose ir peluose gali likti iki 0,5 % visų grūdų. Kai nuėmimo sąlygos nepalankios – 1 % grūdų. Leistina sužalotų grūdų dalis iki 1 %, priemaišų dalis grūduose – iki 3 %. Lyginant kelių javų kombainų darbą, jų našumas nustatomas, kai bendri grūdų nuostoliai siekia 1; 1,5 ar 2 % [4].

4.4. Javų kombainų klasifikacija

Savaeigiai javų kombainai skirstomi į tris pagrindines grupes (4.9 pav.): 1– kombainai su klavišiniais kratikliais (klavišiniai); 2 – su ašiniais rotoriniais šiaudų separatoriais (hibridiniai); 3 – su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu (vienu ar dviem). Pagal kūlimo aparatą jie yra: vienbūgniai, dvibūgniai; daugiabūgniai. Pagal važiuoklę: ratiniai, pusiau vikšriniai ir vikšriniai. Pagal paskirtį: lygumų ir kalvotų dirvų. Nuoseklesnė kombaino dalių klasifikacija pateikiama atskiruose skyriuose.



4.9 pav. Javų kombainų klasifikacija

Svarbiausias javų kombainų vertinimo rodiklis yra jo laidumas, t. y. leistinas tiekiamas javų (kg s^{-1}) arba šiaudų (t h^{-1}) srautas, kai dar neviršijama leistinoji grūdų nuostolių riba. Leistinasis tiekiamas į kūlimo aparatą javų srautas priklauso nuo javų rūšies, biometrinių rodiklių, pjaunamosios pločio ir kombaino važiavimo greičio. Kūlimo aparato darbo kokybė įvertinama nustačius javų kūlimo nuostolius, grūdų separavimą, jų sužalojimą, priemaišų dalį grūduose ir degalų sąnaudas. Kūlimo proceso vertinimo rodikliai priklauso nuo kūlimo būgno ir pobūgnio konstrukcijos bei jų sąveikos su tiekiamu javų srautu.

Kūlimo aparatas. Javus kulia spragilinis būgnas su pobūgniu. Kūlimo aparatas turi iš varpų iškulti visus pribrendusius grūdus, jų nesužaloti, nesutrupinti šiaudų ir nuo 85 iki 95 % iškultų grūdų praleisti pro pobūgnį. Kūlimo aparato laidumas yra glaidžiai susietas su pobūgnio aktyviuoju separacijos plotu, būgno spragilų skaičiumi ir spragilo vieno metro ilgio leistinąja apkrova. Mažo laidumo kombainų kūlimo būgno spragilo ilgis yra iki 1, 04 m, vidutinio laidumo – iki 1,3 m, laidžių – iki 1,58 m, labai laidžių – > 1,6 m. Priklausomai nuo kombaino kūlimo aparato laidumo, leistinoji spragilo ilgio metro apkrova kinta nuo 0,65 iki 1,1 kg $(s\ m)^{-1}$. Kūlimo aparatas yra dar laides-

nis, kai prieš jį yra masės greitintuvas, už jo skersinis rotorinis arba du ašiniai rotoriniai šiaudų separatoriai. Dvibūgnio ar daugiabūgnio kūlimo-separavimo aparato galimybės yra dar platesnės. Kūlimo aparato laidumui turi įtakos ir jo konstrukciniai parametrai. Palankiomis sąlygomis nuimant javus, laidžiausias yra ašinis kūlimo-separavimo aparatas. Kombainų laidumas yra susietas ir su variklio galia. Mažo laidumo kombainų pjaunamosios metro pločiui turi tekti 33 kW, vidutinio ir laidžių – 37 kW ir labai laidžių –41 kW.

Važiuoklė. Nuo jos konstrukcijos priklauso kombaino važiavimo greičio pastovumas ir tiekiamo į kombainą javų srauto tolygumas. Kombainai yra su ratine (vienu arba dviem varančiaisiais tiltais), pusiau vikšrine ir vikšrine važiuokle. Kombainai su vikšrine važiuokle naudojami, kai nuimami grūdiniai augalai labai drėgnoje dirvoje. Pusiau vikšrinė važiuoklė su gumotais vikšrais mažiau suspaudžia dirvą, lyginant su ratine važiuokle. Jeigu dirva drėgna, ir vairuojamieji ratai gali būti pakeisti pusiau vikšrine važiuokle. Normaliomis sąlygomis nuimant derlių, pakanka ratinės važiuoklės. Lietuvos sąlygomis laidžių ir labai laidžių kombainų varančiojo tilto ratų padangų plotis turėtų būti 1,05 m arba reikia naudoti kombainus su dviem varančiaisiais tiltais. Pranašesnė yra pusiau vikšrinė važiuoklė. Važiuojant keliu kombaino maksimalus greitis jau siekia 40 km h^{-1}.

Lygumų ir kalvotų dirvų kombainai. Lygiame lauke nuimant sugulusius javus, tenka palikti kuo trumpesnę ražieną, o kai javai nesugulę – kuo aukštesnę, kad į kombainą būtų tiekiamas kuo mažesnis šiaudų srautas. Javų laukuose dirvos paviršius nėra lygus, todėl pjaunamoji prie kombaino nuožulniojo transporterio turi būti taip pritvirtinta, kad kopijuotų dirvos nelygumus skersine ir išilgine kryptimi. Tada ant pjaunamosios dugno nepateks žemės, kurias tenka pašalinti rankomis.

Prie anksčiau gamintų kombainų nuožulniojo transporterio dalis pjaunamųjų buvo pritvirtintos standžiai, jos nekopijavo dirvos nelygumų skersine kryptimi. Kombainininkas hidrauline pavara kilnojo pjaunamąją ir keitė ražienos aukštį. Vėliau buvo įtaisyta automatinė pjaunamosios padėties valdymo sistema. Pjaunamajai slenkant dirvoje esančio kauburio paviršiumi, ji yra stumiama aukštyn. Pjaunamosios kilnojimo hidraulinėje sistemoje didėja alyvos slėgis. Kai jis viršija nustatytą ribą, automatinė valdymo sistema kilsteli pjaunamąją aukštyn. Praėjus kliuvinį, hidraulinėje sistemoje sumažėja slėgis ir pjaunamoji grąžinama į pradinę padėtį. Ši sistema dar tobulinama. Dabar joje yra hidropneumatiniai amortizatoriai su pjaunamosios padėties valdymo jutikliais.

Rusijoje gaminamų kombainų pjaunamąją su nuožulniuoju transporteriu jungia centrinis universalus šarnyras ir šoninės atsvaros spyruoklės. Pjaunamoji pavažomis remiasi į dirvą. Jos spaudimas į dirvos paviršių keičiamas atsvaros spyruoklių įveržimu. Pjaunamoji sklandžiai kopijuoja dirvos nelygumus skersine ir išilgine kryptimi.

Naujausių kombainų pjaunamosios kopijuoja dirvos nelygumus išilgine ir skersine kryptimi. Išilgine kryptimi kopijavimą valdo automatinė pjaunamosios spaudimo į dirvos paviršių keitimo sistema. Leistinąjį spaudimą į dirvos paviršių galima keisti kabinoje. Pjaunamosios padėtį skersine kryptimi valdo pjaunamosios abiejose pusėse prie dugno lankstu pritvirtinti šliaužikliai. Jutikliai sujungti su automatine valdymo sistema, kuri nukreipia hidraulinės sistemos alyvą į vieną iš nuožulniojo transporterio abiejuose pusėse esančių hidraulinių cilindrų, kuris pakreipia pjaunamąją. Kombainininkas gali pjaunamąją kraipyti ir rankiniu būdu.

Lygumų kombainui važiuojant kalvos šlaitu aukštyn, šiaudai ir nuokulos slenka klavišų ir viršutinio sieto paviršiumi greičiau, todėl dalis grūdų su šiaudais ir pelais patenka ant dirvos. Kai važiuojama kalvos šlaitu žemyn, šiaudų ir nuokulų slinkimo greitis sumažėja. Didėja šiaudų sluoksnio tankis ant kratiklių, kaupiasi pelai viršutinio sieto gale. Dalis grūdų su šiaudais ir pelais patenka ant dirvos. Važiuojant skersai šlaito, šiaudai ir nuokulos slenka kombaino žemesnio šono kryptimi, todėl didėja grūdų nuostoliai. Dėl šios priežasties darbui kalvotuose laukuose ir kalnų šlaituose skirti specialios paskirties kombainai.

Kalvotuose laukuose, kurių šlaitų nuolydis apie 7 %, gali dirbti ir lygumų kombainai. Tada svarbiausia į kombainą tiekti pastovų javų srautą ir vengti dažnų posūkių galulaukėse. Statesniuose kalvų šlaituose reikia važiuoti skersai šlaito. Gaminami kombainai, kuriuose valytuvo kratomoji lenta ir viršutinis sietas sudarytas iš kelių sekcijų, jas galima pakreipti. Kombainui važiuojant skersai šlaito, kurio nuolydis siekia iki 23 %, automatinė valdymo sistema kiekvieną sekciją pakreipia tiek, kad jos paviršius išlieka horizontalus. Yra kombainų, kuriuose valytuvas (kratomoji lenta, sietinė ir ventiliatorius) palaikomas horizontalios padėties kombainui važiuojant iki 17 % statumo šlaitu.

Claas kombainuose yra 3D sistema. Kombainui važiuojant skersai šlaito, valytuvo viršutiniam sietui švytuojant išilgine kryptimi įsijungia ir skersinio švytavimo automatinė valdymo sistema. Juo statesnis kalvos šlaitas, tuo didesnė sieto švytavimo amplitudė. Ji siekia iki 20 mm. Grūdai nuo sieto žemesnio šono stumiami tolyn. Jie tolygiai paskleidžiami sieto paviršiuje. Kombainas gali dirbti iki 20 % statumo kalvų šlaituose.

Kombainų *New Holland CSX* valytuve yra trys sietai. Trumpasis sietas švytuoja kartu su viršutiniu žvyniniu sietu. Kombainui važiuojant skersai šlaito, trumpasis ir viršutinis sietas švytuoja ne tik išilgai, bet ir skersai kuliamosios. Judesys įstrižas. Juo šlaitas statesnis, tuo sieto eiga ir ventiliatoriaus sukimosi dažnis didesnis. Kai šlaito nuolydis 25 %, skersinė sieto švytavimo eiga siekia 27 mm. Sieto švytavimo eiga yra susieta ir su grūdų ar sėklų matmenimis ir tankiu.

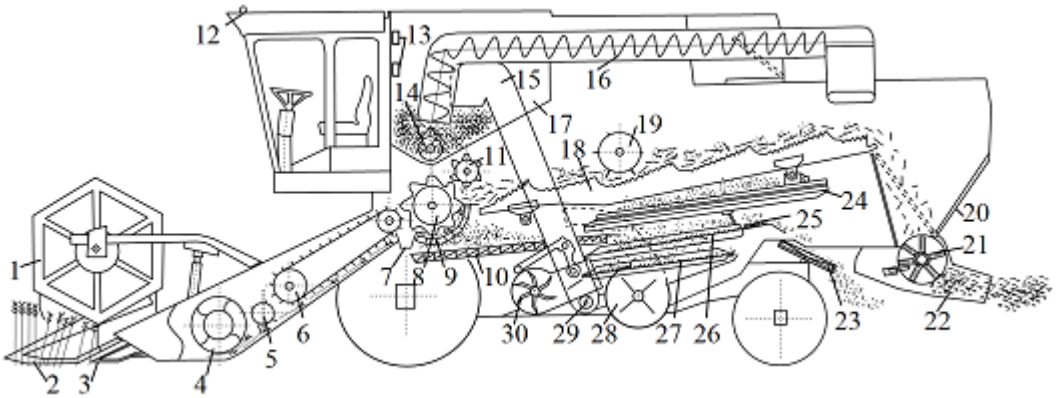
Kalvotuose laukuose visą laiką važiuoti tik skersai šlaito nėra galimybės. Be to, važiuojant skersai šlaito, šiaudai, slinkdami kratiklių klavišų paviršiumi, slysta prie žemesnio kuliamosios šono. Didėja grūdų nuostoliai. Jie bū-

na mažesni, kai kombaine vietoj klavišinių kratiklių yra ašiniai rotoriniai šiaudų separatoriai, kurių veikimui skersinis kombaino pasvirimas neturi įtakos.

Kalnų šlaituose javams pjauti naudojami kombainai, kuriuose yra kuliamosios skersinės ir išilginės padėties išlyginimo automatine sistema. Kad kombainui važiuojant skersai šlaito kuliamoji išliktų horizontalios padėties, hidraulinis cilindras pasuka vieną varančiojo tilto šoninių reduktorių su važiuoklės ratu, kol kuliamoji tampa horizontali. Universalių kombainų šoną ir galą kilnoja hidrauliniai cilindrai. Kombaino kuliamoji yra horizontalios padėties, kai jis važiuoja skersai 40 % nuolydžio kalvos šlaito, 30 % nuolydžio šlaitu aukštyn ir 10 % nuolydžio šlaitu žemyn. Šios ribos priklauso nuo kombaino konstrukcijos, pjaunamosios pločio ir jos pasvirimo leistinųjų ribų, važiuoklės padangų matmenų, darbo sąlygų ir kitų konstrukcinių ypatumų. Todėl kombainų gamintojai nurodo skirtingas nuolydžio ribas.

4.5. Javų kombainų darbo procesas

Kombainas su klavišiniais kratikliais [6]**.** Skirtuvai 2 (4.10 pav.) atskiria pjaunamus javus nuo nepjautų. Lenktuvai 1 javus palenkia prie pjovimo aparato 3, palaiko pjovimo metu ir nupjautus nustumia prie sraigės 4, kuri javus sustumia į pjaunamosios vidurį. Sraigės pirštai javus nustumia pjaunamosios dugnu tarpiniam būgnui 5, o pastarojo pirštai – nuožulniajam transporteriui 6. Jis tiekia javus kūlimo aparatui, sudarytam iš spragilinio būgno 8 ir ardelinio pobūgnio 9. Jeigu ant pjaunamosios dugno patenka akmuo, tai nuožulniajam transporteriui nešant javus, jis dažniausiai slenka dugnu ir nukrenta į akmenų gaudyklę 7. Sukant kūlimo būgną 8, spragilai daužo ir traukia javus pro tarpus tarp būgno spragilų ir pobūgnio. Iškulti grūdai kartu su smulkiomis priemaišomis byra pro pobūgnio 9 ardelius ant kratomosios lentos 10. Tai nuokulos. Pro pobūgnį prabyra nuo 80 iki 90 % visų iškultų grūdų. Grūduose būna nuo 10 iki 25 % priemaišų. Kūlimo būgnas 8 ir atmušimo būgnas 11 šiaudus su nespėjusiais išbyrėti grūdais nukreipia ant klavišinių kratiklių 18 pradžios. Slenkantį klavišų paviršiumi šiaudų sluoksnį suardo šakiniai arba būgninis šiaudų purentuvas 19. Šiaudai nuo kratiklių klavišų krenta ant pasukamos sienelės 20 (punktyrinė linija), ja slysta ir krenta ant ražienos. Pasukus sienelę į dešinę kraštinę padėtį, šiaudai nuo klavišų krenta į šiaudų smulkintuvą 21. Rotoriaus sudarytas oro srautas ir skleistuvas 22 su kreipikliais paskleidžia šiaudų pjaustinį ražienoje visame pjaunamosios plotyje.



4.10 pav. Kombaino technologinio proceso schema:
1 – lenktuvai; 2 – skirtuvai; 3 – pjovimo aparatas; 4 – sraigė; 5 – tarpinis būgnas; 6 – nuožulnusis transporteris; 7 – akmenų gaudyklė; 8 – kūlimo būgnas; 9 – pobūgnis; 10 – kratomoji lenta; 11 – atmušimo būgnas; 12 – signalinis žibintas; 13 – jutikliai; 14 – bunkerio grūdų sraigė; 15 – grūdų elevatorius; 16 – grūdų iškrovimo sraigė; 17 – bunkeris; 18 – klavišiniai kratikliai; 19 – būgninis šiaudų purentuvas; 20 – keičiamos padėties sienelė; 21 – šiaudų smulkintuvas; 22 – skleistuvas; 23 – pelų skleistuvai; 24 – švytuojantis dugnas; 25 – ilgintuvas; 26 – viršutinis žvyninis sietas; 27 – apatinis žvyninis sietas; 28 – varpų kultuvė; 29 – varpų sraigė; 30 – ventiliatorius

Pro kratiklių 18 sietinius dangalus prabyrėję grūdai, pelai ir šiaudgaliai krenta ant po klavišais švytuojančio laiptuoto dugno 24 ir nubyra ant kratomosios lentos 10 galo. Kratomosios lentos paviršius yra laiptuotas. Jai švytuojant, visos nuokulos slenka sietų link. Pasvirus kombainui, kad nuokulos nesikauptų kratomosios lentos šone, prie jos paviršiaus yra pritvirtintos išilginės dantytos juostos.

Kratomosios lentos gale yra pirštiniai ardeliai, kurie prilaiko nuokulas, kad jos ne visos iš karto subirtų ant viršutiniojo žvyninio sieto 26 pradžios. Jo apačioje yra kitas žvyninis sietas 27. Abu sietai švytuoja priešingomis kryptimis.

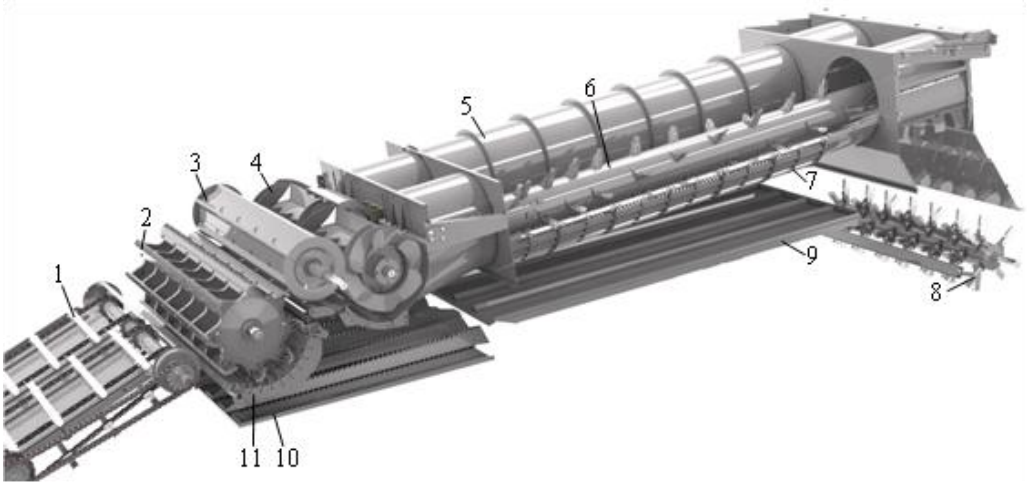
Viršutiniojo sieto gale pritvirtintas ilgintuvas 25. Abu sietus ir ilgintuvą prapučia ventiliatoriaus 30 oro srautas, kuris kedena nuokulas. Grūdų tankis yra didesnis negu pelų, todėl jie byra per supurentas nuokulas ir per sietą že-

myn. Pelai ir šiaudgaliai nupučiami nuo viršutinio sieto ir ilgintuvo. Jie krenta ant dviejų diskinių pelų skleistuvų 23. Neiškultos varpos slenka viršutinio sieto paviršiumi. Varpos byra pro tarpus tarp ilgintuvo 25 plokštelių į varpų sraigę, kuri jas nustumia į kultuvę 28. Iš varpų kultuvės grūdai ir priemaišos supučiamos į virš kratomosios lentos galo esančią atvirą sraigę. Sraigė stumia nuokulas ir beria jas per gaubto kraštus ant kratomosios lentos. Sraigės gaubto viršus nupjautas įstrižai, kad nuokulos tolygiai birtų per visą kratomosios lentos plotį. Kituose kombainuose varpų sraigė neiškultas varpas ir dalį grūdų su priemaišomis nustumia varpų elevatoriui. Jis mišinį sumeta į virš kūlimo būgno esančią sraigę, kuri jį paskleidžia visame kūlimo būgno plotyje.

Ventiliatoriaus 30 oro srovė išpučia iš grūdų skrajų priemaišų likučius, kai jos byra nuo viršutiniojo 26 sieto ant apatiniojo 27 ir nuo apatiniojo – ant valytuvo dugno. Kuo mažesni tarpai tarp apatiniojo sieto žvynų, tuo švaresni grūdai patenka į bunkerį. Nuo apatiniojo sieto į varpų sraigę byra ir dalis grūdų. Kai tarpai tarp sieto žvynų paliekami mažesni, grūdų į sraigę byra daugiau.

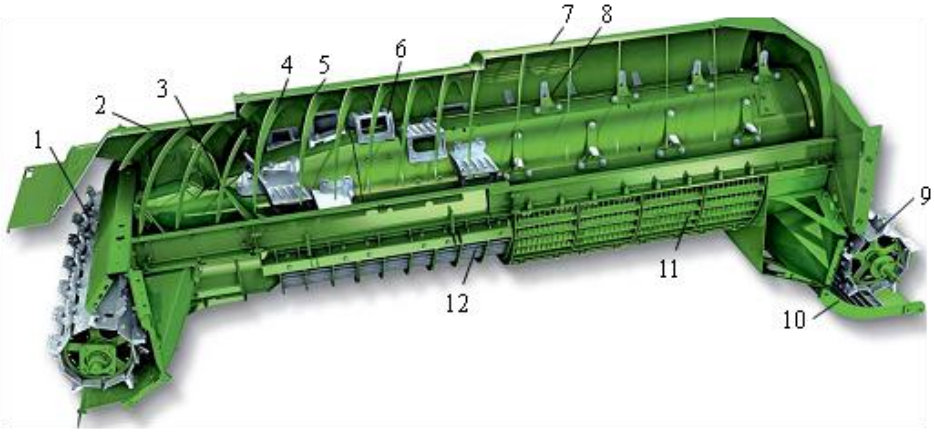
Pro žvyninius sietus prabirę grūdai krenta ant valytuvo dugno, juo slenka ir byra į grūdų sraigę 29. Ši sraigė grūdus tiekia grandikliniam elevatoriui 15, kuris juos beria į bunkerį 17. Kai bunkeris pripildomas grūdų ir jie pasiekia viršutinį jutiklį 13, kabinoje užsidega piktograma ir pradeda veikti garsinis signalas. Užpildžius 0,75 bunkerio talpos (grūdai liečia apatinį jutiklį 13), įjungiamas signalinis žibintas 12. Grūdų padėtį bunkeryje galima stebėti per bunkerio sienelėje esanti langelį. Bunkerio dugne yra grūdų iškrovimo sraigė 14. Įjungus pavarą, ji grūdus tiekia grūdų iškrovimo sraigei16.

Kombainas su rotoriniais ašiniais šiaudų separatoriais (hibridinis) (4.11 pav.). Jo pjaunamosios ir nuožulniojo transporterio konstrukcija tokia pati kaip ir klavišinių kombainų. Nuožulnusis transporteris 1 javus tiekia į kūlimo aparatą, kurį sudaro tangentinis spragilinis būgnas 2 ir ardelinis pobūgnis 11. Iškulti grūdai kartu su smulkiomis priemaišomis byra pro pobūgnio 11 ardelius ant kratomosios lentos 10. Atmušimo būgnas 3 šiaudus nukreipia skirstomajam būgnui 4. Abiejų būgnų apačioje yra pobūgniai, pro kuriuos prabirę grūdai ir augalinės dalelės taip pat patenka ant kratomosios lentos 10. Skirstomasis būgnas 4 padalina šiaudus į du srautus ir juos nustumia ašiniams būgniniams separatoriams 5 ir 6. Rotoriai suka aplink save šiaudus ir juos stumia ašine kryptimi. Grūdai ir augalinės priemaišos prabirę pro pobūgnius 7 krenta ant švytuojančios lentos 9, o nuo jos ant kratomosios lentos 10 pradžios. Iš rotorių šiaudai krenta į smulkintuvą 8. Susmulkinti šiaudai paskleidžiami ražienoje. Vienodo laidumo hibridinio ir klavišinio valytuvo konstrukcija ir veikimas panašus.



4.11 pav. Kombaino su dviem ašiniais rotoriniais šiaudų separatoriais technologinio proceso dalys [15]:
1 – nuožulnusis transporteris; 2 – kūlimo būgnas; 3 – atmušino būgnas; 4 – skirstomasis būgnas; 5 ir 6 – ašiniai rotoriniai šiaudų separatoriai; 7 – pobūgniai; 8 – šiaudų smulkintuvo rotorius; 9 – švytuojanti lenta; 10 – kratomoji lenta; 11 – kūlimo aparato pobūgnis

Kombainas su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu (4.12 pav.). Kombaino pjaunamosios ir nuožulniojo transporterio konstrukcija labai panaši į klavišinių kombainų.



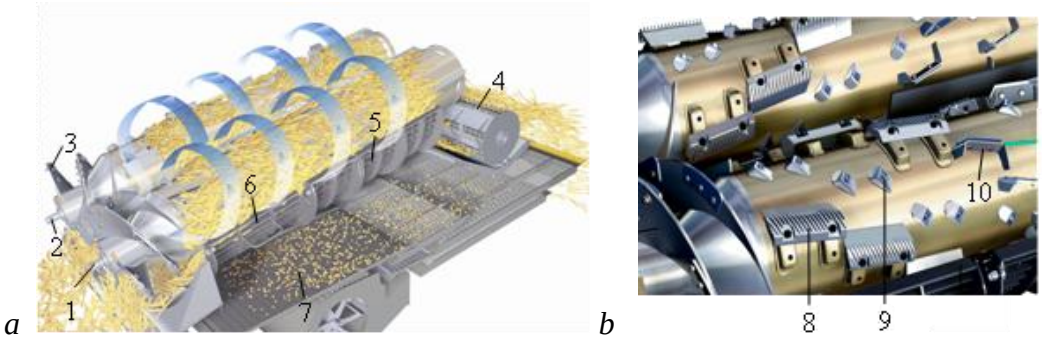
4.12 pav. Ašinis vienbūgnis kūlimo-separavimo aparatas [16]:
1 – skersinis tiekimo būgnas; 2 – javų tiekimo sekcija; 3 – būgno sraigtai; 4 – kreipiamosios juostos; 5 – kūlimo būgnas; 6 – būgno spragiliukai; 7 – šiaudų separatorius; 8 – dantys; 9 – nukreipiamasis būgnas; 10, 11 ir 12 – pobūgniai

Nupjautus javus nuožulnusis transporteris tiekia skersiniam būgnui 1, kuris juos stumia kūlimo-separavimo būgnui. Jį sudaro trys dalys: javų tiekimo 2, kūlimo 5 ir separavimo 7. Būgno priekyje yra trijų pradžių sraigtas, kuris tolygiai stumia javus kūlimo aparatui. Kūlimo būgno paviršiuje sraigtinėmis linijomis pritvirtinti trumpi ir aukšti spragiliukai 6. Būgno apačioje yra keičiamos padėties ardeliniai pobūgniai 12, o viršuje gaubtas su kreipiamosiomis juostomis 4. Jo skersmuo didesnis, lyginant su sraigtinės dalies gaubto skersmeniu. Sukant būgną, spragiliukai daužo, trina javus ir stumia būgno ašine kryptimi. Virš spragiliukų 6 esanti ertmė didesnė negu būgno skersmuo, todėl kuliami javai išdraikomi. Pro purų jų sluoksnį ir pobūgnius 12 prabyra dauguma iškultų grūdų. Gaubto viršutinėje dalyje yra kreipiamosios juostos 4, jos taip pat stumia kuliamą javų masę pirmyn būgno ašinės linijos kryptimi.

Iš kūlimo būgno šiaudai patenka į separatorių 7. Jį sudaro rotorius, kurio paviršiuje keturiomis eilėmis pritvirtinti dantys 8. Apatinę būgno dalį gaubia akyti pobūgniai 11, o viršutinę – dar ekscentriškesnis gaubtas, kad šiaudai būtų intensyviau purenami.

Kūlimo-separavimo būgno gale yra nukreipiamasis būgnas 9, po juo – ardelinis pobūgnis, metantis šiaudus į smulkintuvą. Pro visus pobūgnius prabirusios nuokulos (grūdų, pelų ir šiaudgalių mišinys) patenka ant valytuvo kratomosios lentos galo.

Kombainas su dviem ašiniais kūlimo-separavimo būgnais. Prie nuožulniojo transporterio tvirtinama tokia pati pjaunamoji kaip ir prie kombaino su klavišiniais kratikliais ar su rotoriniais šiaudų separatoriais. Kombaine už nuožulniojo transporterio nėra akmenų gaudyklės ir skersinio tiekiamojo būgno. Nuožulnusis transporteris javus tiekia dviems ašiniams kūlimo-separavimo būgnams 1 ir 2 (4.13 pav., *a*), kurie sukami priešpriešais, t. y. kairysis būgnas sukamas laikrodžio rodyklės kryptimi, o dešinysis – priešinga kryptimi. Kiekvienam ašiniam kūlimo-separavimo būgnui tiekiama dvigubai mažiau javų, lyginant su vienbūgniu kūlimo-separavimo aparatu. Būgnų priekyje esantys sraigtai 3 stumia javus į tarpą tarp ardelinio pobūgnio 6 ir būgno paviršiuje sraigtinėmis linijomis pritvirtintų trumpų spragiliukų 8 (4.13 pav., *b*), atramėlių 9 ir juostelių 10.



4.13 pav. Ašinio dvibūgnio kūlimo-separavimo aparato technologinė schema (*a*) ir pagrindinės dalys (*b*) [14]:
1 ir 2 – ašiniai būgnai; 3 – sraigtai; 4 – skersinis būgnas; 5 – separavimo pobūgniai; 6 – kūlimo pobūgnis; 7 – valytuvo kratomoji lenta; 8 – spragiliukai; 9 – atramėlės; 10 – juostelės

Sukant būgnus, spragiliukai, atramėlės ir juostelės trina, kulia ir suka aplink javus. Jie nėra lygiagretūs būgno ašinei linijai, tai kuliama masė yra stumiama tolyn pobūgnio paviršiumi. Iš viršaus būgnus visame ilgyje gaubia dangalai, kurių paviršiuje taip pat yra kreipiamosios juostos.

Iškulti javai (šiaudai) nustumiami į tarpą tarp dar akytesnių separavimo pobūgnių 5 (4.13 pav., *a*) ir būgno paviršiuje pritvirtintų tik atramėlių ir juostelių. Iš aplinkui būgnus sukamų šiaudų atskiriami iš varpų iškulti grūdai. Šiaudus skersinis būgnas 4 meta į smulkintuvą. Būgnų sukimosi dažnis ir visų pobūgnių padėtis keičiama iš kabinos. Nuokulos, prabirusios pro visus pobūgnius, nukreipiamos ant valytuvo kratomosios lentos 7. Valytuve yra trys žvyniniai sietai. Pirmasis (trumpasis) žvyninis sietas nuo kratomosios lentos nukritusias nuokulas padalina į dvi nelygias dalis. Pro sietą prabirę grūdai ir dalis priemaišų patenka ant apatinio žvyninio sieto. Nuo jo nukritę – ant viršutinio žvyninio sieto pradžios. Nuokulų valymas vyksta taip pat kaip ir kitų kombainų valytuve.

Kontroliniai klausimai	*1. Kas išrado pirmąjį kūlimo aparatą?*
	2. Kur ir kada Europoje pagamintas pirmasis savaeigis javų kombainas?
	3. Kas pirmasis pagamino kombainą su dviem ašiniais kūlimo-separavimo būgnais?
	4. Pagrindiniai kombaino su dviem ašiniais rotoriniais šiaudų separatoriais ypatumai.
	5. Svarbiausieji kūlimo procesą veikiantys veiksniai.
	6. Kūlimo proceso vertinimo rodikliai.
	7. Kombaino valytuve nevisiškai iškultų varpų judėjimo kelias.
	8. Kodėl ašiniame kūlimo-separavimo aparate būgno gaubtai yra skirtingo skersmens?
	9. Kas priverčia ašiniame kūlimo-separavimo aparate kuliamą masę slinkti ašine kryptimi?

4.6. Kombainų pjaunamoji

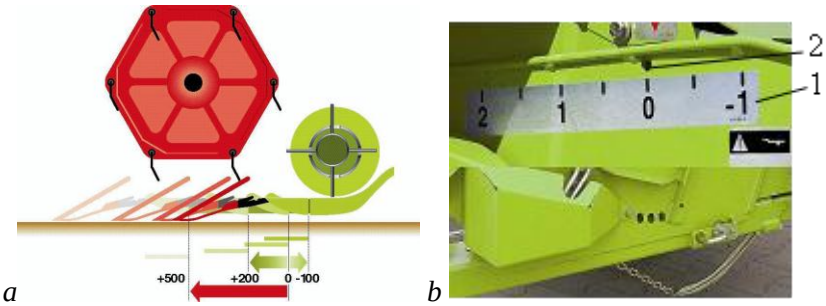
Paskirtis – nupjauti javus, sustumti į pjaunamosios vidurį ir tiekti nuožulniajam transporteriui.

Klasifikacija. Pjaunamosios yra standartinės, keičiamo dugno pločio (*Vario*), sudedamosios, specialios paskirties. Pjaunamosiose vietoj dugno yra ir išilginis ar du skersiniai juostiniai transporteriai. Pjaunamųjų yra apie dvidešimt skirtingų modifikacijų. Jų plotis siekia nuo 2,1 iki 12 m. Naujausios pjaunamosios turi automatinę dirvos nelygumų kopijavimo sistemą.

Visų kombainų gamintojų pjaunamųjų konstrukcija panaši, tačiau yra ir skirtumų. Pateikiama tik vieno gamintojo nuoseklesnė pjaunamųjų konstrukcijų apžvalga.

Javams nuimti prie kombaino tvirtinamos standartinė arba *Vario* pjaunamoji. Standartinės pjaunamosios dugno plotis nekeičiamas. Atstumas tarp pjaunamosios sraigės cilindro ir dalgio yra apie 0,55 m. Kai nupjautų javų tik varpos siekia sraigės cilindrą, ji sklandžiai stumia javus į vidurį ir nepertraukiamai tiekia nuožulniajam transporteriui. Pjaunami aukšti javai gula ant sraigės, kuri juos bloškia atgal. Tada lenktuvus tenka nuleisti žemyn ir sukti greičiau, tai didina grūdų nuostolius. Todėl mūsų šalies sąlygomis geriausia naudoti *Vario* pjaunamąją, nes stumdant pjovimo aparatą galima keisti atstumą tarp dalgio ir sraigės.

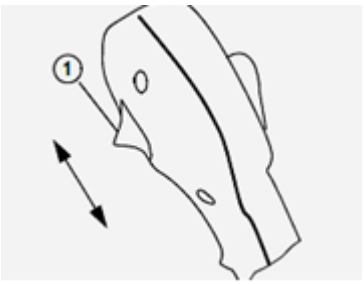
Pjovimo aparato padėtis. *Vario* pjaunamosiose pjovimo aparatą nuo pradinės padėties galima pastumti 100 mm atgal ir 200 mm pirmyn (4.14 pav., *a*). Kartu su pjovimo aparatu slankioja ir rodyklė 2 (4.14 pav., *b*), jos padėtis matyti liniuotėje 1. Kombainininkas iš kabinos mato dalgio padėtį.



a *b*

4.14 pav. *Vario* pjaunamosios dalgio padėtys (*a*) ir šone esanti liniuotė 1 ir rodyklė 2 [13]

Pjovimo aparato padėtis valdoma iš kabinos, stumdant daugiaveiksmės svirties priekyje esantį jungtuką 1 (4.15 pav., *a*) arba pjaunamosios šone esančiais jungtukais 3 ir 4 (4.15 pav., *b*), kai jungtuko 2 svirtelė pakelta aukštyn. Jeigu ji nuleista žemyn, kabinoje daugiaveiksmės svirties jungtuku 1 ir jungtukais 3 ir 4 negalima keisti pjovimo aparato padėtį. *Tai padaryti negalima ir tada, kai kabinoje dviejų padėčių jungtukas yra padėtyje* ***kelias.*** Prieš dedant pjaunamąją ant vežimėlio, pjovimo aparatą reikia nustumti arčiausiai sraigės.



a

b

4.15 pav. Pjovimo aparato padėties keitimo jungtukai (1, 2, 3 ir 4): daugiaveiksmėje svirtyje (*a*) ir prie pjaunamosios galinės sienelės (*b*)

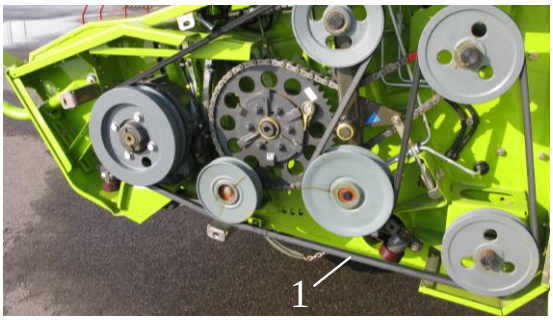
Ruošiant standartinę pjaunamąją rapsams nuimti, prie jos tvirtinamas specialus stalas su šoniniais aktyviaisiais skyrikliais (4.16 pav.). Dešiniojo pavara yra hidraulinė, o kairiojo elektros, nes jis retai įjungiamas.

Skyrikliai su hidrauline pavara veikia patikimai ir nuimant žieminius rapsus, nes jie yra šakoti ir dažnai pagulę. Skyriklio peiliukams tenka perpjauti daugiau rapsų šakelių.

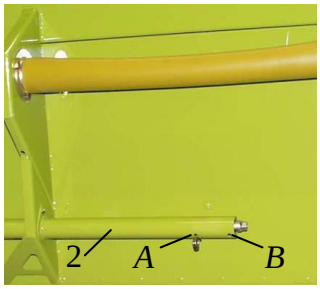
Ruošiant *Vario* pjaunamąją rapsams nuimti, pjovimo aparatas nustumiamas pirmyn. Į atsiradusi tarpą įdedami intarpai, uždedamas pavaros diržas, pritvirtinami aktyvieji skyrikliai, prijungiama hidraulinė ir elektros sistema, pritvirtinamos šoninės apsaugos.

Prieš praplatinant *Vario* pjaunamosios dugną, nuimamas pjovimo aparato ir sraigės pavaros diržas 1 (4.17 pav., *a*). Tam veikiant varikliui, jungtuku 3 (4.15 pav., *a*) pjovimo aparatas nustumiamas pirmyn. Diržo tempiklio 2 spyruoklės veikimą ribojantis kaištis perkeliamas iš *A* į *B* padėtį (4.17 pav., *b*).

4.16 pav. Pjaunamosios stalas rapsams pjauti:
1 – stalas; 2 – apsauginiai skydeliai; 3 – aktyvieji skyrikliai



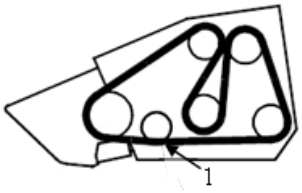
a



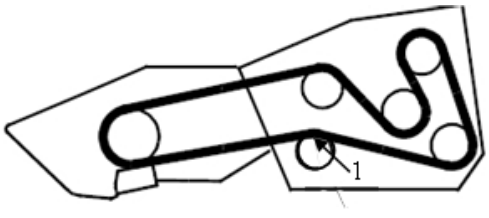
b

4.17 pav. Dalgio ir sraigės pavaros (*a*) bei pavaros diržo tempiklis (*b*):
1 – pavaros diržas; 2 – pavaros diržo tempiklis; *A* ir *B* tempiklio veikimą ribojančio kaiščio padėtys

Įjungus jungtuką 4 (4.15 pav. *b*) pjovimo aparatas nustumiamas atgal. Sumažinamas pavaros diržo 1(4.17 pav., *a*) įtempimas ir jis nuimamas. Uždedamas ilgesnis pavaros diržas 1 (4.18 pav., *b*). Pjaunamosios abiejose pusėse išjungiami pjovimo aparato stumdymo hidraulinių cilindrų eigą ribojantys kaiščiai 1 (4.19 pav., *a*).



a

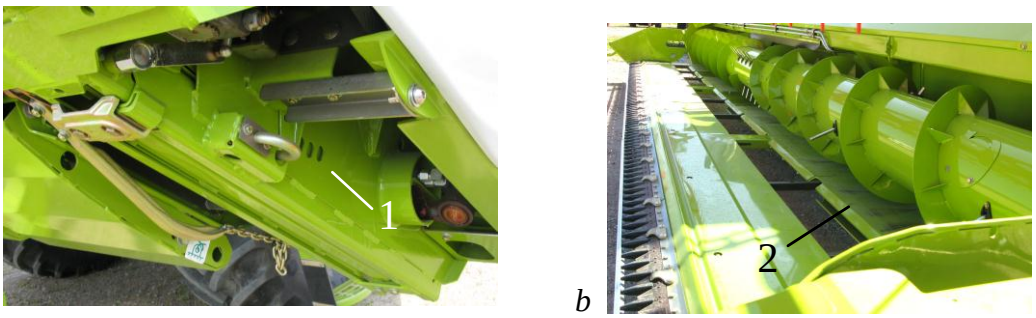


b

4.18 pav. Dalgio pavaros diržo 1 padėtis nuimant javus (*a*) ir rapsus (*b*)

Veikiant varikliui jungtuku 3 (4.15 pav., *b*) pjovimo aparatas nustumiamas pirmyn į kraštinę padėtį. Išjungiamas variklis ir jungtukas 2. Kaištis iš *A* grąžinamas į *B* padėtį. Pjaunamosios dugne yra tarpas 2 (4.19 pav., *b*). Jis uždengiamas skardos intarpais. Sudėjus intarpus ir įjungus variklį, pjovimo aparatas truputį patraukiamas atgal, kad intarpai siektų pjaunamosios dugno dangalą.

Išjungus variklį, tvirtinami rapsų aktyvieji skyrikliai. Dešinysis aktyvusis skyriklis veikia visą laiką, o kairiojo elektros pavarą kabinoje galima įjungti ir išjungti.

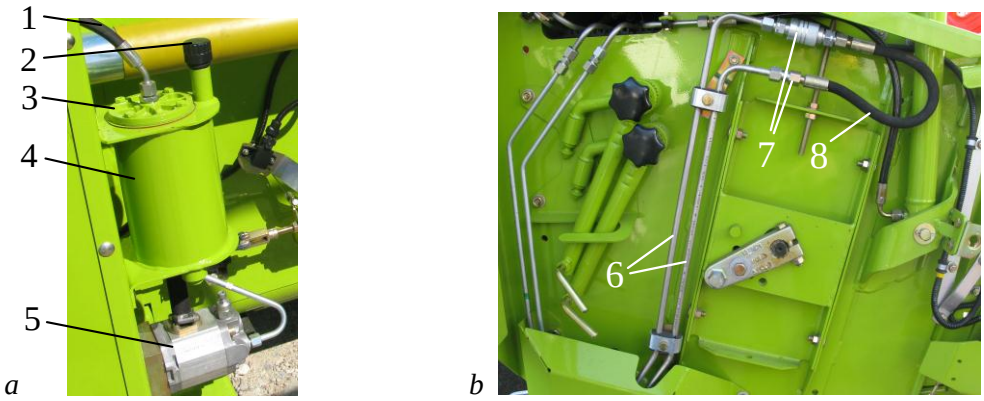


4.19 pav. Hidraulinių cilindrų eigą ribojantys kaiščiai 1 ir pjaunamosios dugne atsiradęs tarpas 2

Skyriklių hidraulinę pavarą sudaro: alyvos bakelis 4 (4.20 pav., *a*), kuriame yra grąžinamos alyvos filtras, alyvos siurblys 5 su apsauginiu vožtuvu, alyvos siurbimo, spaudimo ir grąžinimo linijos.

Bakelis papildomas alyva (ISO-VG 46) nuėmus dangtelį 2 su alyvos lygio matuokle. Jeigu alyva nešvari, ji keičiama kartu su filtru. Prieš išleidžiant alyvą iš bakelio leidžiama skyrikliams veikti. Šiek tiek palaukus alyva išleidžiama į indą. Filtras pakeičiamas taip: atjungiama alyvos grąžinamoji žarna 1, nuimamas alyvos bakelio dangtelis 3, ištraukiamas filtras, jis pakeičiamas nauju. Keičiant filtrą, reikia nepamiršti grąžinti visas sandarinimo priemones į buvusias vietas. Paskui pilama švari alyva.

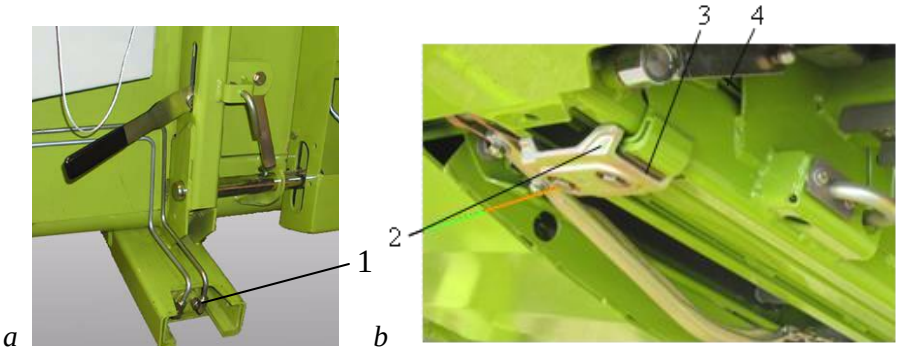
Prie pjaunamosios šonų pritvirtinus aktyviuosius skyriklius, jų hidraulinių variklių žarnos sujungiamos su pjaunamosios šonuose esančiomis greito sujungimo movomis 7 (4.20 pav., *b*). Jos žarnomis ir vamzdeliais yra sujungtos su alyvos siurbliu. Pjaunamosios šonai uždengiami papildomais apsauginiais skydais.



4.20 pav. Rapsų aktyviųjų skyriklių hidraulinė pavara:
1 – alyvos grąžinamoji žarna; 2 – dangtelis su alyvos lygio matuokliu; 3 – alyvos filtro dangtelis; 4 – alyvos bakelis; 5 – alyvos siurblys; 6 – dešiniojo skyriklio hidraulinės sistemos vamzdeliai; 7 – greito sujungimo movos; 8 – alyvos slėgio ir grąžinimo linijas jungianti žarna

Po rapsų pjūties aktyvieji skyrikliai nuimami. Prieš nuimant skyriklius, atjungiama skyriklių hidraulinės sistemos slėgio ir grąžinamoji linija. Greito sujungimo movos 7 tarpusavyje sujungiamos žarna 8 (4.20 pav., *b*). To nepadarius, siurblio varoma alyva tekės pro apsauginį vožtuvą, alyva kais ir bus sugadintas siurblys.

Pjovimo aparatą pirmyn ir atgal stumdo pjaunamosios abiejose pusėse esantys hidrauliniai cilindrai 1 (4.21 pav.).



4.21 pav. Pjovimo aparato stumdymo įtaisas:
1 – hidrauliniai cilindrai; 2 – laikikliai; 3 – tarpikliai; 4 – tarpas tarp slankiklio ir kreipiklio

Pjaunamosios dugnas slankioja ant laikiklių 2 ataugų, kurių paviršius dyla, tada didėja tarpas tarp slankiklio ir kreipiklio. Jis turi būti ne didesnis kaip 1 mm. Tarpą galima sumažinti išėmus tarpiklius 3. Jeigu tarpas yra > 1 mm, reikia pakeisti laikiklius 2. Priešingu atveju pjaunamosios dugnas slankios netolygiai, jis gali strigti. Periodiškai slankikliai tepami aerozoliu, tada jie lėčiau dyla.

Skirtuvai. Prie pjaunamosios šonų tvirtinami skirtingos konstrukcijos skirtuvai. Jie atskiria pjaunamus javus nuo lauko masyvo. Universalieji skirtuvai (4.22 pav., *a*) uždedami, kai pjaunami nesugulę, vidutinio aukščio javai. Nuimant aukštus arba sugulusius javus prie universaliojo skyriklio tvirtinamas kūgio formos kreipiklis 1.

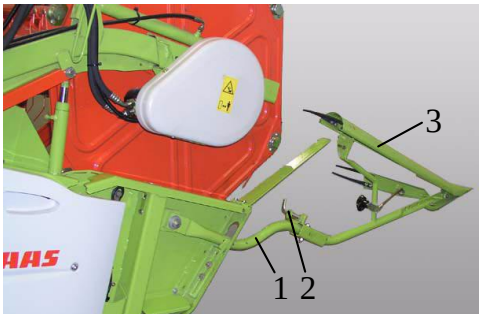
a

b

4.22 pav. Skirtuvai:
a – universalusis; *b* – universalusis su išoriniu kūginiu kreipikliu 1

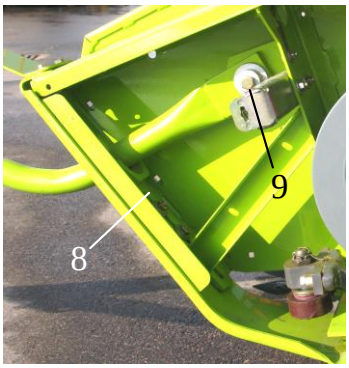
Universalųjį skyriklį (4.23 pav., *a*) sudaro korpusas 1, kuris tvirtinamas prie pjaunamosios šoninės gembės 9. Prie jos pritvirtinti trys kreipikliai: viršutinis 3, vidinis 5 ir išorinis (4.22 pav., *b*). Visų padėtį galima pakeisti. Skirtuvo korpuso smaigalys nuo dirvos turi būti pakeltas per ražienos aukštį. Korpuso padėtis pakeičiama atlaisvinus atraminę plokštelę 8 (4.23 pav., *c*) tvirtinančius varžtus ir ją pastumiant reikiama kryptimi. Atlaisvinus fiksatorių 4 (4.23 pav., *b*), vidinis kreipiklis 5 pasukamas tiek, kad jo gale esantys pirštai 6 sutaptų su stiebų kėlikliu 7, pritvirtintu prie pjovimo aparato ketvirto piršto. Tada pagulę javai nestrigs tarp pjaunamosios šono ir stiebų kėliklio. Prie skirtuvo korpuso tvirtinamas ne tik ilgasis išorinis kūginis kreipiklis, bet kartais ir trumpasis. Prie pjaunamosios šonų gali būti tvirtinami ir specialios paskirties skirtuvai.

Esant transporto padėčiai abu skirtuvai turi būti lygiagretūs pjovimo aparatui (4.23 pav., *d*). Atlaisvinus fiksatorių 2, jie pasukami reikiama kryptimi.

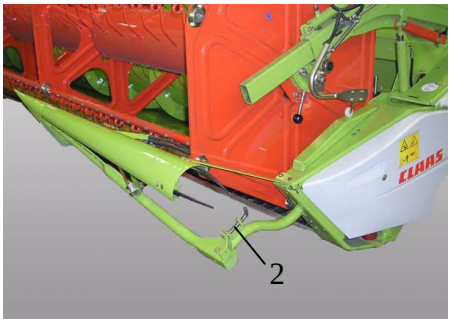


a

b



c



d

4.23 pav. Skirtuvai:
a – universalusis; *b* – vidinio kreipiklio padėtis; *c* – skirtuvo korpuso laikiklis; *d* – skirtuvo transportinė padėtis; 1 – korpusas; 2 ir 4 – fiksatoriai; 3 – viršutinis kreipiklis; 5 – vidinis kreipiklis; 6 – pirštai; 7 – stiebų kėliklis; 8 – atraminė plokštelė; 9 – gembė

Stiebų kėlikliai. Prie pjaunamosios galinės sienelės yra pritvirtinti stiebų kėliklių laikikliai (4.24 pav., *a*). Prieš javapjūtę kėlikliai uždedami ant kas ketvirto pjovimo aparato piršto. Tačiau dešiniajame pjaunamosios šone pirmasis kėliklis dedami ant penktojo piršto. Pjaunamosios krašte paliekamas didesnis tarpas, kad nesikauptų nupjauti augalai.

4.24 pav. Stiebų kėlikliai 1 (*a*) ir jų tvirtinimas prie pjovimo aparato pirštų 2 (*b*)

Pavažos 1 (4.25 pav.). Jų padėtį galima keisti, nors kombaino darbo metu jos neliečia dirvos. Nuimant sugulusius žirnius, pjovimo aparato pirštai turi būti arčiau dirvos. Išimamas varžtas 2 ir atlaisvinamas varžtas 4. Pavaža pastumiama norima kryptimi. Tada varžtas 2 įstatomas į vieną iš pavažos skylių 3. Jis fiksuoja naują pavažos padėtį. Priveržiamas varžtas 4. Pavažos priekyje yra trys jos tvirtinimo skylės. Vienu metu reikia keisti pavažos padėtį priekyje ir gale.

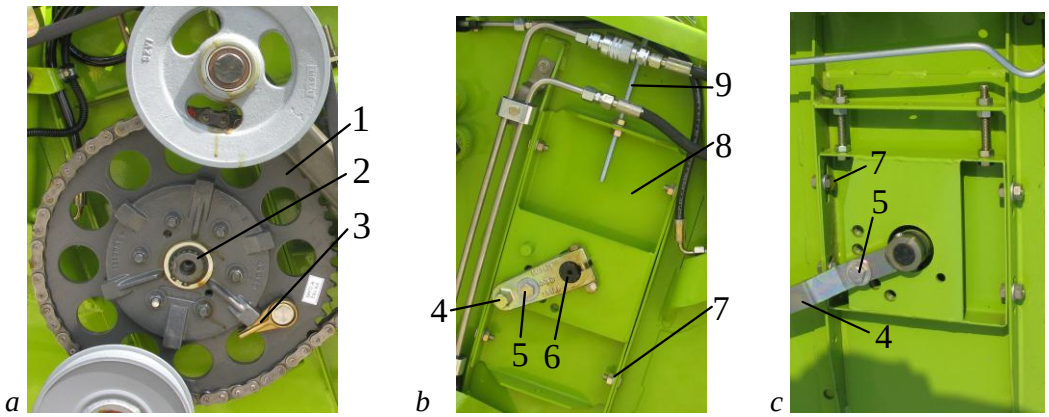
4.25 pav. Pavažos:
1 – pavaža; 2 – pavažos tvirtinimo varžtas; 3 – pavažos tvirtinimo skylė; 4 – pavažos padėties fiksavimo varžtas

Pjaunamosios sraigė. Nuimant javus tarp sraigės vijų ir pirštų galų bei pjaunamosios dugno turi būti 15 mm tarpas. Jeigu javai labai derlingi arba ilgašiaudžiai, tarpą reikėtų padidinti. Nuimant žieminius rapsus tarpas turi siekti 20–25 mm.

Kairiame pjaunamosios šone ant sraigės pavaros veleno 2 (4.26 pav., *a*) yra uždėta pavaros žvaigždutė 1 su apsaugine mova. Jį sureguliuota gamykloje. Jeigu mova dažnai buksuoja, spyruokles dinamometriniu raktu įveržia serviso specialistas arba pakeičia trinties diskelius. Prie pavaros žvaigždutės 1 yra pritvirtinta strektė 3. Įjungus pjaunamosios reversinę pavarą, žvaigždutė 1 sukama priešinga kryptimi. Jeigu mova buksuoja, tai strektė 3 atsiremia į žvaigždutės paviršiuje esančią atramėlę. Tada apsauginė mova neveikia, sraigė sukama priverstinai.

Dešiniame pjaunamosios šone išlindęs sraigės pusašis 6 (4.26 pav., *b*), jis sujungtas su sraigės viduje esančiu ekscentriniu velenu, ant kurio uždėtos įvorės su į jas įstatytais pirštais. Atlaisvinus fiksatorių 5, sukinėjant svirteles 4, kinta atstumas tarp pirštų galų ir pjaunamosios dugno.

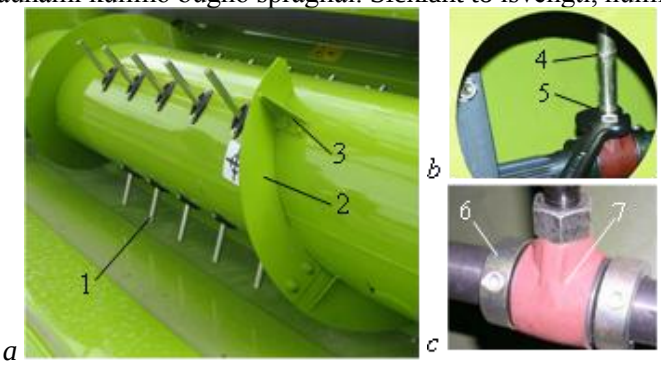
Tarpas tarp sraigės vijų ir pjaunamosios dugno yra keičiamas abiejose pjaunamosios pusėse atlaisvinus plokščių 8 tvirtinimo varžtų 7 (4.26 pav., *b* ir *c*) veržles ir sraigtais 9 jas pastumiant aukštyn arba žemyn. Nustačius reikiamą tarpą, visos veržlės užveržiamos. Paskui nustatomas toks pat arba 2 mm mažesnis tarpas tarp pirštų galų ir pjaunamosios dugno. Sraigės cilindro viršuje pirštų galai turi sutapti su cilindro paviršiumi, priešingu atveju jie suks apie sraigę javus.



4.26 pav. Sraigės pavara (*a*), tarpo tarp vijų (*b*), pirštų galų (*c*) ir pjaunamosios dugno keitimo įtaisai:
1 – pavaros žvaigždutė; 2 – sraigės velenas; 3 – strektė; 4 – svirtelė; 5 – fiksatorius; 6 – sraigės pusašis; 7 – varžtai; 8 – plokštės, laikančios sraigės veleną ir pusašį; 9 – sraigtai

Sraigės pirštas atsirėmęs į standų kliuvinį, lūžta ties mažesnio skersmens žiedu 5 (4.27 pav., *b*) ir lieka cilindro viduje. Pastebėjus, kad trūksta piršto, kombainas sustabdomas. Nuėmus sraigės cilindro dangtelį, nulūžęs pirštas pakeičiamas sveiku. Į įvorę 7 (4.27 pav., *c*) įsuktas pirštas turi neliesti ašies. Tarp įvorės 7 ir fiksavimo žiedų 6 turi būti 2 mm tarpeliai, nes sukama sraigė švytuoja.

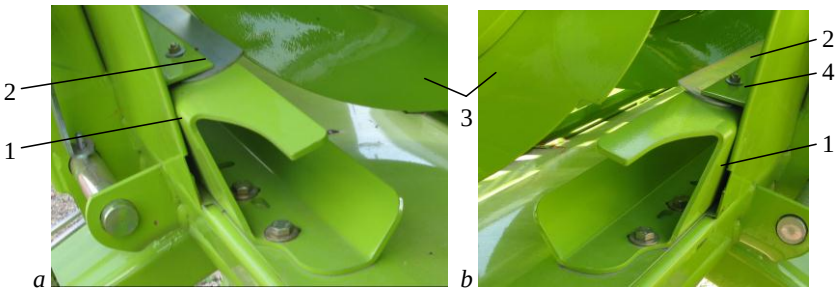
Sraigės vijos stumia nupjautus javus prie pirštų 1 (4.27 pav., *a*), kurie juos tiekia nuožulniajam transporteriui. Nuimant ilgašiaudžius javus arba rapsus, sraigės vijų galai 2 perdaug suglaudžia iš abiejų pusių stumiamą masę, todėl netolygiai apkraunami kūlimo būgno spragilai. Siekiant to išvengti, nuimami sraigės vijų galai 2 su gembėmis 3.



4.27 pav. Nuimami sraigės vijų galai:
1 – sraigės pirštai; 2 – vijų galai; 3 – gembės; 4 – piršto mažesnio skersmens žiedas; 5 – veržlė;

Nuimant piktžolėtus, trumpašiaudžius javus, apie sraigę pradeda suktis dalis stiebų. To priežastis – per didelis tarpas tarp sraigės vijų 3 (4.28 pav., *a*) ir keičiamos padėties juostelės 2.

Ji yra pritvirtinta prie kampučio 4 ir gali būti pastumta pirmyn. Abiejose pusėse tarpas tarp *U* formos sijos 1 vidinių galų taip pat yra keičiamas. Jis priklauso nuo nuožulniojo transporterio pločio.

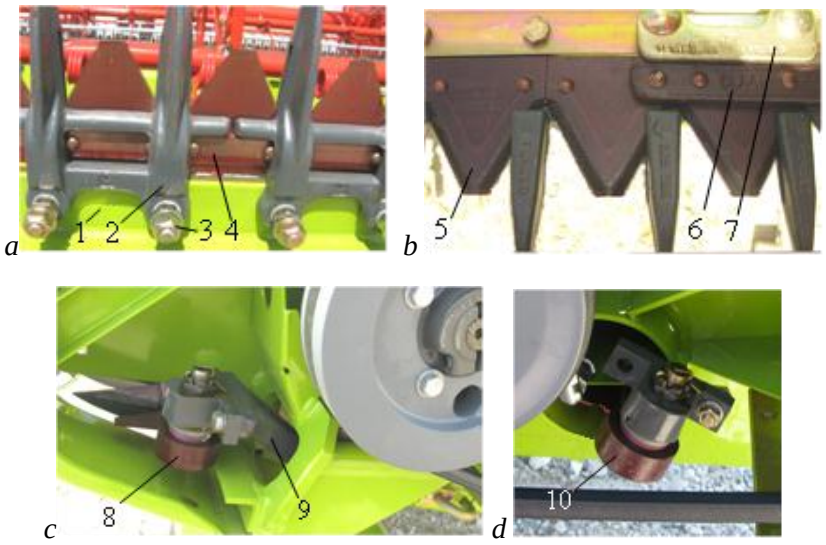


4.28 pav. Kairės (*a*) ir dešinės (*b*) pusės sraigės vijų valikliai:
1 – *U* formos sija; 2 – keičiamos padėties juostelė; 3 – sraigės vijos; 4 – kampuotis

Galima keisti sraigės sukimosi dažnį. Jis sumažinamas nuimant rapsus ar ankštinius augalus, kad mažiau būtų išbarstyta grūdų arba kai apie sraigę pradedami sukti trumpašiaudžiai javai. Sraigės pavaroje žvaigždutė su didesniu dantų skaičiumi pakeičiama žvaigždute su mažesniu dantų skaičiumi.

Pjovimo aparatas. Jis yra kerpamasis, normalusis, viengubos eigos. Atstumas tarp gretimų pirštų ir peiliukų centrų 76,2 mm. Dalgio peiliukų eiga – 82 mm. Dalgio eigų skaičius per minutę 1120 arba dar didesnis.

Prie pjaunamosios priekinės sijos 1(4.29 pav., *a*) prailgintais varžtais 3 yra pritvirtinti sudvejinti pirštai 2. Ant kas ketvirto piršto tais varžtais tvirtinami ir stiebų kėlikliai. Prie dalgio sijelės 4 prikniedyti dantyti peiliukai 5. Keičiant nulūžusį peiliuką, naujas gali būti prisuktas varžteliais. Jie netrukdo dalgiui slankioti.

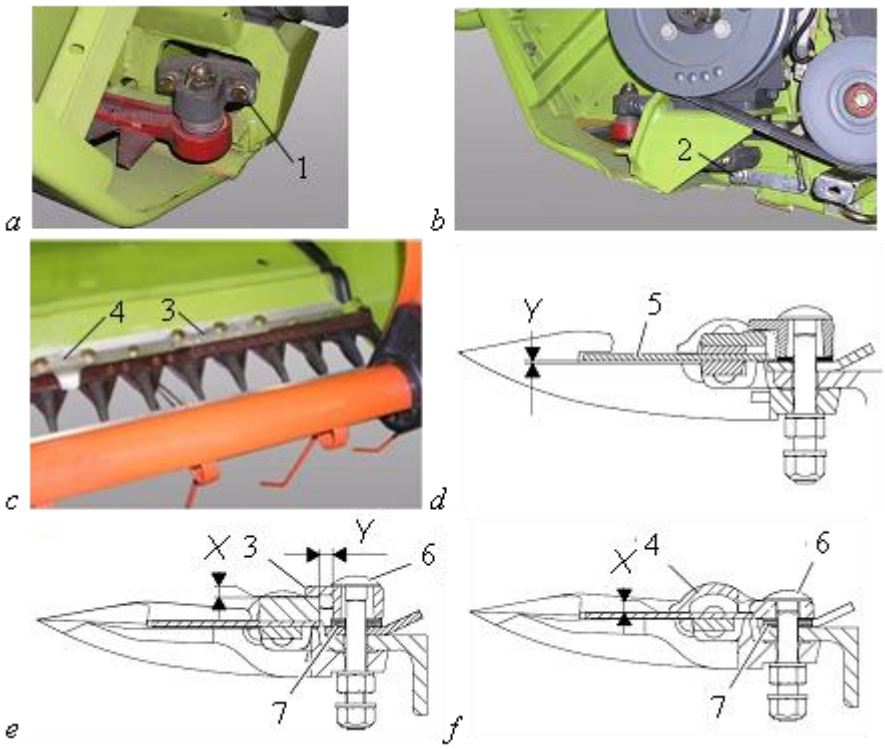


4.29 pav. Pjovimo aparato dalys:
a – vaizdas iš apačios; *b* – vaizdas iš viršaus; *c* – dalgio galvutė, sujungta su reduktoriaus svirtele; *d* – atsarginio dalgio dėklas; 1 – priekinė sija; 2 – sudvejinti pirštai; 3 – pirštų ir stiebų kėliklių tvirtinimo prailginti varžtai; 4 – dalgio sijelė; 5 – peiliukai; 6 – dalgio galvutės laikiklis; 7 – spaudiklis; 8 – dalgio galvutė; 9 – švytuojanti svirtelė; 10 – atsarginis dalgis

Sijelės gale yra prikniedyta dalgio galvutės laikiklis 6 (4.29 pav., *b*). Dalgio galvutė 8 (4.29 pav., *c*) sujungta su pavaros reduktoriaus švytuojančia svirtele 9. Svirtelei švytuojant horizontalioje plokštumoje, stumdomas dalgis. Atsarginis dalgis 10 (4.29 pav., *d*) yra pjaunamosios korpuso standumo vamzdyje.

Peiliukai turi liesti pirštų plokštumas arba tarpelis tarp jų gali būti nuo 0,5 iki 1 mm. Spaudikliai 7 (4.29 pav., *b*) gali švelniai liesti peiliukų paviršių. Jeigu jie labai trina peiliukus, po spaudikliais padedami tarpikliai.

Dalgio keitimas. Dalgis nustumiamas į kairę kraštinę padėtį. Atsukami du varžtai 1 (4.30 pav., *a*), dalgis ištraukiamas ir pakeičiamas atsarginiu. Varžtai 1 įveržiami 123 N·m momentu.



4.30 pav. Dalgio dalys ir jų padėtis [13]:
1 – varžtai; 2 – reduktoriaus svirtelės tvirtinimo varžtas; 3 – ilgasis spaudiklis; 4 – trumpasis spaudiklis; 5 – peiliukas; 6 – pirštų tvirtinimo varžtai; 7 – tarpikliai

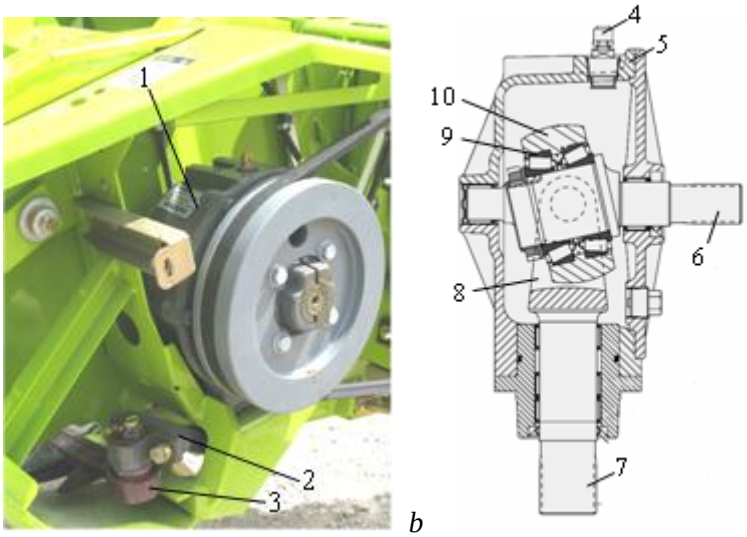
Tarp dalgio pirmojo peiliuko 5 (4.30 pav., *d*) ir piršto plokštumos gali būti nuo 0,5 iki 1 mm tarpelis. Jis keičiamas, atlaisvinus reduktoriaus švytuojančios svirtelės tvirtinimo varžtą 2 (4.30 pav., *b*) ir ją pastumiant aukštyn arba žemyn. Varžtas turi būti tvirtai priveržtas.

Kad stumdant dalgį peiliukai nešvytuotų, juos prilaiko spaudikliai. Dalgio kairėje pusėje pirmasis spaudiklis yra ilgesnis 3 (4.30 pav., *c*), kiti trumpesni 4 tvirtinami kartu su kas antru dvigubu pirštu. Spaudikliai švelniai liečia peiliukų paviršių arba tarp jų gali būti tarpelis X = 0,5 mm (4.30 pav., *f*). Jis keičiamas tarpikliais 7, kurie dedami sumažinus varžtų 6 įveržimą. Tarpai X ir Y turi būti minimalūs.

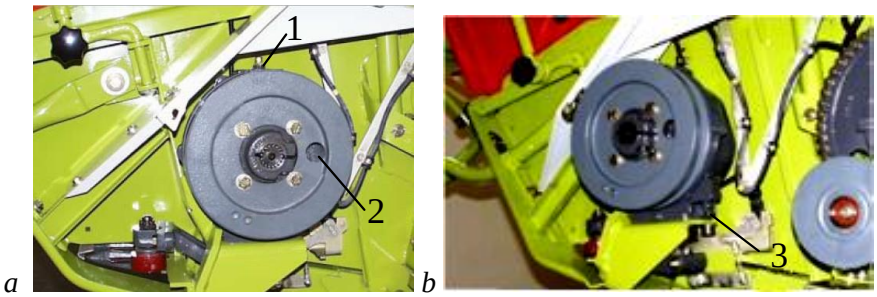
Peiliukų pakeitimas. Prikniedyti prie sijelės pažeisti peiliukai keičiami atsarginiais. Naudojant kniedijimui skirtą įtaisą, peiliukas ir sijele sujungiami kniedėmis. Kai peiliukus su sijele jungia varžteliai, juos atsukus greičiau pakeičiamas pažeistas peiliukas.

Dalgio pavara. Ją sudaro švytuojančio disko pavara, įtaisyta reduktoriaus 1 korpuse (4.31 pav., *a*). Pavaros reduktorių sudaro korpusas 5 (4.31 pav., *b*), pavaros ekscentrinis (alkūninis) velenas 6, švytuojantis velenas 7, šakutė 8, guolių korpusas 10. Ant ekscentrinio veleno 6 uždėti guoliai 9, jų korpusą 10 jungia šakutė 8 su velenu 7. Pavaros skriemuliui sukant ekscentrinį veleną 6, švytuoja šakutė 8 ir velenas 7. Prie veleno pritvirtinta svirtelė 3, prie jos dalgio galvutė 2. Švytuojant velenui 7 ir svirtelei 2, stumdomas dalgis.

Periodiškai tikrinamas alyvos lygis reduktoriuje. Pjaunamoji nuleidžiama žemyn. Tarp dalgio ir dirvos turi būti apie 100 mm tarpas. Pasukus pavaros skriemulį (4.32 pav., *a*), jame esanti anga sutapdinama su alyvos lygmens kontrolės kamščiu. Jį išsukus turi bėgti alyva. Alyva papildoma per alsuoklio 1 angą. Keičiant alyvą reduktoriuje išsukamas kamštis 3 (4.32 pav., *b*). Jo gale yra magneta. Ant jo susikaupusios smulkios metalo drožlės nuvalomos. Užsukus kamštį, į reduktorių pilama alyva SAE 85W-90, kol ji pradeda tekėti per kontrolinę angą. Užsukamas kamštis. Jeigu reduktoriuje yra per mažai alyvos, greitai susidėvės guoliai, šakutės įvorės ir kitos detalės. Jeigu jos per daug – alyva kais, tekės pro sandarinimo priemones ir alsuoklį. Reduktoriaus pavaros diržas visada turi būti įtemptas.



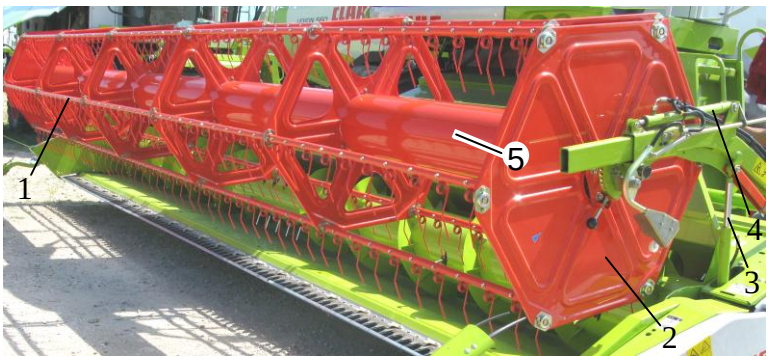
4.31 pav. Dalgio pavaros reduktorius (*a*) ir jo dalys (*b*) [15]:
1 – reduktorius; 2 – svirtelė; 3 – dalgio galvutė; 4 – alsuoklis ir alyvos papildymo anga; 5 – reduktoriaus korpusas; 6 – pavaros ekscentrinis velenas; 7 – švytuojantis velenas; 8 – šakutė; 9 – guoliai; 10 – guolių korpusas



4.32 pav. Reduktoriaus kamščiai:
1– alsuoklis ir alyvos papildymo anga; 2 – alyvos lygmens kontrolinis kamštis; 3 – alyvos išleidimo kamštis

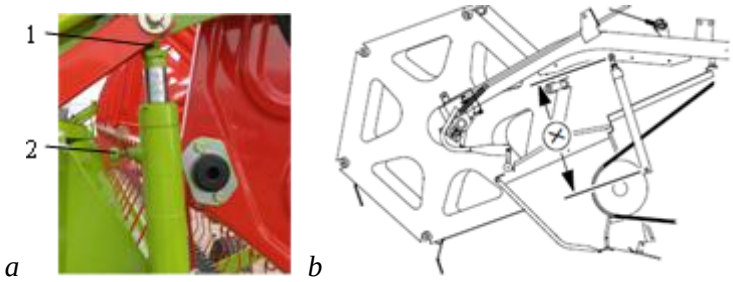
Remontuoti reduktorių ūkio sąlygomis nepatartina. Jį teisingai surinkti ir prie pjaunamosios gembės pritvirtinti gali serviso specialistai.

Lenktuvai (4.33 pav.) yra ekscentriniai. Juos sukant pirštų polinkio kampas išlieka nepakitęs.



4.33 pav. Lenktuvai:
1 – pirštų laikikliai; 2 – šoniniai diskai; 3 ir 4 – lenktuvų kilnojimo ir stumdymo hidrauliniai cilindrai; 5 – velenas

Nuimant *Vario* pjaunamąja nesugulusius ir normalaus tankumo javus ir rapsus, lenktuvai pakeliami aukštyn tiek, kad pirštai nesiektų varpų arba rapsų viršūnių, jų nešukuotų ir negniuždytų stiebų. Kai rapsai nesugulę, bet aukšti (1–1,3 m), iškėlus lenktuvus į aukščiausią padėtį kartais jų pirštai dar per giliai įsminga į rapsus, juos gniuždo ir kulia ankštaras. Priežastis – neteisingai nustatytas lenktuvus kilnojančių hidraulinių cilindrų kotų kompensatorių 1 ilgis (4.34 pav., *a*). Jų ilgį galima šiek tiek padidinti.

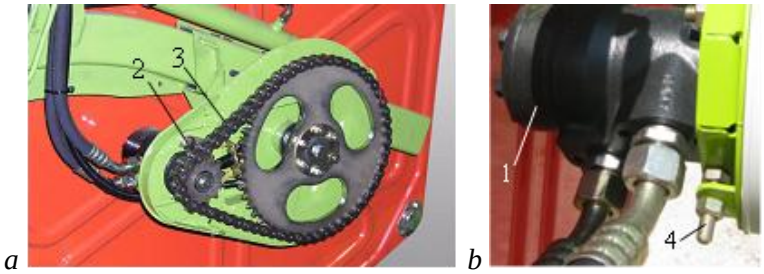


4.34 pav. Lenktuvų kilnojimo hidrauliniai cilindrai:
1– hidraulinių cilindrų stūmoklių ilgio kompensatoriai; 2 – oro išleidimo kamštis; *X* – atstumas tarp hidraulinių cilindrų ąsų centrų

Leidžiant lenktuvus žemyn ir juos stumiant pirmyn, pirštai artėja prie pjovimo aparato. Kad nuleidus lenktuvus pirštai nesiektų dalgio peiliukų (4.34 pav., *b*), tarp hidraulinių cilindrų ąsų turi būti 555 mm atstumas (*X*). Jis keičiamas sukinėjant kompensatorius 1 (4.34 pav., *a)*, kurie įsukti į hidraulinių cilindrų stūmoklių galus. Kraštines lenktuvų kilnojimo ribas kompiuteriu nustato serviso specialistai.

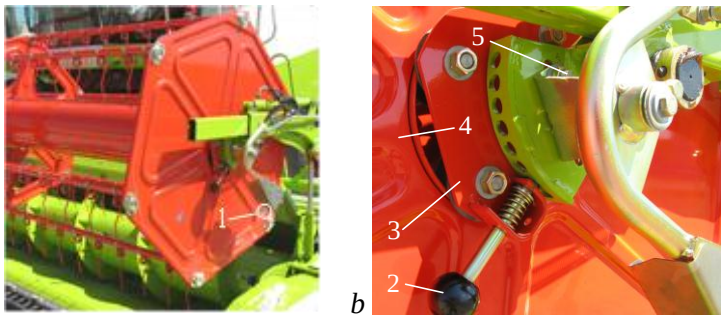
Sukimosi dažnis. *Vario* pjaunamųjų lenktuvus suka hidraulinis variklis 1 (4.35 pav., *b*) per grandininę pavarą 3 (4.35 pav., *a*). Iš kabinos lenktuvų sukimosi dažnis keičiamas nuo 8 iki 60 min^{-1}. Kompiuteriu galima suderinti jų sukimosi dažnį su kombaino važiavimo greičiu. Tada keičiant kombaino važiavimo greitį, kinta ir lenktuvų sukimosi dažnis.

Pavaros grandinė 3 įtempiama sraigtu 4 (4.35 pav., *b*), prieš tai atlaisvinus tvirtinimo varžtus 2. Spaudžiant grandinės apatinės vijos vidurį žemyn, jos įlinkis gali siekti apie 4 mm.



4.35 pav. Lenktuvų pavara:
1 – hidraulinis variklis; 2 – varžtai; 3 – grandinė; 4 – sraigtas

Pirštų padėtis. Nuimant nesugulusius javus – lenktuvų pirštai turi būti vertikalios padėties (4.36 pav., *a*). Juo labiau javai pagulę, tuo didesnis turi būti pirštų pasvirimo į kombaino pusę kampas. Pirštai gali užimti 8 skirtingas padėtis.



4.36 pav. Lenktuvai (*a*) ir pirštų padėties keitimo svirtelė (*b*):
1 – ritinėlis; 2 – svirtelė; 3 – ekscentrikas; 4 – išorinis diskas; 5 – tvirtinimo varžtai

Stumiant svirtelę 2, kinta ekscentriko 3, išorinio disko 4 ir pirštų padėtis. Sukant lenktuvus, pirštai nekeičia pasvirimo kampo. Prieš darbo pradžią lenktuvus reikia nuleisti į žemiausią padėtį ir patikrinti, kad tarp pirštų galų ir pjovimo aparato peiliukų būtų apie 25 mm tarpas, nes sukant lenktuvus jie šiek tiek švytuoja. Lenktuvų nuleidimą riboja ritinėlis 1 (4.36 pav., *a*), sujungtas su potenciometru, kompiuteriu ir valdymo daugiaveiksme svirtimi. Lenktuvus nuleidus žemyn ir nustūmus pirmyn, pirštų galai yra žemiau pjovimo aparato pirštų linijos.

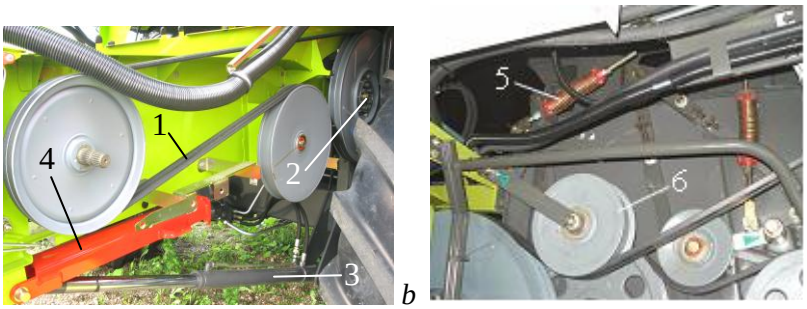
Nuožulnusis transporteris. Pjaunamosios sraigės tiekiamus javus transporteris nustumia kūlimo aparatui. Nuožulnųjį transporterį sudaro korpusas 2 (4.37 pav., *a*), kurio viduje yra varantysis ir varomasis 3 (priekinis) būgnai. Jie apgaubti keturiomis ar daugiau grandinių vijomis su grandikliais 6 (4.37 pav., *b*).

4.37 pav. Nuožulnusis transporteris:
a – priekis; *b* – būgno diskai; *c* – grandikliai; 1 – hidrauliniai cilindrai; 2 – korpusas; 3 – varomasis būgnas; 4 – grandiklių tvirtinimo varžtai; 5 – diskai; 6 – grandikliai; 7 – metalinės juostos; 8 – ilgieji varžtai

Abiejuose korpuso šonuose yra pavaros. Priekyje yra du hidrauliniai cilindrai 1. Jais valdomas skersinis pjaunamosios pasvirimas (*Autocontor* sistema). Ant priekinio būgno yra keturi diskai 5 (4.37 pav., *b*). Ant jų uždėtos grandinės su varžtais 4 pritvirtintais grandikliais 6. Kas ketvirtas grandiklis pritvirtintas ilgaisiais varžtais 8 (4.37 pav., *c*). Jie nuvalo nuo varančiojo veleno (viršutinio) varančiųjų žvaigždučių augalų liekanas. Viršutinės grandinių vijos slenka medinių tašelių paviršiumi. Darbo metu grandinės dyla ir ilgėja. Kad jos nesiektų dugno, ant jo yra pritvirtintos dvi išilginės metalinės juostos 7 (4.37 pav., *b*).

Korpuso kairėje pusėje yra pagrindinė nuožulniojo transporterio ir pjaunamosios dviejų takelių diržinė pavara 1 (4.38 pav., *a*). Ją suka ant atmušimo būgno veleno uždėtas skriemulys ir nuo perkrovų apsaugo frikcinė apsaugine mova 2. Diržą tempia spyruoklės 5 (ilgis 138 mm) spaudžiama svirtis su prispaudimo skriemuliu 6 (4.38 pav., *b*). Virš spyruoklės yra dvi priešais pritvirtintos liniuotės. Spyruoklė įveržta pakankamai, kai liniuočių galai liečia vienas kitą.

Nuožulnųjį transporterį kilnoja hidrauliniai cilindrai 3 (4.38 pav., *a*). Ant hidraulinio cilindro koto nuleidžiama apsauga 4 tik remontuojant pjaunamąją. Važiuojant keliu ar lauku, apsauga turi būti pakelta ir jos padėtis užfiksuota.

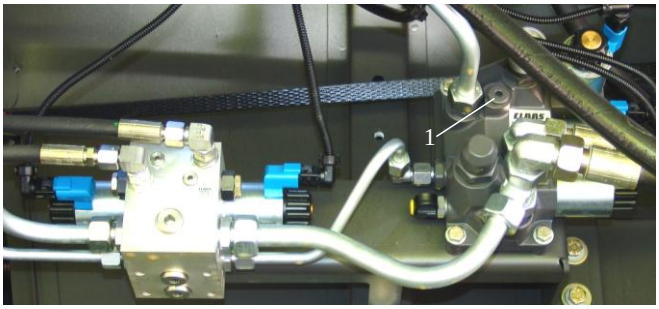


4.38 pav. Nuožulniojo transporterio kairioji pusė:
1 – dviejų takelių pavaros diržas; 2 – pavaros apsauginė mova; 3 – pjaunamosios kilnojimo hidrauliniai cilindrai; 4 – apsauga; 5 – spyruoklė; 6 – pavaros diržo įtempimo skriemulys

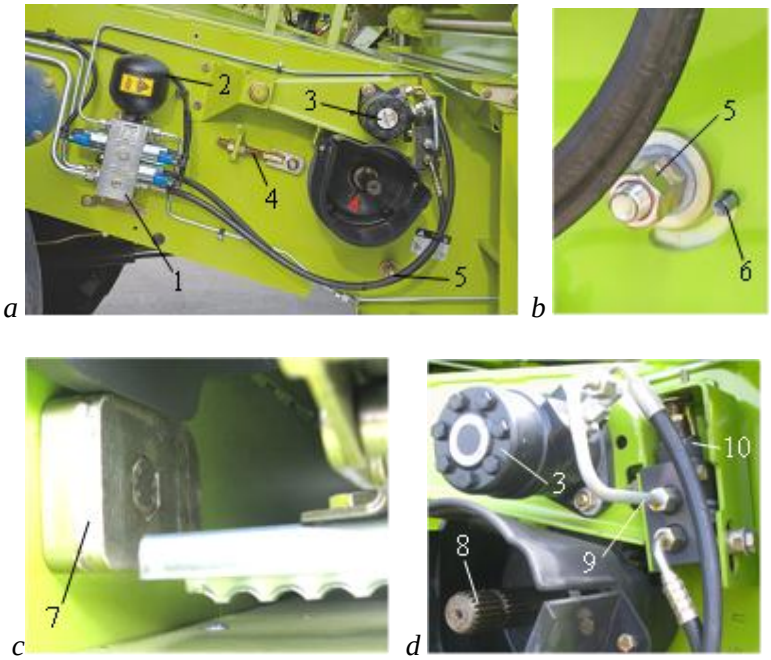
Galima keisti nuožulniojo transporterio ir skirtingo svorio pjaunamosios nuleidimo greitį. Kuliamosios kairiame šone yra hidraulinės sistemos alyvos srauto ribotuvas (4.39 pav.). Jame įsukant specialų varžtą 1, transporterio nuleidimo greitis didėja.

Prie dešiniojo nuožulniojo transporterio šono (4.40 pav., *a*) yra pritvirtintas hidraulinės sistemos skirstytuvas 1 su hidropneumatiniu amortizatoriumi 2.

Skirstytuvas sujungtas su reversinės pavaros hidrauliniu varikliu 3 ir pjaunamosios skersinės padėties keitimo hidrauliniais cilindrais.



4.39 pav. Nuožulniojo transporterio ir pjaunamosios nuleidimo greičio keitimo specialus varžtas (1)



4.40 pav. Nuožulniojo transporterio dešinioji pusė (*a*) ir pagrindiniai įtaisai (*b*, *c* ir *d*):
1 – skirstytuvas; 2 – hidropneumatinis amortizatorius; 3 – reversinės pavaros hidraulinis variklis; 4 – transporterio įtempimo varžtai; 5 – veržlės; 6 – kaištis; 7 – atramos; 8 – pjaunamosios pavaros velenas; 9 – alyvos grąžinamosios linijos vamzdelis; 10 – hidraulinis cilindras

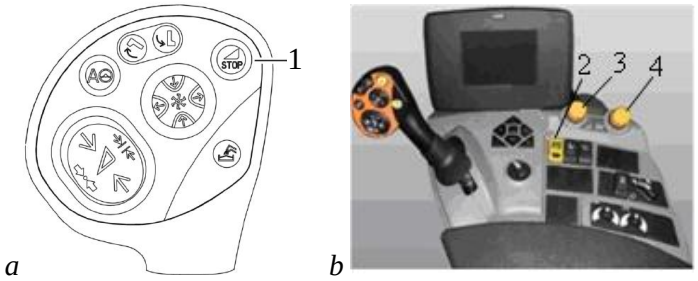
Nuimant javus, nuožulniojo transporterio grandikliai yra arčiausiai dugno, nes būgno ašį laikančios svirtys remiasi į horizontalias atramas 7 (4.40 pav., *c*). Nuimant kukurūzų burbuoles, jos pastatomos į vertikalią padėtį. Atlaisvinamos veržlės 5 (4.40 pav., *b*), sukant kaištį 6 prieš laikrodžio rodyklę, atramos 7 pastatomos į vertikalią padėtį. Veržlės užveržiamos.

Nuožulnusis transporteris įtempiamas abiejose korpuso pusėse esančiais varžtais 4 (4.40 pav., *a*) pastumiant apatinį būgną pirmyn tiek, kad grandikliai dar nesiektų ant dugno pritvirtintų juostų. Išsitempusios grandinės sutrumpinamos.

Reversinė pavara. Ant pjaunamosios pavaros veleno 8 (4.40 pav., *d*) ir hidraulinio variklio 3 veleno yra uždėti krumpliaračiai. Jie vienas kito nesiekia. Stringant javams po pjaunamosios sraige ar nuožulniuoju transporteriu, daugiaveiksmės svirties jungtuku 1 (4.41 pav., *a*) staigiai išjungiama pjaunamosios pavara.

Esant įjungtai kuliamosios pavarai (jungtukas 4), bet išjungtai pjaunamosios pavarai (jungtukas 3), laikomas įjungtas jungtukas 2 (4.41 pav., *b*). Alyva yra tiekiama hidrauliniam cilindrui 10 (4.40 pav., *a*). Jis stumia hidraulinį variklį 3 laikančią svirtį žemyn ir sujungia pavaros krumpliaračius. Tada alyva pradedama tiekti hidrauliniam varikliui, kuris suka pagrindinį pjaunamosios pavaros veleną 8 priešinga kryptimi. Užstrigę javai iš po nuožulniojo transporterio stumiami sraigei. Ji juos meta ant pjaunamosios dugno.

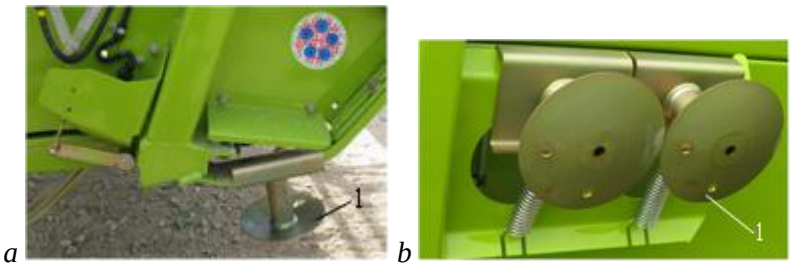
Jeigu apie sraigę pradeda suktis grąžinami javai, nuleidus lenktuvus, jie sukdamiesi lėtai nustumia javus nuo sraigės. Nustojus laikyti nuspaustą jungtuką, alyva nebetiekiama hidrauliniam cilindrui 10. Po cilindru esanti spyruoklė grąžina svirtį į pradinę padėtį. Išjungiama krumpliaratinė pavara. Varikliui sukantis maksimaliu dažniu, įjungus pjaupjaunamosios pavarą ant pjaunamosios dugno esantys javai tiekiami į kūlimo aparatą.



4.41 pav. Pjaunamosios (*a*) ir reversinės pavaros (*b*) valdymo jungtukai:
1 – jungtuku staigiai išjungiama pjaunamosios pavara; 2 – įjungiama reversinė pavara; 3 – įjungiama pjaunamosios pavara; 4 – įjungiama kuliamosios pavara

Pjaunamosios tvirtinimas prie nuožulniojo transporterio. Pjaunamąją galima greitai pritvirtinti prie nuožulniojo transporterio, jeigu jos priekis į aikštelės paviršių remiasi dviem šoninėmis atramomis 1(4.42 pav., *a*). Tada ji būna šiek tiek pasvirusi atgal.

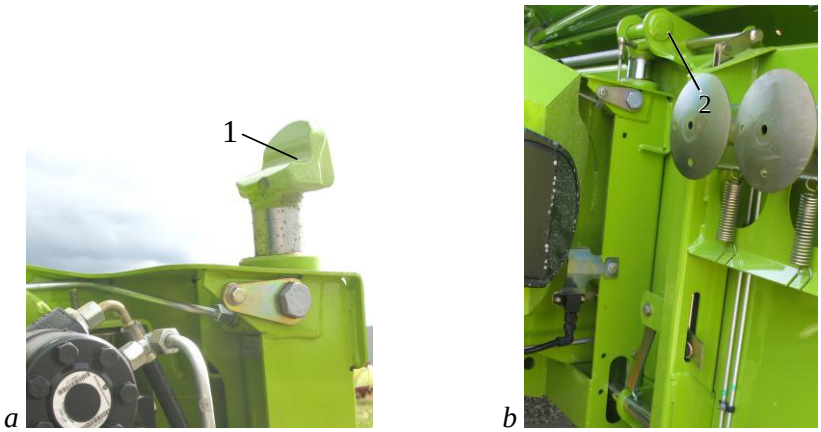
Kombainu prie pjaunamosios privažiuojama taip, kad nuleidus nuožulnųjį transporterį, hidraulinių cilindrų stūmoklių antgaliai 1 (4.43 pav., *a*) liestų prie pjaunamosios korpuso pritvirtintų laikiklių 2 skersinius (4.43 pav., *b*). Pjaunamoji pakeliama aukštyn.



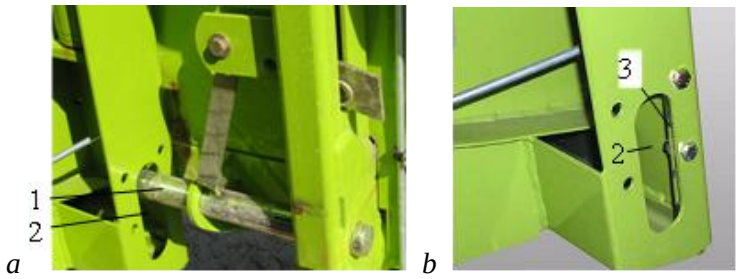
4.42 pav. Pjaunamosios atramos 1 (*a*) ir jų transportinė padėtis (*b*)

Pakabintos prie nuožulniojo transporterio pjaunamosios padėtį abiejose pusėse fiksuoja kaiščiai 1 (4.44 pav., *a*), kurie įeina į nuožulniojo transporterio korpuso pailgas angas 2 (4.44 pav., *b*).

Kaiščius stumdančios svirties padėtis fiksuojama. Kad pjaunamoji sklandžiai kopijuotų dirvos nelygumus skersine kryptimi, nešvytuotų išilgine kryptimi, prie nuožulniojo transporterio korpuso pailgų angų tvirtinamos atraminės plokštelės 3 (4.44 pav., *b*). Jos į angos pusę turi būti išsikišusios apie 1 mm.

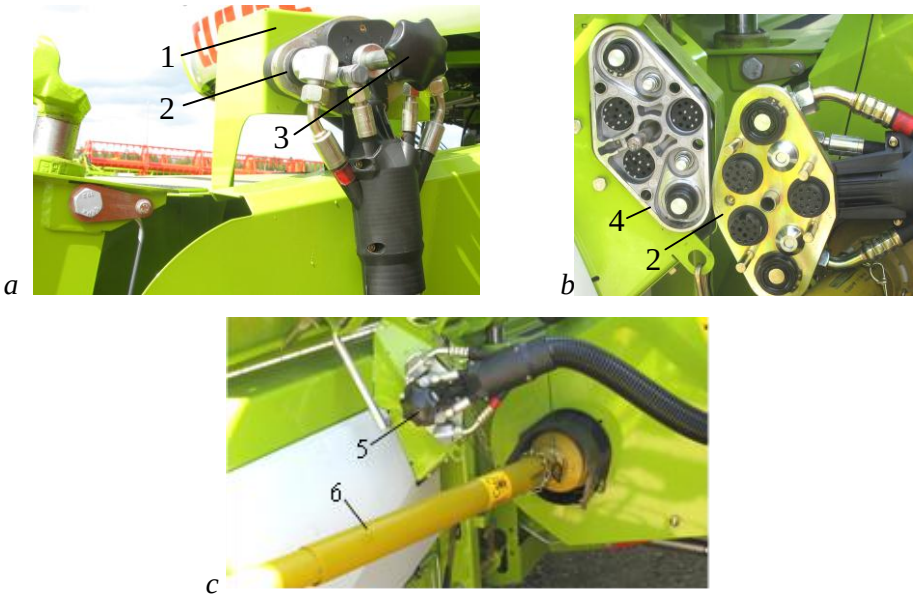


4.43 pav. Stūmoklių antgaliai 1 (*a*) ir pjaunamosios korpuso laikikliai 2 (*b*)



4.44 pav. Pjaunamosios fiksatoriai (*a*) ir atraminės plokštelės (*b*):
1 – pjaunamosios padėtį fiksuojantys kaiščiai; 2 – pailgos angos; 3 – atraminės plokštelės

Jungtis. Prie nuožulniojo transporterio korpuso laikiklio 1 (4.45 pav. *a*) yra pritvirtinta kombaino pjaunamosios hidraulinių žarnų ir elektros laidų jungtis 2. Atlaisvinus varžtą 3, jungtis 2 sujungiama su prie pjaunamosios korpuso pritvirtinta kita jungties dalimi 4. Jungties 2 kreipiamieji kaiščiai turi įeiti į jungties 4 skyles.

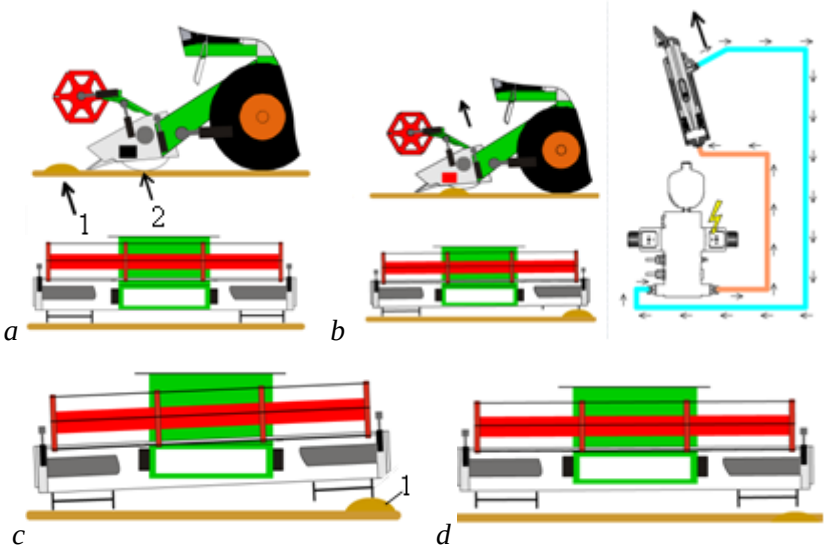


4.45 pav. Hidraulinių žarnų ir elektros laidų jungtys (*a* ir *b*) bei pjaunamosios pavaros velenas (*c*):
a – prie nuožulniojo transporterio korpuso laikiklio pritvirtinta jungties dalis; *b* – prie pjaunamosios korpuso pritvirtinta jungties dalis; *c* – sujungtos jungtys ir prijungtas pjaunamosios pavaros velenas; 1 – laikiklis; 2 ir 4 – jungties dalys; 3 – jungties tvirtinimo varžtas; 5 – sujungtos abi jungties dalys; 6 – pjaunamosios pavaros velenas

Sujungiami pjaunamosios ir nuožulniojo transporterio velenai (4.45 pav., *c*). Pjaunamosios pavaros veleno apsaugos grandinėlė prijungiama prie korpuso taip, kad apsauga galėtų būti pasukta 90º kampu.

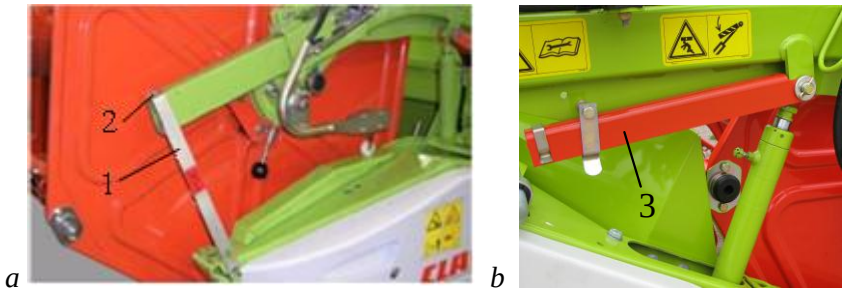
Apsaugos. Pjaunamąją kilnoja du horizontalūs hidrauliniai cilindrai, sujungti su dviem hidrauliniais akumuliatoriais. Jie sušvelnina smūgines apkrovas. Hidrauliniuose akumuliatoriuose yra 35 ir 40 bar slėgiu suspaustos azoto dujos. Juose nustatytas slėgis priklauso nuo pjaunamosios svorio. Hidraulinius amortizatorius papildyti azoto dujomis arba juos taisyti gali tik kvalifikuotas specialistas, turintis specialias priemones.

Dviem vertikaliais hidrauliniais cilindrais valdomas pjaunamosios skersinis pasvirimas (4.46 pav.). Po pjaunamąja, abiejose jos pusėse, yra pritvirtinti du šliaužikliai. Kai kliuvinys (4.46 pav., *a*) pastumia pjaunamosios kairėje pusėje esantį šliaužiklį aukštyn (priklauso nuo programavimo metu nustatytos ribos), įjungiama hidraulinė sistema ir alyva tiekiama į pjaunamosios skersinės padėties valdymo kairįjį hidraulinį cilindrą. Jis kelia pjaunamosios kairiąją pusę aukštyn (4.46 pav., *c*). Kombainui važiuojant toliau, šliaužiklis palieka kliuvinį, alyva tiekiama į dešinįjį hidraulinį cilindrą, kuris pastato pjaunamąją į horizontalią padėtį (4.46 pav., *d*). Paskui pjaunamoji nuleidžiama žemyn ir grąžinama į pradinę padėtį.



4.46 pav. Pjaunamosios skersinio kopijavimo sistemos veikimo schemos [13]:
a – kliuvinys pjaunamosios kairėje pusėje; *b* – šliaužiklis stumiamas aukštyn; *c* – pjaunamosios kairė pusė keliama aukštyn; *d* – dešinė pusė pakeliama aukštyn ir pjaunamoji grąžinama į pradinę padėtį; 1 – kliuvinys; 2 – šliaužiklis

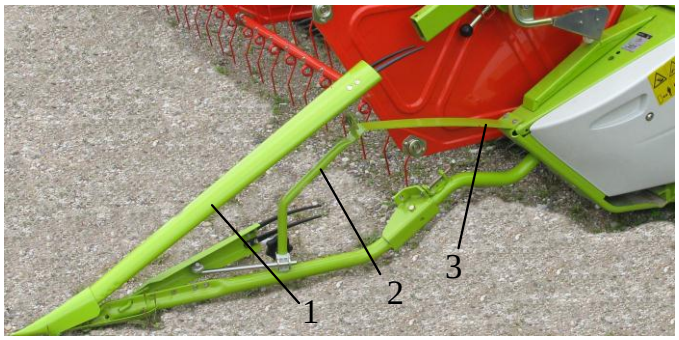
Lenktuvų apsauga. Pervežant pjaunamąją ant vežimėlio, kad lenktuvai nešvytuotų ir negadintų jų kilnojimo hidraulinių cilindrų, reikia lenktuvų laikiklius 2 trauklėmis 1 (4.47 pav. *a*) sujungti su pjaunamosios korpusu.



4.47 pav. Lenktuvų apsaugos:
1 – trauklės; 2 – lenktuvų laikikliai; 3 – apsauga

Taisant sraigę, lenktuvai pakeliami aukštyn, apsauga 3 (4.47 pav., *b*) pasukama į vertikalią padėtį ir lenktuvai nuleidžiami tiek, kad apsauga atsiremtų į hidraulinio cilindro korpusą.

Pjaunamosios abiejose pusėse yra pritvirtinti skirtuvai (4.48 pav.). Tarp skirtuvų viršutinio kreipiklio 1 laikiklio 2 ir pjaunamosios šono 4 yra tarpas. Jame stringa javai. Prie pjaunamosios šono pritvirtinus spyruokliuojančią juostą 3, skirtuvo kreipiklio 1 pastumti į lauko pusę javai tolygiai slysta jo ir spyruokliuojančios juostos šonu.



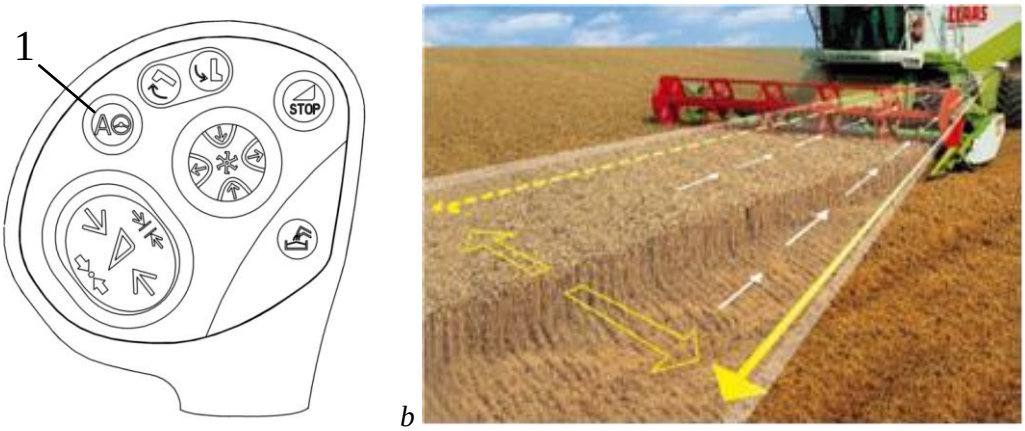
4.48 pav. Pjaunamosios skirtuvas ir spyruokliuojanti juosta:
1 – skirtuvo kreipiklis; 2 – kreipiklio laikiklis; 3 – spyruokliuojanti juosta

Kombaino važiavimo automatinis valdymas. Kombainui nuimant javus, važiavimą valdo kombainininkas, GPS sistema arba Lazerio prietaisas. Jis 1 (4.49 pav., *a*) tvirtinamas kairiajame arba abiejuose pjaunamosios šonuose. Transporto metu laikiklis priglaudžiamas prie pjaunamosios korpuso (4.49 pav., *b*).

a *b*

4.49 pav. Lazerio prietaiso 1 ir laikiklio 2 padėtis darbo (*a*) ir transporto metu (*b*)

Lazerio prietaisas yra prijungtas prie kombaino elektros tinklo. Atvykus į lauką prietaiso laikikliai pastatomi į vertikalią padėtį. Prietaisas nuleidžiamas į žemutinę padėtį. Nuimant rapsus pakeliamas į viršutinę padėtį. Kabinoje jungtukas pastatomas į padėtį *laukas*. Laukas apipjaunamas. Lauke atskiriamas pjaunamas javų baras. Privažiavus prie baro galo kompiuteryje suaktyvinamas kairiojo ar dešiniojo *Lazer* prietaiso veikimas. Pradėjus pjauti javus, vairas pasukamas į vidurinę padėtį ir daugiaveiksmėje svirtyje įjungiamas jungtukas 1 (4.50 pav., *a*). Kombainui važiuojant, Lazer prietaiso skleidžiamas spindulys (4.50 pav., *b*) apie 14 m atstumu nuo pjaunamosios atsispindi nuo javų varpų viršaus ir patenka į kitą *Lazer* optinį prietaisą. Jo spindulys seka lauko kraštą. Spindulių atspindžio laiko skirtumu paremtas kombaino automatinis vairavimas. Kombainas važiuoja tiesiai arba sklandžia kreive. Vairą staigiai pasukus, išjungiamas kombaino automatinis vairavimas. Jis vėl įjungiamas jungtuku 1.

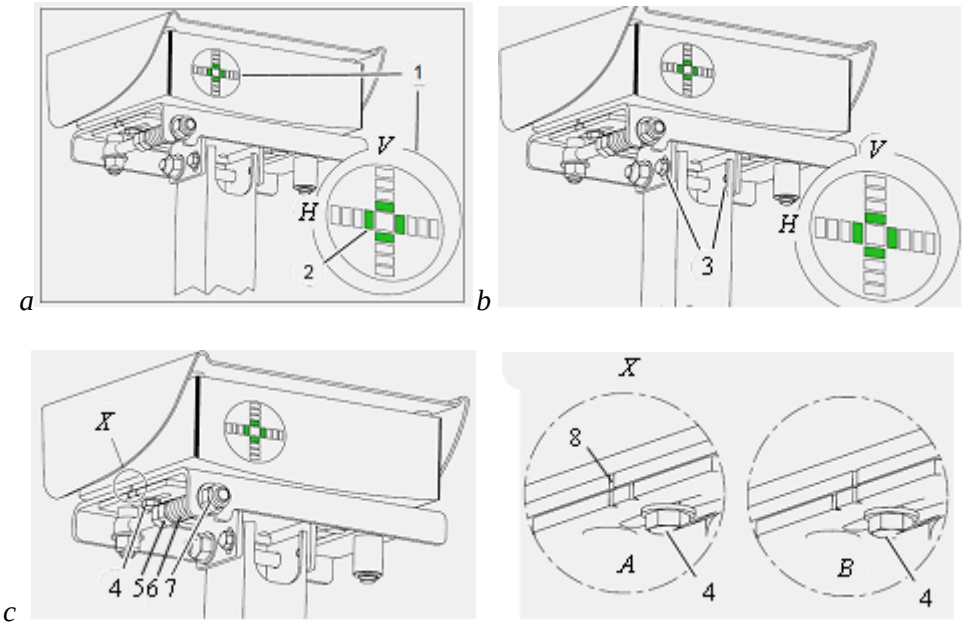


a *b*

4.50 pav. Kombaino automatinio valdymo įjungimo jungtukas 1 ir lazerio spindulių kryptis [13]

Jeigu kombainas dažnai nukrypsta nuo važiavimo tiesia linija, tikslinamas *Lazer* prietaiso nustatymas. Jis nustatytas teisingai, jeigu prietaiso kontrolinėje indikacijoje 1 (4.51 pav., *a*) vidiniai keturi diodai 2 šviečia žalia spalva.

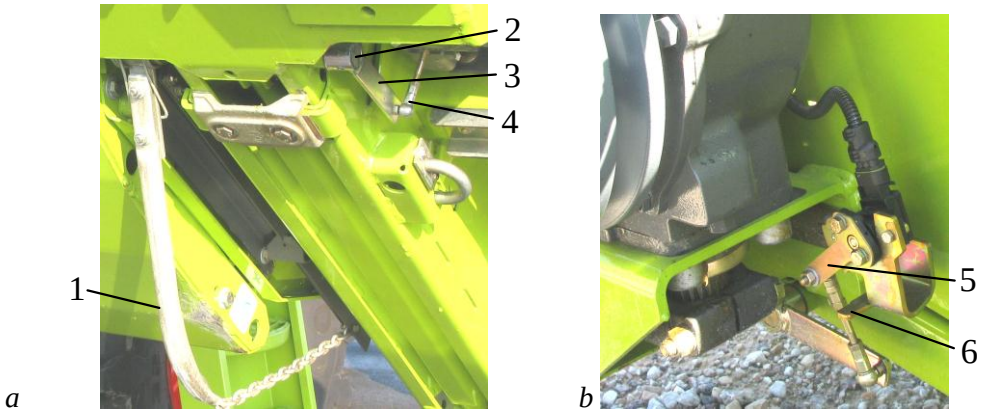
Kai vertikalioje (*V*) eilutėje šviečia ne vidiniai diodai, atlaisvinus varžtus 3 (4.51 pav., *b*) prietaisas kreipiamas aukštyn arba žemyn tol, kol pradeda šviesti tik vidiniai diodai. Priveržiami važtai 3. Jeigu horizontalioje (*H*) eilutėje šviečia ne vidiniai diodai, atlaisvinami prietaiso padėtį fiksuojantys varžtai 4, sukant veržlę 7 pasiekiama, kad sutaptų kairiojo prietaiso *A* ir dešiniojo prietaiso *B* žymos 8 (4.51 pav., *c*). Sukant veržlę 7 pasiekiama, kad horizontalioje eilutėje *H* šviestų tik vidiniai diodai. Priveržiamas varžtas 4. Sukant veržlę 5 įveržiama spyruoklė. Jos padėtį fiksuoja kontrveržlė. Galulaukėje posūkio metu arba važiuojant per išnykusį javų lopinį ar nuimant labai sugulusius javus, šviečia visi diodai. Tada kombainas valdomas rankiniu būdu.



4.51 pav. *Lazer* prietaisas [13]:
a – šviečia keturi vidiniai diodai – prietaisas nustatytas teisingai; *b* – vertikali (*V*) ir *c* – horizontali *(H)* šviečiančių diodų eilutė; *A* – kairiojo; *B* – dešiniojo prietaiso kontrolinės žymos 8; 1– kontrolinis indikatorius; 2 – vidiniai diodai; 3 ir 4 – prietaiso padėtį fiksuojantys varžtai; 5 ir 7 veržlės; 6 – spyruoklė; 8 – žymos

Kairysis rapsų skyriklis. Jį reikia papildomai užsakyti. Jo pavara ne hidraulinė, o elektrinė. Pjaunamosios kairėje pusėje pritvirtinus skyriklį, jo elektros variklis sujungiamas su pjaunamosios elektros linija ir kabinoje esančiu valdymo pulto jungtuku. Jeigu valdymo pulte nėra jungtuko, jį tenka įdėti. Pjaunamosios ir nuožulniojo transporterio reversinės pavaros jungtuko (geltona spalva) dešinėje pusėje yra aklė. Ji nuimama. Nuo jos atjungiamas kištukas. Jis sujungiamas su jungtuku įstatomu į atlaisvintą lizdą.

Pjovimo aukščio potenciometro nustatymas. Darbo metu abiejose pjaunamosios pusėse šliaužikliai 1 (4.52 pav., *a*) slenka dirvos paviršiumi ir kopijuoja jos nelygumus.



4.52 pav. Pjovimo aukščio keitimo sistema:
a – šliaužikliai; *b* – potenciometro svirtelė; 1 – šliaužikliai; 2 – velenai; 3 ir 5 – svirtelės; 4 – trauklės; 6 – atramos

Kai šliaužikliai artinami prie pjaunamosios dugno, sukami velenai 2 (4.52 pav., *a*), svirtelės 3 ir stumiamos trauklės 4 sujungtos su potenciometrų svirtelėmis 5 (4.52 pav., *b*). Potenciometrai perduoda signalą ir pjaunamoji pakeliama aukštyn. Šliaužikliams leidžiantis žemyn, pjaunamoji grąžinama į pradinę padėtį.

Potenciometro veikimą patikrina serviso specialistas. Pjaunamoji pakeliama aukštyn, kad nesiektų aikštelės paviršiaus. Tikrinama įtampa elektros grandinėje. Neteisingai nustačius, darbo metu pjaunamosios šliūžės dažnai lies dirvos paviršių.

Kontroliniai klausimai	*1. Javų kombainų pjaunamųjų klasifikacija.*
	2. Kada keičiamas pjaunamosios dugno plotis?
	3. Kurio rapsų skyriklio yra elektros pavara?
	4. Pjaunamosios dirvos nelygumų kopijavimo sistema ir jos veikimas.
	5. Stiebų kėliklių tvirtinimo seka.
	6. Nulūžusio sraigės piršto pakeitimo seka.
	7. Reversinės pavaros paskirtis ir veikimas.
	8. Dalgio pavaros reduktoriaus priežiūra.
	9. Nuožulniojo transporterio priežiūra.

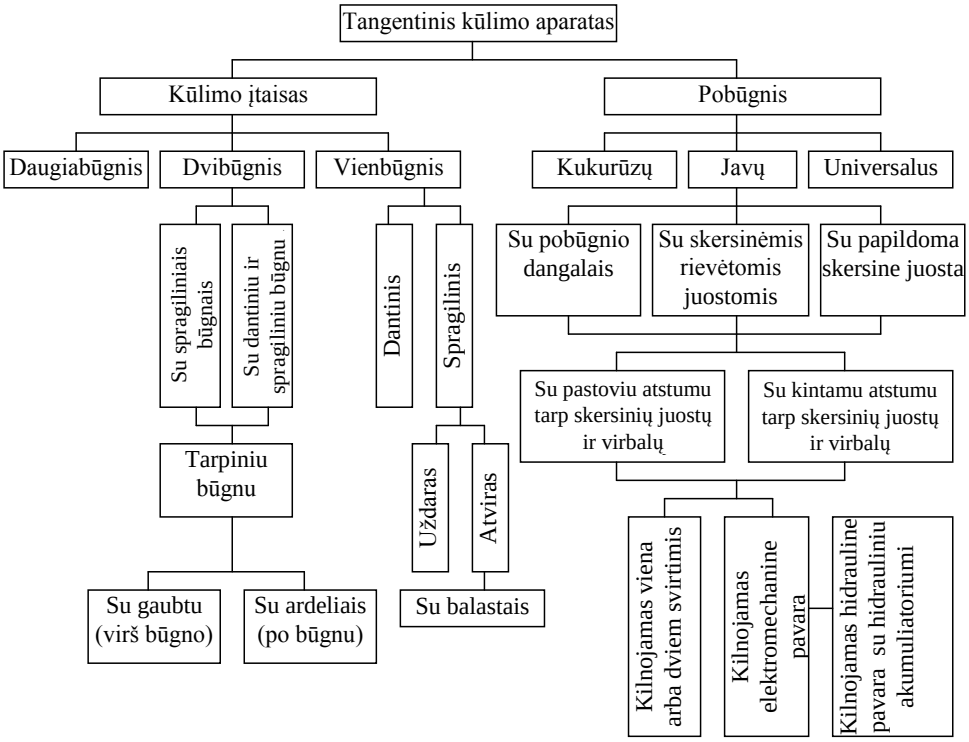
4.7. Kombainų kuliamoji

Ją sudaro kūlimo aparatas, šiaudų separatoriai, valytuvas, šiaudų smulkintuvas, grūdų bunkeris, sraigės, elevatoriai ir jų valdymo įtaisai.

4.7.1. Kombainų kūlimo aparatas

Paskirtis – iš varpų iškulti grūdus, juos praleisti pro pobūgnį, šiaudus nukreipti ant klavišinių kratiklių arba į tangentinį ar ašinį šiaudų separatorių.

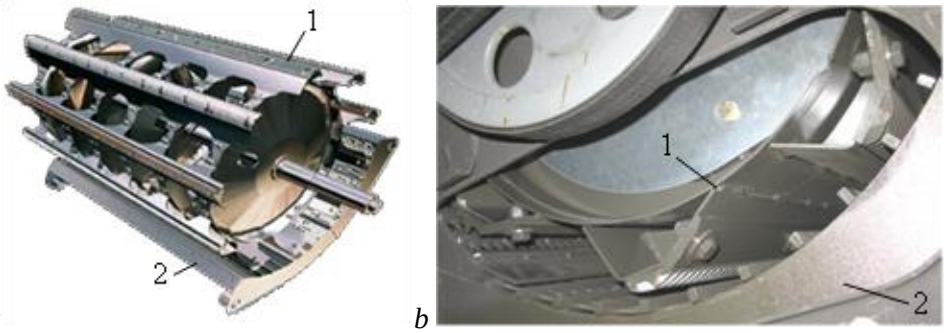
Klasifikacija. Kombainuose yra tangentiniai arba ašiniai kūlimo aparatai. Europoje dominuoja kombainai su tangentiniu kūlimo aparatu. Jį sudaro (4.53 pav.) būgnas ir pobūgnis. Keletas eksperimentinių kombainų buvo pagaminti su daugiabūgniu kūlimo aparatu. Jie buvo neuniversalūs, todėl jų gamyba sustabdyta. Rusijoje dar gaminami kombainai su dviem spragiliniais kūlimo būgnais. Ryžiams nuimti skirtame kombaine pirmasis būgnas yra dantinis.



4.53 pav. Kūlimo aparatų klasifikacija

Vakarų Europoje gaminamuose kombainuose vyrauja vienas tangentinis spragilinis kūlimo būgnas 1 (4.54 pav., *a*), kurį gaubia vienos sekcijos ardelinis pobūgnis 2.

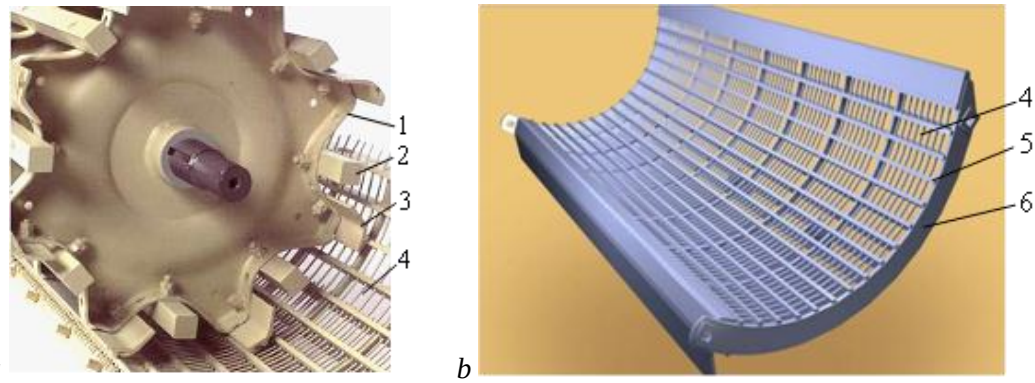
Būgnas – spragilinis, atviras (4.54 pav., *a*) arba uždaras (4.54 pav., *b*), tarpai tarp spragilų uždengti skardiniais dangalais. Uždaras būgnas universalus, nes jo nereikia pakeisti, nuimant kukurūzus grūdams. Be to, uždaro kūlimo būgno masė ir inercijos momentas didesnis, jo sukimosi dažnis pastovesnis.



4.54 pav. Vieno būgno atviras (*a*) ir uždaras (*b*) spragilinis kūlimo aparatas [13, 20]:
1 – būgnas; 2 – ardelinis pobūgnis

Būgno masei padidinti tarpuose tarp spragilų gali būti pritvirtinti balastiniai svoriai 2 (4.55 pav., *a*), kurie sudaro iki dviejų trečdalių būgno masės. Prie būgno diskų 1, kaiščiais sujungtų su būgno velenu, yra pritvirtinti rievėti spragilai 3. Gretimo spragilo rievės nukreiptos į priešingą pusę, kad kuliama masė tolygiau būtų paskleista visame pobūgnio plotyje. Spragilo rievės su būgno velenu sudaro apie 30º kampą. Atstumas tarp gretimų rievių 12,5 arba 14,3 mm. Nudilus spragilams ir rievių gyliui pasiekus 4 mm, spragilai pakeičiami naujais. Jeigu pašaliniai kliuviniai pažeidė spragilą, jis ir priešingoje pusėje esantis spragilas keičiami naujais. Jų masės turi būti vienodos būgno disbalansui išvengti.

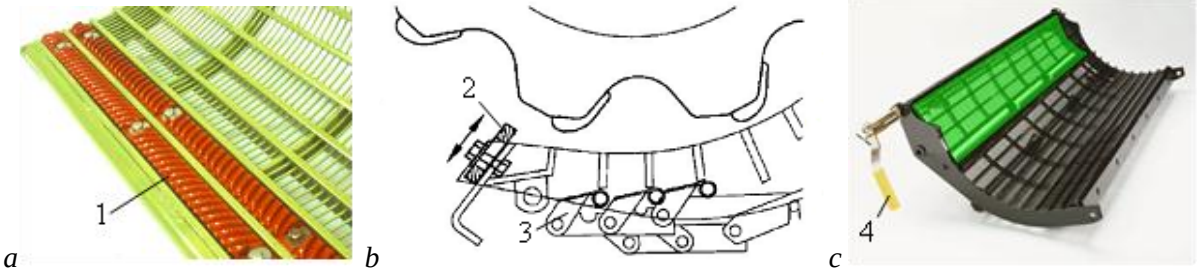
Tangentinio kūlimo būgno laidumas priklauso nuo spragilo ilgio, spragilų skaičiaus ir leistinosios spragilo ilgio metro apkrovos kg $(s\ m)^{-1}$, kuri susieta su variklio galia, kūlimo aparato konstrukcija ir technologiniais parametrais. Laidžiausias yra tas kūlimo būgnas, kurio bendras spragilų ilgis yra didžiausias. Tačiau laidumas yra glaudžiai susietas su pobūgnio paviršiumi slenkančios kuliamos masės tankiu ir jai tenkančiu spragilų impulsų skaičiumi.



4.55 pav. Tangentinis kūlimo aparatas su būgno balastiniais svoriais (*a*) ir ardelinis pobūgnis (*b*) [15]:
1 – būgno diskai; 2 – balastiniai svoriai; 3 – spragilai; 4 – pobūgnio išilginiai virbalai; 5 – pobūgnio skersinės juostos; 6 – išilginės standumo juostos

Pobūgnis (4.55 pav., *b*). Jis yra ardelinis, vienos sekcijos. Jį sudaro išilginės standumo juostos 6 sujungtos su skersinėmis juostomis 5. Jų yra nuo 12 iki 15 vnt. Pobūgnio pradžioje tarpai tarp skersinių juostų mažesni, nes čia intensyviausiai kuliami augalai. Pro pobūgnį prabyra nuo 80 iki 90 % varpose buvusių grūdų. Pro skersines juostas yra praverti išilginiai virbalai 4, kurie trukdo šiaudgaliams prabyrėti. Pobūgnio pradžioje tarpai tarp išilginių virbalų dvigubai mažesni, lyginant su likusia pobūgnio dalimi. Ištraukus kas antrą virbalą, galima kulti ir kukurūzų burbuoles. Kukurūzų burbuolių kūlimui yra skirti specialūs pobūgniai. Juose didesni tarpai tarp skersinių juostų ir išilginių virbalų. Jų skersmuo taip pat didesnis, lyginant su javams skirtu pobūgniu.

Pobūgnio laidumas priklauso nuo gaubimo kampo ir bendrojo separacijos ploto. Pobūgniai gaubia būgną nuo 110 iki 157º kampu. Juo didesnis gaubimo kampas, tuo labiau yra trupinami sausi šiaudai ir žalojami grūdai, kai mažas – dalis grūdų nespėja prabirti pro pobūgnį. Kombainuose būna ir dviejų sekcijų pobūgnis (4.56 pav., *c*).



4.56 pav. Pobūgnio pradžioje rievėtos juostos (*a*), stumdoma skersinė juosta (*b*) [13], dviejų sekcijų pobūg nis (*c*) [14]:
1 – rievėtos juostos; 2 – stumdoma skersinė juosta; 3 – pobūgnio dangalai; 4 – pobūgnio dalies valdymo svirtis

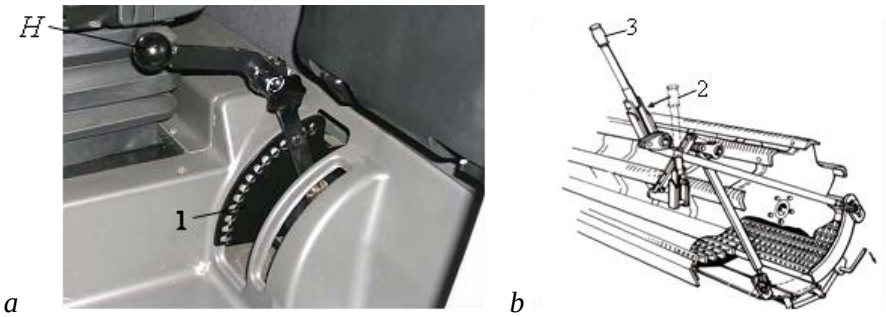
Nuimant sausus javus, svirtimi 4 antroji pobūgnio dalis atitolinama nuo būgno. Taip išvengiama šiaudų trupinimo, mažiau sužalojama grūdų. Kai javai labai drėgni, pobūgnio pradžioje tarp pirmų skersinių juostų tvirtinamos rievėtos juostos 1 (4.56 pav., *a*). Jų rievės nukreiptos į priešingas puses. Dar intensyviau kuliamos varpos, kai yra stumdoma pobūgnio pirmoji skersinė juosta 2 (4.56 pav., *b*) ar pagrindinio pobūgnio pradžioje tvirtinama papildoma skersinė juosta.

Nuimant miežius, kartais ir kvietrugius, į bunkerį byra grūdai su akuotais. Padidinus būgno sukimosi dažnį ir sumažinus tarpą tarp būgno ir pobūgnio grūdų su akuotais lieka mažiau, tačiau tada trupinami šiaudai ir žalojami grūdai. Pridengus dalį pobūgnio iš apačios dangalais 3 (4.56 pav., *b*), akuotai nulaužomi, nes būgno spragilai ilgesnį laiką trina grūdus, tačiau pro pobūgnį prabyra mažiau grūdų. Daugiau jų su šiaudais numetama ant klavišinių kratiklių arba tiekiama į skersinius ar į ašinius šiaudų separatorius. Grūdų nuostoliams išvengti tenka sumažinti kombaino važiavimo greitį.

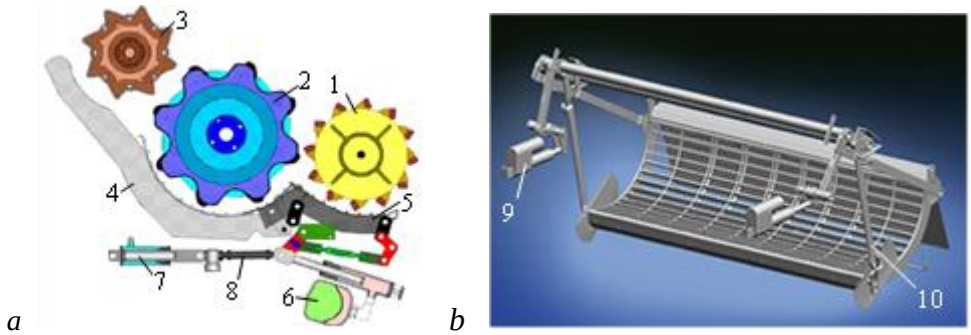
Pobūgnio dangalai yra dviejų sekcijų. Iš pradžių pridengiama tik priekinė pobūgnio dalis, paskui antroji dalis. Dangalai kilnojami kuliamosios šone esančia svirtimi arba nuėmus šoninį dangtį pasukus dangalų laikiklio velenėlį.

Mažo ir vidutinio laidumo kombainuose tarpas tarp būgno ir pobūgnio keičiamas kabinoje stumdant svirtį *H* (4.57 pav., *a*). Ji gali užimti 14 fiksuotų padėčių. Svirties fiksatoriui sutampant su laikiklio 1 trečia nuo viršaus skylute, abiejose kuliamosios pusėse tikrinamas tarpas tarp būgno ir pobūgnio. Tikrinimo vietas ir tarpo dydį nurodo kombaino gamintojas. Esant neatitikimui, keičiamas pobūgnį laikančių trauklių ilgis. Tiksliau kūlimo kokybė keičiama, kai pobūgnio pradžioje svirtimi 2 (4.57 pav., *b*), o gale svirtimi 3 keičiamas tarpas tarp būgno spragilų ir pobūgnio skersinių juostų. Arba svirtimi 2 kilnojamas visas pobūgnis, o svirtimi 3 tik jo galas.

Laidžių kombainų kūlimo aparato pobūgnį kilnoja iš kabinos valdoma hidraulinė (4.58 pav., *a*) ar elektromechaninė (4.58 pav., *b*) pavara. Kombainų su ašiniais šiaudų separatoriais pobūgnių 4 ir 5 (abu sujungti) valdymo sistema yra sujungta su vienu arba dviem (laidžiausiuose kombainuose) hidropneumatiniais amortizatoriais 6. Kai tarp pirmojo būgno ir pobūgnio patenka akmuo ar javų gniužulas, pobūgnis stumiamas tolyn nuo būgnų, hidropneumatiniame akumuliatoriuje 6 suspaudžiamos azoto dujos. Sumažėjus pobūgnio apkrovai, dujų akumuliuota energija grąžina pobūgnį į pradinę padėtį. Darbo metu pobūgnius stumdo iš kabinos valdomas hidraulinis cilindras 7. Priartinus pobūgnį prie būgno, abiejose jo pusėse tikrinamas tarpas tarp būgno 2 spragilo su gale esančia žyma (jis toliausiai yra nuo būgno veleno) ir pagrindinio pobūgnio 4 trečiosios skersinės juostos. Jis turi būti 7 ± 1 mm. Tarpas patikslinamas keičiant trauklių 8 ilgį ir reikiama kryptimi pastumiant pobūgnio galą.



4.57 pav. Pobūgnio kilnojimo svirtis *H* ir laikiklis 1 (*a*), pobūgnio priekio kilnojimo svirtis 2, o galo – svirtis 3 (*b*) [5]

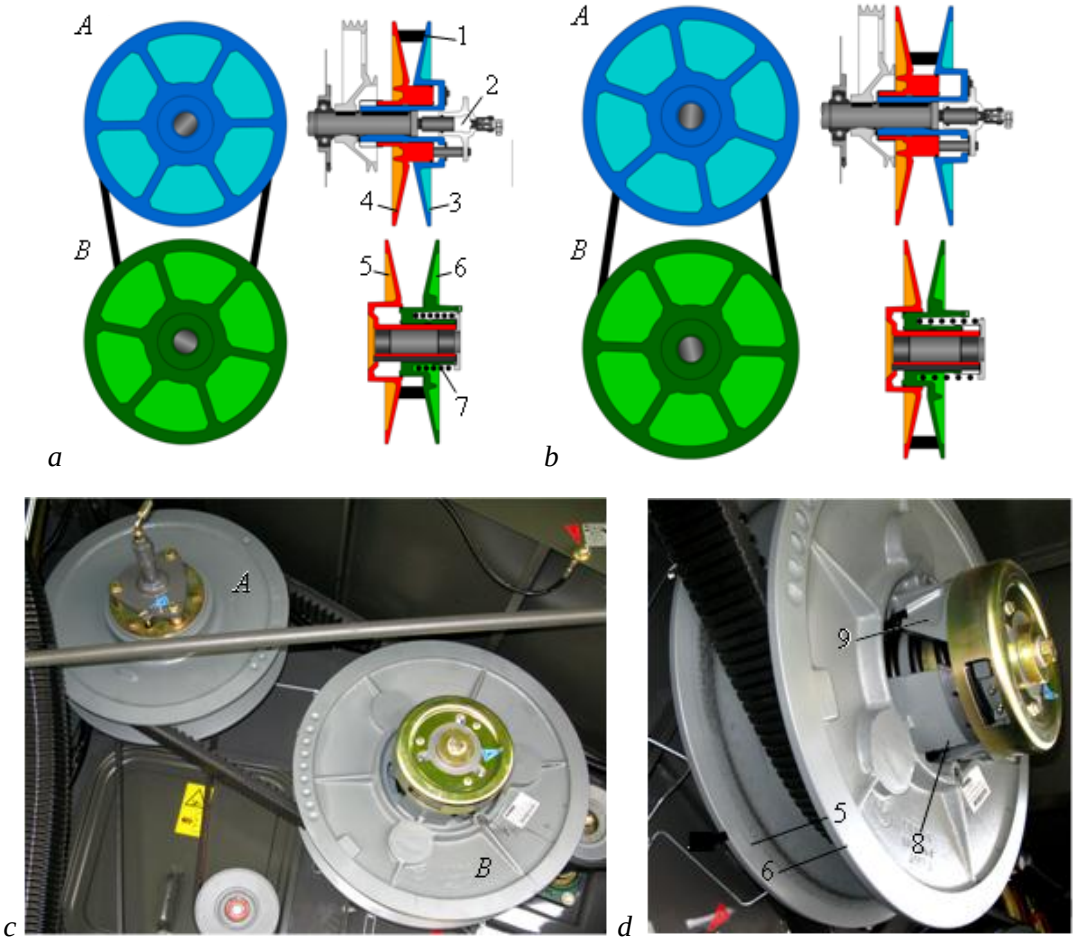


4.58 pav. Pobūgnio kilnojimo hidraulinė (*a*) ir elektromechaninė (*b*) pavara [13]:
1 – *APS* (accelerated pre separation) būgnas; 2 – pagrindinis kūlimo būgnas; 3 – atmušimo būgnas; 4 – pagrindinis pobūgnis; 5 – *APS* pobūgnis; 6 – hidropneumatinis amortizatorius; 7 – pobūgnių padėties valdymo hidraulinis cilindras; 8 – trauklės; 9 – elektromechaniniai įtaisai; 10 – pobūgnį laikančios keičiamo ilgio trauklės

Pobūgnio gale yra pirštiniai ardeliai, pro juos prabyra dalis iškultų grūdų, kai atmušimo būgnas šiaudus meta ant kratiklių.

Kūlimo būgno variatorius. Juo keičiamas kūlimo būgno sukimosi dažnis. Kiekvieno kombainų gamintojo būgno sukimosi dažnis keičiamas esant skirtingoms riboms, nes skiriasi kūlimo būgno skersmuo ir jo pavara. Dažniausiai būgno sukimosi dažnis keičiamas nuo 400 iki 950 min^{-1}. Nuimant ankštinius augalus, papildomas reduktorius būgno sukimosi dažnį dar sumažina.

Variatorių sudaro du skriemuliai, varantysis *A* ir varomasis *B* (4.59 pav., *a* ir *c*).



4.59 pav. Kūlimo būgno pavaros variatorius [13]:
A – varantysis skriemulys; *B* – varomasis skriemulys; 1 – pavaros diržas; 2 – hidraulinis cilindras; 3 ir 4 – varančiojo skriemulio diskai; 5 ir 6 – varomojo skriemulio diskai; 7 – spyruoklė; 8 ir 9 pusmovės

Sukant varantįjį skriemulį *A* ir tiekiant į hidraulinį cilindrą 2 alyvą, diskas 4 artinamas prie disko 3 ir tempiamas pavaros diržas 1. Varomajame skriemulyje *B* diską 6 prie disko 5 spaudžia spyruoklė 7. Tempiamas pavaros diržas 1, nugali spyruoklės 7 pasipriešinimą ir tolina diską 6 nuo disko 5. Skriemulio sukimosi dažnis didėja. Kai su nustatyta priešprieša leidžiama alyvai tekėti iš varančiojo skriemulio *A* hidraulinio cilindro 2 (4.59 pav. *b*), spyruoklė 7 artina varomojo skriemulio diską 6 prie disko 5. Varomojo skriemulio sukimosi dažnis mažėja. Bet kuriu momentu nutraukus alyvos tiekimą į hidraulinį cilindrą 1 arba sustabdžius iš jo išleidimą, varomojo skriemulio sukimosi dažnis nekinta.

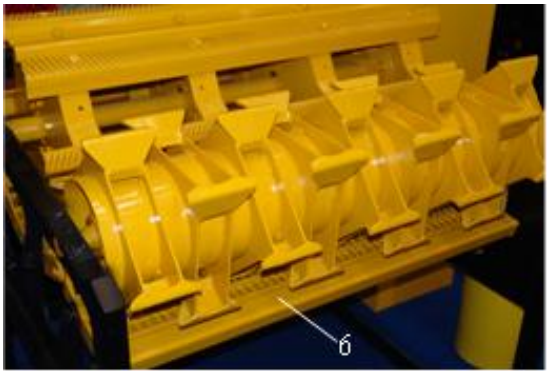
Varomojo skriemulio *B* abu diskus tarpusavyje jungia ir dantytos pusmovės 8 ir 9 (4.59 pav., *d*). Padidėjus apkrovai, slysdamas pavaros diržas suka varomojo skriemulio diską 6 su pusmove 8. Pusmovės 8 kumšteliai slysta nejudomos pusmovės 9 kumštelių paviršiumi. Diskas 6 artinamas prie disko 5 ir papildomai tempiamas pavaros diržas. Sumažėjus būgno apkrovai, diskas 6 su pusmove 8 grįžta į pradinę padėtį.

Šalinti variatoriaus veikimo sutrikimus, tuo labiau ardyti varomąjį diską gali tik serviso specialistas, turintis tam skirtus įrankius.

Claas Tukano, *Claas Lexion* kombainuose (4.60 pav., *a*) prieš pagrindinį kūlimo būgną yra tiekiamos masės greitintuvas (*APS*), panašus – kombainuose *Sampo Rosenlew* (4.60 pav., *b*). Jį sudaro kūlimo būgnas 1 su pobūgniu 5. Jo paskirtis – paskleisti nuožulniojo transporterio tiekiamą augalų srautą, padidinti jo slinkimo greitį ir iš varpų iškulti mažiausią ryšį su ja turinčius grūdus. Didinant masės slinkimo greitį, mažėja kuliamo augalų sluoksnio storis, todėl į pagrindinį kūlimo aparatą galima tiekti didesnį javų srautą. Būgno 1 sukimosi dažnis yra mažesnis už pagrindinio būgno 2 sukimosi dažnį. Keičiant pagrindinio būgno sukimosi dažnį kinta ir pirmojo būgno sukimosi

dažnis. Po pagrindiniu būgnu yra vienos sekcijos, o po *APS* vienos sekcijos trijų dalių ardelinis pobūgnis. Abu pobūgniai tarpusavyje sujungti. Trijų dalių pobūgnis yra keičiamas, kai kuliamos kukurūzų burbuolės.

a



b

4.60 pav. Dviejų būgnų kūlimo aparatai (*a* ir *b*):
1 – pirmasis kūlimo būgnas (*APS*); 2 – pagrindinis kūlimo būgnas; 3 – atmušimo būgnas; 4 – pagrindinis pobūgnis; 5 – trijų dalių pobūgnis; 6 – vienos sekcijos pobūgnis

Kūlimo aparato nustatymas. Kūlimo aparato pagrindiniai technologiniai parametrai, kaip būgno sukimosi dažnis ir tarpas tarp būgno spragilų bei pobūgnio skersinių juostų, yra susieti su tiekiamu augalų srautu ir jų biometriniais rodikliais. Be to, parametrams turi įtakos pagrindinio kūlimo aparato konstrukcijos ypatumai ir prieš jį esančio pirmojo kūlimo aparato veikimo rodikliai. Kūlimo aparato darbo vertinimo rodikliai: kūlimo grūdų nuostoliai, grūdų sužalojimas, grūdų separacija pro pobūgnį, šiaudų sutrupinimas ir galia būgnui sukti.

Augalus į kūlimo aparatą apie 3 m s^{-1} greičiu tiekia nuožulnusis transporteris. Sukamo kūlimo būgno spragilų greitis nuimant javus yra nuo 26 iki 32 m s^{-1}. Pobūgnio pradžioje dėl būgno spragilų impulsų poveikio intensyviai kuliamos varpos ir didinamas augalų slinkimo greitis pobūgnio paviršiumi. Varpoms tenka daugiau spragilų impulsų, kai pobūgnio pradžioje keičiamos padėties skersinė juosta ar tarp pirmųjų pobūgnio skersinių juostų yra pritvirtintos rievėtos juostos, stabdančios augalų slinkimą .

Drėgnoms varpoms iškulti nepakanka vien spragilų poveikio, nes jų stumiamam pobūgnio paviršiumi augalų sluoksniui tenka nuo 6 iki 14 spragilų impulsų. Augalų slinkimo greitį pobūgnio paviršiumi stabdo ir skersinės juostos, tarp kurių pobūgnio pradžioje yra mažesni tarpai, lyginant su antroje pobūgnio pusėje esančiais tarpais. Be to, augalų sluoksnio tankis ir jo slinkimo greitis pobūgnio paviršiumi priklauso nuo tarpo tarp būgno spragilų bei pobūgnio skersinių juostų skaičiaus. *New Holland* kombainuose tarpas tarp būgno spragilų ir pobūgnio skersinių juostų visame jo ilgyje yra vienodas. Kituose kombainuose pobūgnio pradžioje jis yra net iki trijų kartų didesnis negu gale, kad pobūgnio pradžioje spragilų poveikis varpoms būtų švelnesnis ir mažiau būtų sužalojama grūdų. Daugelyje kombainų pobūgnio pradžioje tarpas yra tik keliais milimetrais didesnis už esantį gale. Tarpų skirtumo mažinimas pobūgnio pradžioje ir gale yra susietas su kūlimo aparato laidumu.

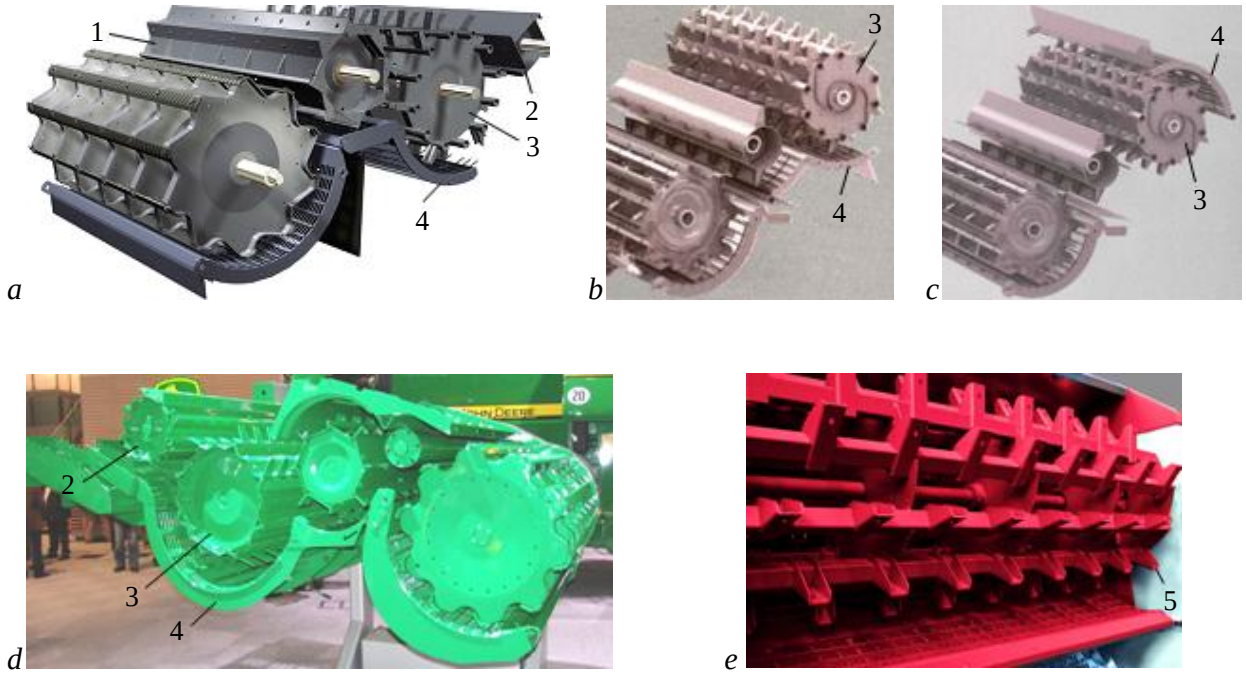
Nuo 80 iki 90 % iškultų iš varpų grūdų turi spėti prakristi pro pobūgnį. Kuo mažiau su grūdais prakris šiaudgalių, tuo bus mažesnė valytuvo viršutinio sieto apkrova, todėl pobūgnio pradžioje tarpai tarp išilginių virbalų yra mažesni, lyginant su esančiais antroje jo dalyje. Pobūgnio laidumas priklauso ir nuo jo gaubimo kampo, tačiau kuo didesnis gaubimo kampas, tuo labiau sutrupinami šiaudai. Tai svarbi šiaudų separacijos ir nuokulų valymo grūdų nuostolių priežastis.

Nuimant žieminius kviečius, kvietrugius, piktžolėtus vasarinius javus kūlimo būgno sukimosi dažnį galima didinti iki kombaino gamintojo rekomenduojamos viršutinės ribos, o tarpą tarp būgno spragilų ir pobūgnio skersinių juostų sumažinti. Kai javai vidutinio drėgnio, tarpą reikia keliais milimetrais padidinti. Nuimant sausus javus – būgno sukimosi dažnį reikia sumažinti iki žemutinės leistinos ribos, o tarpą tarp būgno ir pobūgnio dar apie 2 mm padidinti. Būgno sukimosi dažnio didinimas labai mažina kūlimo grūdų nuostolius, didina grūdų separaciją pro pobūgnį ir šiaudų sutrupinimą. Tarpo tarp būgno ir pobūgnio keitimas – daug švelnesnė priemonė kūlimo procesui keisti. Nuimant javus gamintojo rekomenduojamą tarpą tikslinga didinti arba mažinti apie 2 mm. Kai tarpas didelis, o tiekiamas augalų srautas nepakankamas, javai pobūgnio paviršiumi slenka netolygiu greičiu. Susidaro kamščiai. Kūlimo aparate girdimi bildesiai. Kūlimo aparato technologinių parametrų parinkimui ir jų keitimui dienos metu reikia skirti ypatingą dėmesį, nes nuo kūlimo aparato darbo rodiklių priklauso valytuvo, kratiklių ir ašinių rotorinių šiaudų separatorių veikimo rodikliai.

4.7.2. Šiaudų separatoriai

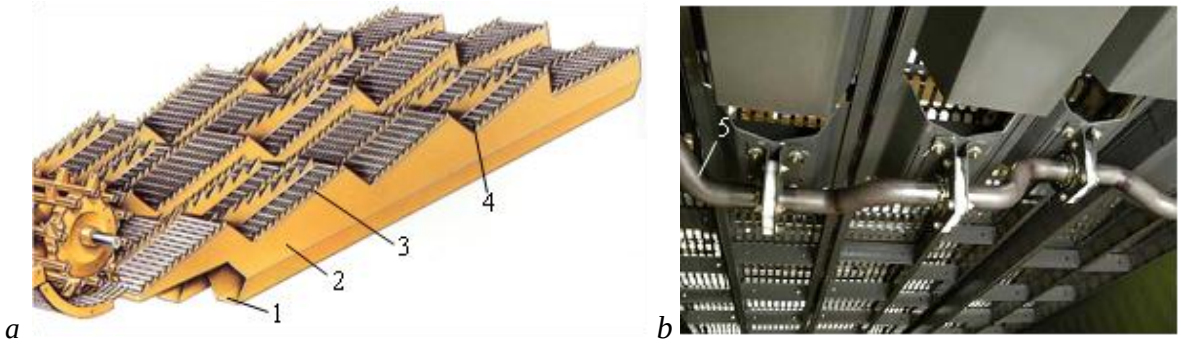
Rotoriniai tangentiniai šiaudų separatoriai. Jie yra už atmušimo būgno 1 (4.61 pav., *a*). Separatorius sudaro būgnas 3, prie jo pritvirtinti vamzdeliai arba skersinės juostos su mentelėmis 5 (4.61 pav., *c*). Po būgnu yra pobūg-

nis4 (4.61 pav., *a*), jis užima dvi padėtis. Nuimant javus jis svirtimi priartinamas prie būgno, o nuimant rapsus – atitolinamas. Pobūgnis 4 yra ardelinis, labai akytas (4.61 pav., *d*). Nuimant sausus javus kombainu *Laverda*, kad mažiau būtų sutrupinta šiaudų, pobūgnis 4 pasukamas prieš laikrodžio rodyklę. Tada jis yra virš būgno (4.61 pav., *c*). Už rotorinio šiaudų separatoriaus gali būti būgnas 2 (4.61 pav., *a* ir *d*), kuris šiaudus nukreipia ant klavišinių kratiklių pradžios.



4.61 pav. Tangentiniai kūlimo aparatai ir rotoriniai šiaudų separatoriai (*a*, *b*, *c*, *d* ir *e*) [14, 16, 19]:
1 – atmušimo būgnas; 2 – nukreipiamasis būgnas; 3 – separatoriaus būgnas; 4 – pobūgnis; 5 – mentelės

Šiaudų separatoriai – klavišiniai kratikliai. Šiaudus ant klavišinių kratiklių (4.62 pav., *a*) numeta atmušimo arba nukreipiamasis būgnas. Kombainuose, kurių kuliamosios plotis iki 1,3 m yra keturi klavišai, kai plotis nuo 1,3 iki 1,5 m – penki, o kai > 1,5 m – šeši ar net aštuoni klavišai (*Fendt*). Dabartiniuose kombainuose klavišiniai kratikliai yra dviejų alkūninių velenų 5 (4.62 pav., *b*), uždari (4.62 pav., *a*) arba atviri (4.62 pav., *b*).



4.62 pav. Uždari (*a*) ir atviri (*b*) klavišiniai kratikliai:
1 – klavišų dugnai; 2 – klavišai; 3 – dantytos juostos; 4 – dangalai; 5 – alkūniniai velenai

Po atvirais kratikliais, kurių tik klavišų galai yra uždari, yra švytuojanti laiptuota lenta (4.62 pav., *b*). Prakritusius pro klavišų dangalus grūdus ir šiaudgalius ji meta ant valytuvo trumpojo arba viršutiniojo sieto pradžios.

Klavišai. Jų paviršius yra laiptuotas. Klavišo paviršiuje būna 4; 5; 9 ir net daugiau laiptelių. Jie yra vienodo arba skirtingo aukščio. Grūdų separacija pro šiaudų sluoksnį yra aktyviausia tada, kai jie krenta nuo vieno laiptelio ant kito laiptelio dangalo. Klavišų laiptelius dengia labai akyti dangalai. Dažniausiai pirmųjų dangalų paviršius yra laiptuotas, nes jų didžiausias pasvirimas. Klavišų šonų viršutinės briaunos dantytos. Laidžiuose kombainuose klavišų šonuose yra juostos su labai aukštais dantimis. Jos stumia šiaudus pirmyn. Nuimant drėgnus, ilgašiaudžius javus,

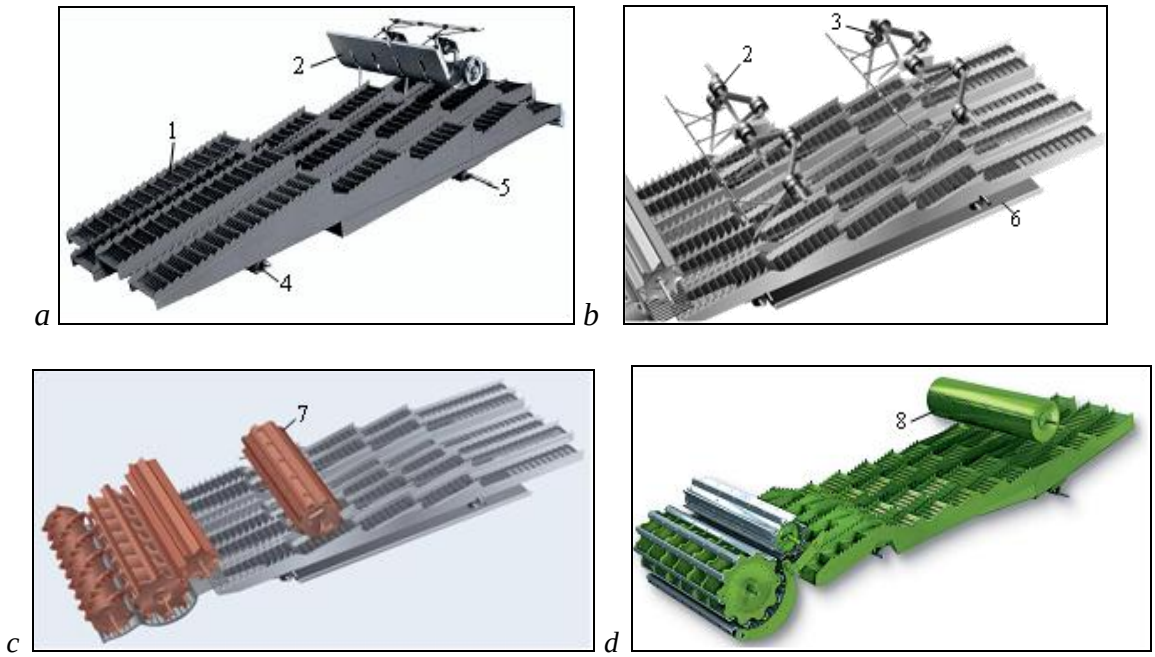
šiaudai lėtai slenka klavišų paviršiumi, tankėja jų sluoksnis, didėja šiaudų separacijos grūdų nuostoliai. Šiaudų slinkimo greičiui ir kratymui padidinti klavišų viduryje tvirtinamos dantytos juostos.

Alkūniniai velenai. Velenų alkūnių skaičius ir jų išdėstymas yra susietas su klavišų skaičiumi. Keturių klavišų kratiklių velenų gretimos alkūnės pasuktos viena kitos atžvilgiu kas 90º ar 180º, penkių klavišų – kas 120º, o aštuonių – kas 180º kampu. Gali būti ir kitoks alkūnių išdėstymas.

Klavišai yra pritvirtinti prie guolių korpusų, uždėtų ant alkūninių velenų. Mažo laidumo kombainuose galinio alkūninio veleno guoliai būna ir mediniai, impregnuoti, tepami. Velenų alkūnių spindulys 0,04; 0,05 ar 0,075 m. Alkūninių velenų sukimosi dažnis yra glaudžiai susijęs su alkūnių spinduliu. Kai alkūnių spindulys 0,05 m, racionalus keturių klavišų velenų sukimosi dažnis yra nuo 215 iki 225 min^{-1}, o kai 0,075 m – 150 min^{-1}. Klavišinių kratiklių veikimą įvertina kinematinio režimo koeficientas – tai inercijos ir sunkio jėgos santykis. Jo reikšmė priklauso nuo alkūninių velenų sukimosi dažnio ir jų spindulio. Keturių klavišų kratikliams racionali kinematinio režimo koeficiento reikšmė yra apie 2,58.

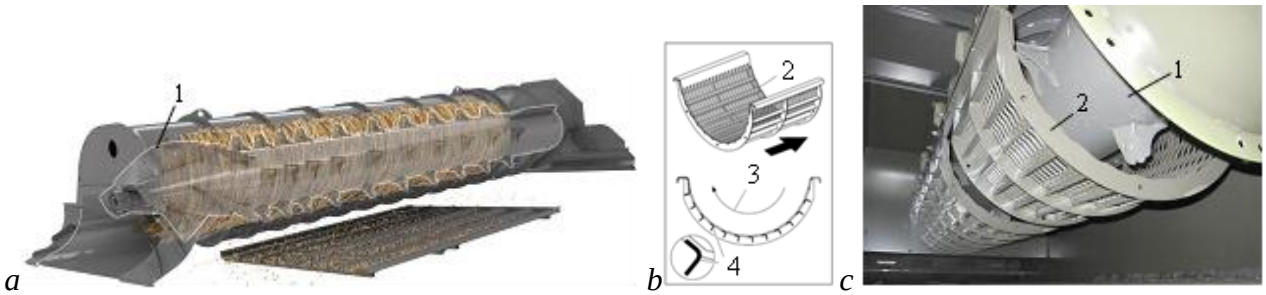
Šiaudų purentuvai. Mažo laidumo kombainuose yra vienas 2 (4.63 pav., *a*), o vidutinio laidumo – du šakiniai šiaudų purentuvai 2 ir 3 (4.63 pav., *b*). Laidžiuose – klavišų pradžioje 7 (4.63 pav., *c*) ar gale 8 (4.63 pav., *d*) yra būgninis-pirštinis šiaudų purentuvas. Sukamo būgno pirštai suardo klavišų paviršiumi slenkantį ir vis tankėjantį šiaudų sluoksnį. Pirštų padėtis keičiama kuliamosios šone esančia svirtele. Kai javai sausi, pirštai iš būgno gali būti išsikišę labiausiai. Tada jie intensyviausiai purena šiaudus. Jeigu javuose yra kibiojo lipiko arba vijoklinio pelėvirkščio, kad jie neapsivyniotų apie būgną, tik pirštų galai gali būti išlindę iš būgno arba jie sutampa su būgno paviršiumi. Periodiškai reikia nuvalyti apie būgną ar pirštus apsivyniojusius šiaudus. Kad atmušimo būgnas nenumestų šiaudų per toli ant klavišų, jų pradžioje prie kuliamosios gaubto yra pakabinta užlaida. Jos padėtį galima pakeisti.

Nuimant drėgnus, ilgašiaudžius javus, šiaudai lėčiau slenka klavišų paviršiumi, tankėja jų sluoksnis, didėja šiaudų separacijos grūdų nuostoliai, todėl užlaidą reikia pakelti aukštyn, o nuimant sausus javus – nuleisti žemyn. Jeigu to nepakanka, prie klavišų dangalų yra pritvirtinamos papildomos dantytos juostos. Periodiškai reikia valyti klavišų dangalus, jų galuose esančių jutiklių paviršių, tikrinti kratiklių pavaros diržo įtempimą.



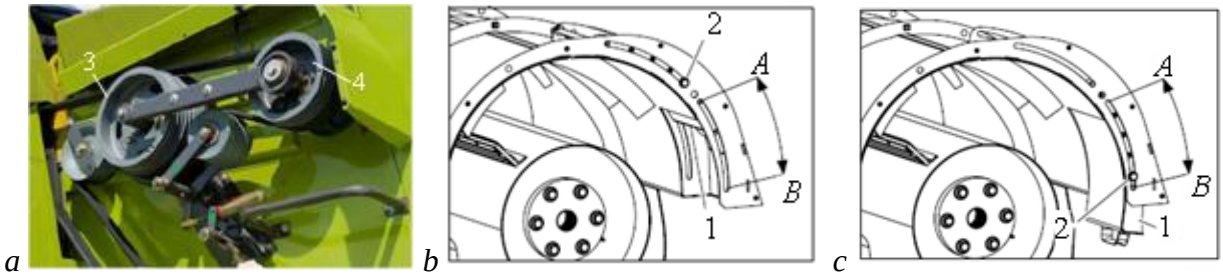
4.63 pav. Klavišinių kratiklių šiaudų purentuvai: vienas šakinis (*a*), du šakiniai (*b*), būgninis-pirštinis (*c* ir *d*) [13, 16]: 1 – klavišai; 2 ir 3 – šakinis šiaudų purentuvas; 4 ir 5 – alkūniniai velenai; 6 – švytuojanti laiptuota lenta; 7 ir 8 – būgninis-pirštinis šiaudų purentuvas

Rotoriniai ašiniai šiaudų separatoriai. Jie yra laidesni, lyginant su klavišiniais kratikliais. Vidutinio laidumo kombainuose (*Claas Tukano 480*) yra vienas (4.64 pav., *a*) rotorius. Jo ilgis 4,2 m, skersmuo 0,57 m. Jį gaubia penki gaubtai 2, kurie tvirtinami taip, kad lenkti virbalų 4 galai būtų nukreipti rotoriaus sukimosi 3 kryptimi (4.64 pav., *b*). Nuimant javus naudojami universalūs pobūgniai. Jie pakeičiami akytesniai, nuimant kukurūzus grūdams ir į bunkerį surenkant kukurūzų grūdų ir šerdgalių mišinį (*CCM*). Nuimant saulėgrąžas dalis pobūgnių pakeičiami aklinais dangalais.



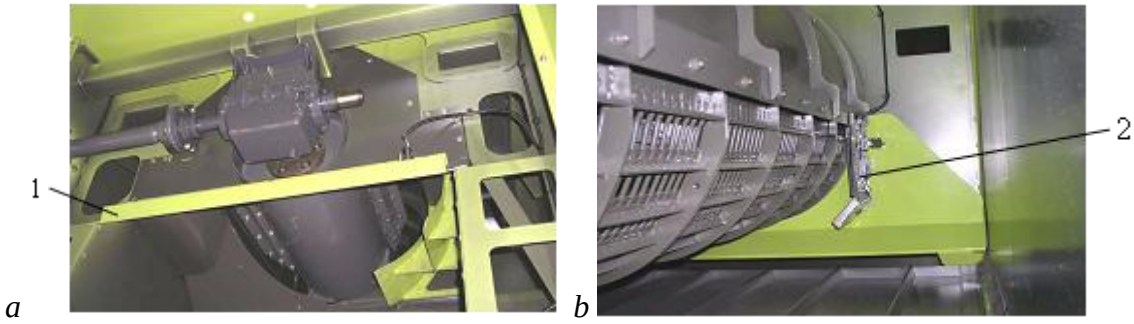
4.64 pav. Rotorinis ašinis šiaudų separatorius (*a*) ir jo gaubtai (*b* ir *c*) [13]:
1– rotorius; 2 – gaubtai; 3 – rotoriaus sukimosi kryptis; 4 – gaubto virbalai

Sukeičiant rotoriaus pavaros skriemulius 3 ir 4 (4.65 pav., *a*) vietomis, sukimosi dažnis padidėja nuo 422 iki 850 min^{-1}. Rotoriaus gale yra keičiamos padėties kreipiklis 1 (4.65 pav., *b*). Kai jis pastumtas aukštyn (*A* kryptimi), rotoriaus metami drėgni šiaudai tolygiau pasklinda visame smulkintuvo plotyje. Kreipiklis tvirtinamas varžtu 2. Nuimant sausus javus kreipiklis pastumiamas žemyn (4.65 pav., *c*).



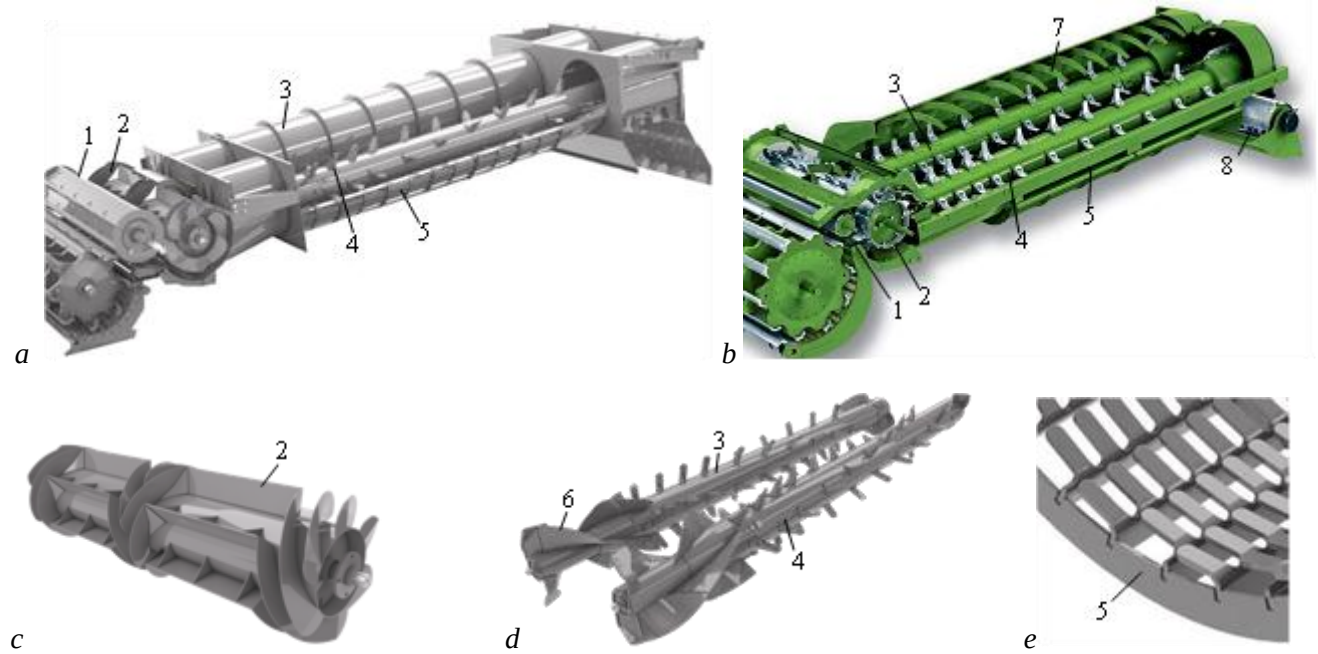
4.65 pav. Rotoriaus pavaroje sukeičiami vietomis skriemuliai (*a*) ir jo gale keičiamos padėties kreipikais [13]:
A ir *B* – kreipiklio padėtys; 1– kreipiklis; 2 – kreipiklio tvirtinimo varžtas; 3 ir 4 – sukeičiami vietomis skriemuliai

Už rotoriaus yra plokštelinis jutiklis 1 (4.66 pav., *a*). Jeigu šiaudai nekrenta į smulkintuvą, bet kaupiasi rotoriaus gale, jutiklio 1signalu kompiuteryje įjungiamas perspėjamasis signalas. Rotoriaus išorėje, kairiojo šono gale yra jutiklis 2 (4.66 pav., *b*), į kurį atsimuša pro rotoriaus gaubto ardelius prabirę grūdai. Kompiuterio ekrane matyti impulsų šviesos indikacijos stulpelio aukščio kitimas. Jutiklio reagavimo jautrumą galima keisti. Tai nėra tikslus šiaudų separacijos grūdų nuostolių kitimo nustatymas. Jutiklio paviršių periodiškai reikia nuvalyti.



4.66 pav. Jutikliai [8]:
a – plokštelinis rotoriaus gale 1; *b* – šiaudų separacijos grūdų nuostolių 2

Dviejų ašinių rotorių šiaudų separatorius. Kombaine *Fendt* atmušimo būgnas 1(4.67 pav., *a*) stumia šiaudų srautą skersiniam 0,5 m skersmens būgnui 2 (4.67 pav., *c*), kuris jį padalina į du srautus ir juos nustumia ašiniams 0,475 m skersmens ir 4,15 m ilgio rotoriams 3 ir 4 (4.67 pav., *d*).



4.67 pav. Kombaino *Fendt* (*a*) ir *John Deere* (*b*) dviejų ašinių rotorių šiaudų separatoriai ir jų dalys (*c, d* ir *e*):
1 – atmušimo būgnas; 2 – skirstomasis būgnas; 3 ir 4 – ašiniai rotoriai; 5 – pobūgniai; 6 – sraigtai; 7 – lanko formos juostos; 8 – skersinis būgnas [11]

Būgnų priekyje yra sraigtai 6. Jie išlygina šiaudų srautą. Būgnų paviršiuje keturiomis sraigtinėmis linijomis yra pritvirtinti 38 pirštai, jų gale juostos, kurios šiaudus nukreipia į smulkintuvą. Kiekvieną rotorių 150º kampu gaubia 5 pobūgniai (4.67 pav., *e*). Jų bendras separacijos plotas 3,54 m^2. Skersinio būgno sukimosi dažnis yra nuo 475 iki 950 min^{-1}, o ašinių rotorių – nuo 360 iki 1000 min^{-1}. Sukimosi dažnis keičiamas iš kabinos valdomu variatoriumi.

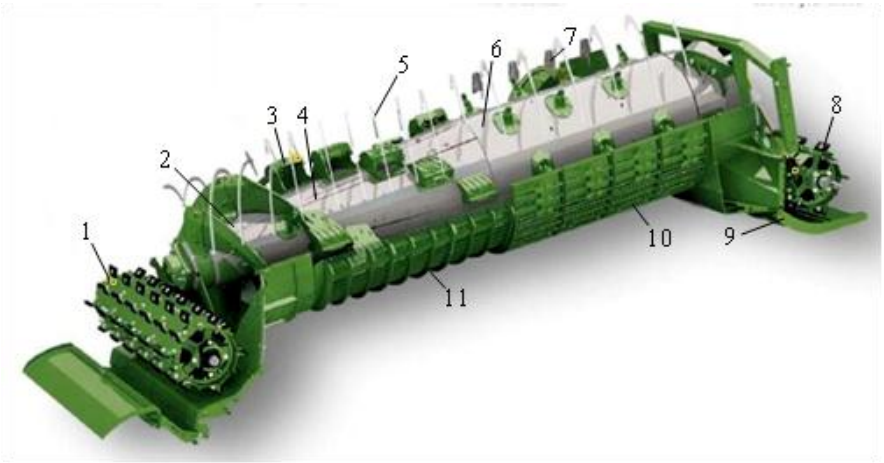
Kombaine *John Deere* atmušimo būgnas 1 (4.67 pav., *b*) nukreipia šiaudų srautą 0,418 m skersmens skirstomajam būgnui 2 su aštuoniomis dantytomis juostomis, Jis stumia šiaudus virš savęs dviems ašiniams 0,464 m skersmens ir 3,4 m ilgio rotoriams 3 ir 4. Jų paviršiuje keturiomis eilėmis pritvirtinti 28 dantys. Rotorių pradžioje dantų ilgis siekia 80 mm, likusių – 100 mm. Rotorius gaubia ekscentriniai gaubtai taip, kad virš rotoriaus dantų iki gaubto paviršiaus yra didesnis tarpas, lyginant su tarpu rotorių apačioje. Rotorių sukami šiaudai jų viršuje išdraikomi, o apačioje dar ir kuliami. Todėl galima palikti didesnį tarpą tarp pagrindinio kūlimo būgno spragilų ir pobūgnio skersinių juostų bei būgną sukti lėčiau ir sumažinti grūdų sužalojimą. Šiaudus išilgai rotorių stumia prie gaubtų paviršiaus pritvirtintos lanko formos juostos 7. Rotorių gale yra keturios išilginės juostos. Jos meta šiaudus skersiniam būgnui 8, kurios tolygiai tiekia smulkintuvui. Rotoriai sukami 740 min^{-1} dažniu. Nuimant kukurūzus grūdams sukimosi dažnis sumažinamas iki 570 min^{-1}. Šiaudų separatorius sudaro vieną bloką, kurį galima išimti iš kombaino ir patogiai pašalinti gedimą ar pakeisti sudilusias detales.

4.7.3. Ašiniai kūlimo-separavimo aparatai

Šiaurės Amerikoje gaminami kombainai [8] su vienu (*Case IH, John Deere, Fendt*) arba dviem (*New Holland*) ašiniais kūlimo-separavimo būgnais. Jų yra skirtinga augalų tiekimo ir kūlimo-separavimo aparato konstrukcija.

Naująjį kombaino *John Deere* kūlimo-separavimo aparatą sudaro trys dalys: tiekimo 2 (4.68 pav.), kūlimo 4 ir šiaudų separavimo 6. Bendras būgno ilgis 3,12 m.

Nuožulnusis transporteris javus stumia skersiniam būgnui 1, kurio paviršiuje yra dešimt dantytų juostų. Jis susiaurina tiekiamą javų srautą ir stumia kūlimo-separavimo būgno sraigtinei daliai 2. Trijų pradžių sraigtai tolygiai stumia javus kūlimo aparatui 4. Jį sudaro 0,76 m skersmens nupjauto kūgio formos būgnas su keičiamais spragiliukais 3 ir trys 1,1 m^2 ploto pobūgnių sekcijos 11. Prie būgno yra pritvirtinta 15 arba 24 spragiliukai 3. Nuimant skirtingus augalus keičiamos pobūgnio sekcijos: javams – pirmos dvi sekcijos tankios, o trečioji – akytesnė. Tarpas tarp būgno spragiliukų ir pobūgnio keičiamas iš kabinos elektromechanine pavara. Tarp būgno spragiliukų ir viršutinio gaubto yra didesnis tarpas negu sraigtinėje dalyje. Gaubtų viršutinėje dalyje yra pritvirtintos lanko formos kreipiamosios juostos 5, jos nukreipia šiaudus būgno ašinės linijos kryptimi. Jų padėtis taip pat keičiama iš kabinos elektromechanine pavara. Tarpe tarp būgno spragiliukų ir pobūgnių javų sluoksnis suspaudžiamas ir kuliamas, o būgno viršutinėje ertmėje išdraikomas, todėl grūdų separacija intensyvesnė.



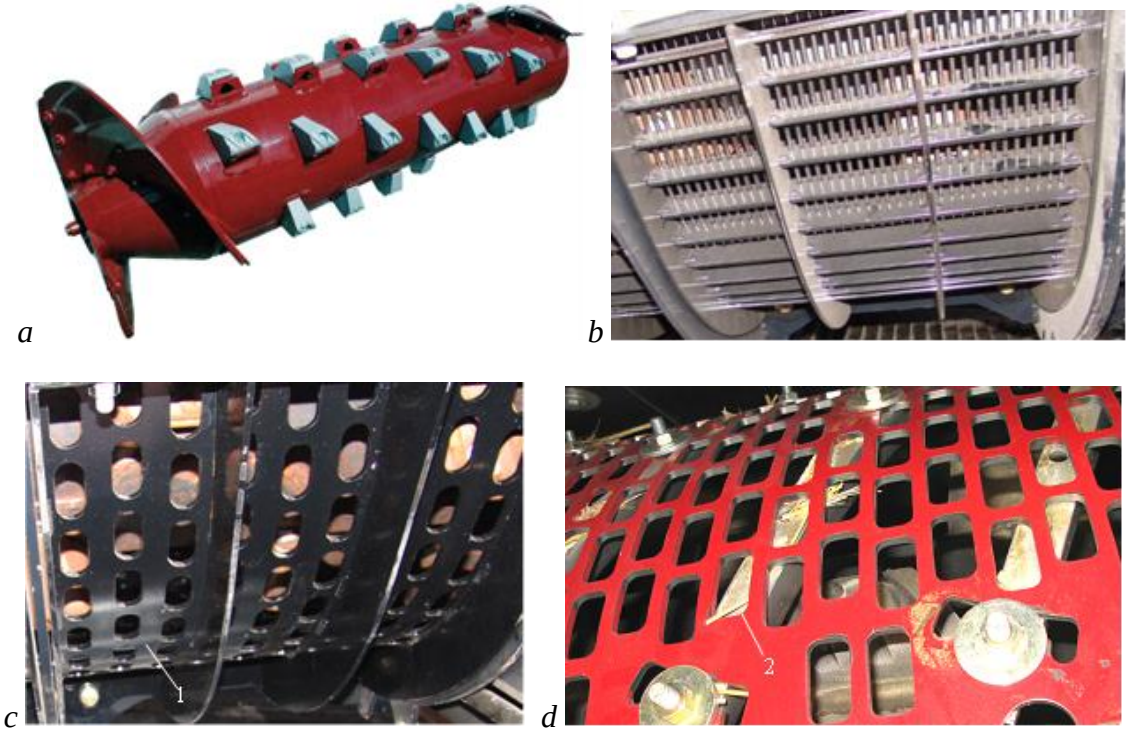
4.68 pav. Javų kūlimo-separavimo aparatas [16]:
1 – skersinis tiekimo būgnas; 2 – javų tiekimo sraigtinė dalis; 3 – spragiliukai; 4 – kūlimo būgnas; 5 – kreipiamosios juostos; 6 – separavimo dalis; 7 – dantys; 8 – nukreipiamasis būgnas; 9,10 ir 11 – pobūgniai [*UAB Dojus agro* informacija, 2011]

Iš kūlimo aparato javai nustumiami į separavimo dalį 6. Ją sudaro 0,834 m skersmens 1,2 m ilgio cilindras, jo paviršiuje šešiose eilėse pritvirtinti keičiami dantys 7. Apatinę būgno dalį gaubia keturios akytos 1,5 m^2 ploto pobūgnių sekcijos 10, o viršutinę dar ekscentriškesnis gaubtas. Šiaudai dar intensyviau purenami. Kūlimo-separavimo būgno gale yra 1,36 m pločio nukreipiamasis būgnas 8, po juo – prailgintas 0,36 m^2 ardelinis pobūgnis 9. Būgnas meta šiaudus į smulkintuvą. Nuokulos (grūdų, pelų ir šiaudgalių mišinys), prabirusios pro visus pobūgnius, patenka ant valytuvo pradžios.

Būgno sukimosi dažnis keičiamas variatoriumi ir sukeičiant pavaros skriemulius nuo 210 iki 550 ir nuo 380 iki 1000 min^{-1}.

Case IH kombainuose yra 0,762 m skersmens ir 2,623 m ilgio būgnas (4.69 pav., *a*). Jo priekyje yra sraigtai, už jų cilindro paviršiuje keturiomis sraigtinėmis linijomis išdėstyti siauri, bet aukšti spragiliukai. Cilindro gale yra kreipiamosios juostos.

Javų kūlimo dalyje būgną 156º kampu gaubia dviejų dalių, keturių sekcijų pobūgniai (4.69 pav., *b*). Toliau būgną 133º kampu gaubia dviejų dalių keturių sekcijų labai akyti gaubtai 1 (4.69 pav., *c*). Bendras separacijos plotas siekia 2,98 m^2. Kuliamus augalus išilgai būgno stumia jo priekyje esantis sraigtas, spragiliukai ir prie gaubtų pritvirtintos keičiamos padėties kreipiamosios juostos 2 (4.69 pav., *d*).



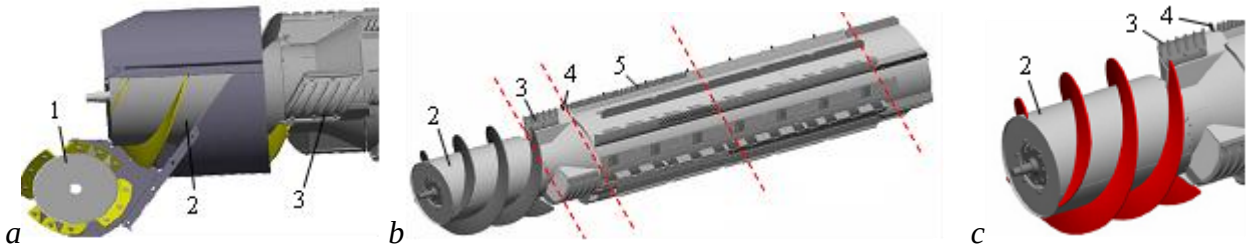
4.69 pav. Ašinis kūlimo-separavimo būgnas (*a*), pobūgniai (*b*), gaubtai 1 (*c*) ir kreipiamosios 2 (*d*) [12]

Varpų iškūlimas bei šiaudų sutrupinimas priklauso ne tik nuo būgno sukimosi dažnio ir tarpo tarp būgno spragiliukų bei pobūgnių, bet ir nuo šiaudų slinkimo greičio pobūgnių paviršiumi. Jis keičiamas rankomis stumdant būgno gaubtų 1 pailgose skylėse pritvirtintas kreipiamąsias 2 ir keičiant jų padėties kampą. Naujausiuose kombainuose kreipiamųjų padėtis valdoma iš kabinos. Kreipiamųjų padėtis keičiama nuimant drėgnus javus, rapsus, ankštinius augalus ir labai pasikeitus pjūties sąlygoms.

Tarpas tarp būgno spragiliukų ir pobūgnio skersinių juostų keičiamas, nuimant skirtingos rūšies bei veislės javus ar rapsus. Būgno sukimosi dažnis keičiamas ir dienos laikotarpyje, kintant pjūties sąlygoms, nes tai turi didesnę įtaką šiaudų sutrupinimui, lyginant su tangentiniu kūlimo aparatu. Kūlimo aparatas turi būti taip sureguliuotas, kad kuo mažiau būtų trupinami šiaudai, o varpose neliktų neiškultų grūdų.

Ašiniai kūlimo-separavimo aparatai yra jautresni kuliamų augalų drėgnio, piktžolėtumo ir tiekiamo javų srauto pokyčiams. Būgnui sukti reikia daugiau galios, lyginant su tangentiniu kūlimo aparatu. Tačiau nuimant javus palankiomis sąlygomis, kombainas su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu yra laidesnis, lyginant su kombainu su tangentiniu kūlimo aparatu ir klavišiniais kratikliais. Išskirtinė ašinio kūlimo-separavimo aparato savybė – jis kelis kartus mažiau sužaloja grūdų negu tangentinis kūlimo aparatas, todėl kombainus su ašiniu kūlimo-separavimo aparatu reikėtų naudoti sėkliniams pasėliams, miežiams alaus gamybai ir kukurūzams auginamiems grūdams, nuimti.

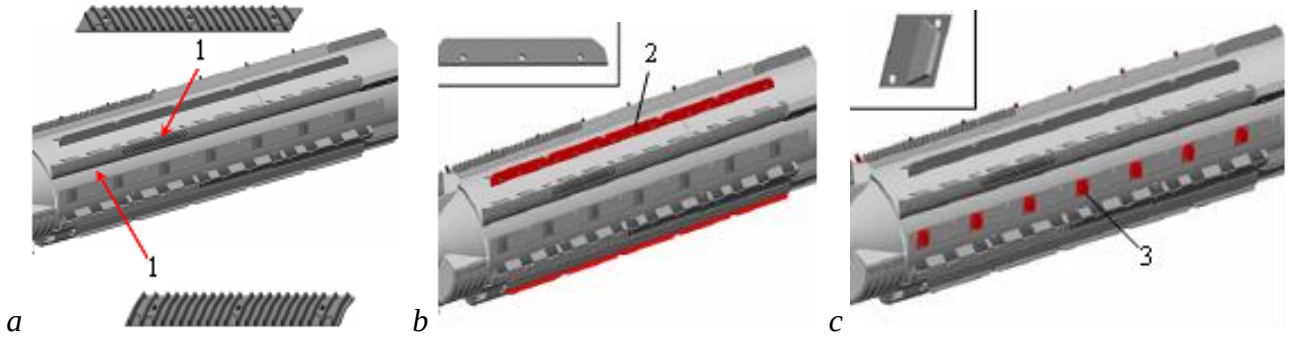
Fendt kombaino kūlimo aparatą sudaro 0,8 m skersmens, 3,56 m ilgio horizontalus ašinis kūlimo-separavimo būgnas (4.70 pav., *b*), kurį gaubia pobūgniai.



4.70 pav. Kūlimo-separavimo būgno dalys [15]:
1 – skersinis būgnas (*a*); 2 – būgno trijų pradžių sraigtas (*b*); 3 – pirmasis kūlimo būgnas (*b*); 4 – peiliai (*c*); 5 – pagrindinis kūlimo-separavimo būgnas (*b*)

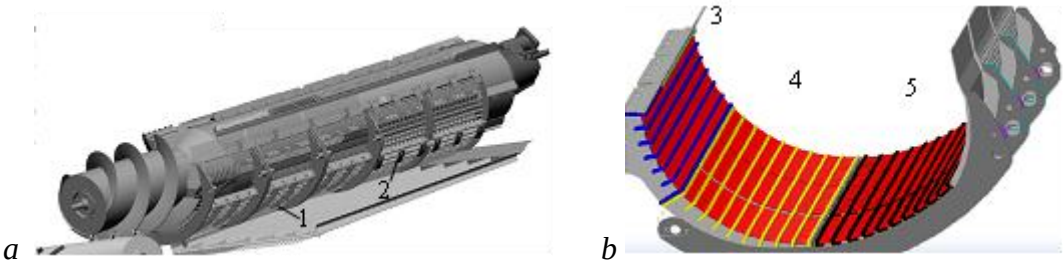
Būgno ilgyje yra penkios zonos. Būgno priekyje yra trijų pradžių sraigtas 2 (4.70 pav., *b* ir *c*), kuriam javus priverstinai stumia už nuožulniojo transporterio esantis skersinis būgnas 1 (4.70 pav., *a*), todėl būgno sraigtams tiekiamas nepertraukiamas javų srautas. Skersinio būgno paviršiuje yra kreipiamosios juostos, kurios susiaurina nuožulniojo transporterio tiekiamą 1,408 m pločio augalų juostą iki 0,8 m. Būgno trijų pradžių sraigtai tiekia tris javų srautus pirmajam kūlimo būgnui 3, dėl to yra vienodesnė jo apkrova. Už sraigtų 2 yra trys trumpi spragiliukai 3 (4.70 pav. *b*). Jie kulia ir stumia javus būgno ašies kryptimi. Iškulti grūdai prabyra pro pobūgnį, kuris būgno apatinę dalį gaubia 161º kampu. Už spragiliukų yra peiliai 4, jie trukdo javams vyniotis apie būgną. Už peilių prie būgno pritvirtintos šešios eilės spragilų. Trijose eilėse kas 120º kampu yra tik du rievėti spragilai 1 (4.71 pav., *a*). Priekyje esančių spragilų rievės nukreiptos į vieną pusę, o už jų esančių – į kitą. Spragilų tarpuose, kas 120º kampu, per visą būgno ilgį yra trys eilės spragilų. Spragilai turi iš varpų iškulti visus grūdus.

Trijuose tarpuose tarp pirmųjų spragilų, kas 120º kampu, yra pritvirtinti kampuočiai 2 (4.71 pav., *b*), kurie iš šiaudų separuoja grūdus. Kituose trijuose tarpuose, tarp pirmųjų spragilų, kas 120º kampu, prie būgno pritvirtintos trys eilės peilių 3 (4.71 pav., c). Kiekvienoje eilėje yra 7 peiliai, apsaugantys rotorių nuo apsivyniojimo šiaudais. Kiekvienoje eilėje galima pritvirtinti dar po 7 peilius. Būgno gale, kas 60º kampu, pritvirtintos šešios juostelės, kurios meta šiaudus į smulkintuvą.



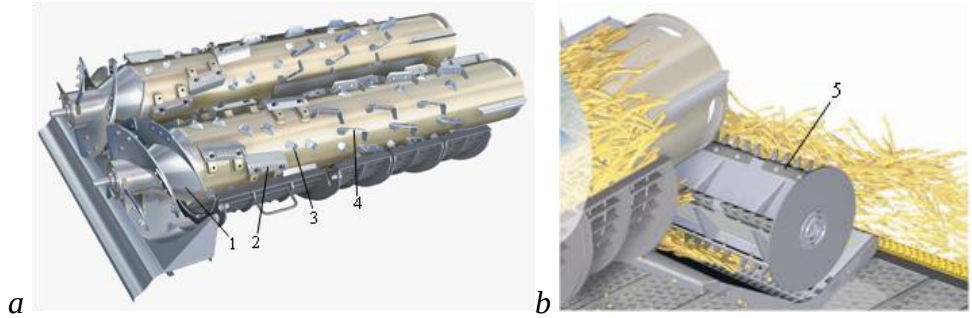
4.71 pav. Kūlimo spragilai 1 (*a*), šiaudų separavimo kampuočiai 2 (*b*) ir peiliai 3 (*c*) [15]

Būgną gaubia trys pobūgniai 1 ir du gaubtai 2 (4.72 pav., *a*). Trys pobūgniai, kurių kiekvienas sudarytas iš trijų dalių (4.72 pav., *b*), 161º kampu gaubia būgno priekinę dalį, kurioje kuliami javai. Jų plotas 1,75 m^2. Šiaudų separavimo gaubtai 204º kampu gaubia būgną, jų plotas 1,54 m^2. Atstumas tarp pobūgnio gretimų vielų 32 mm. Rotorių suka hidrostatinė pavara. Sukimosi dažnio keitimo ribos yra trys: 200–1040; 200–789 ir 200–400 min^{-1}.



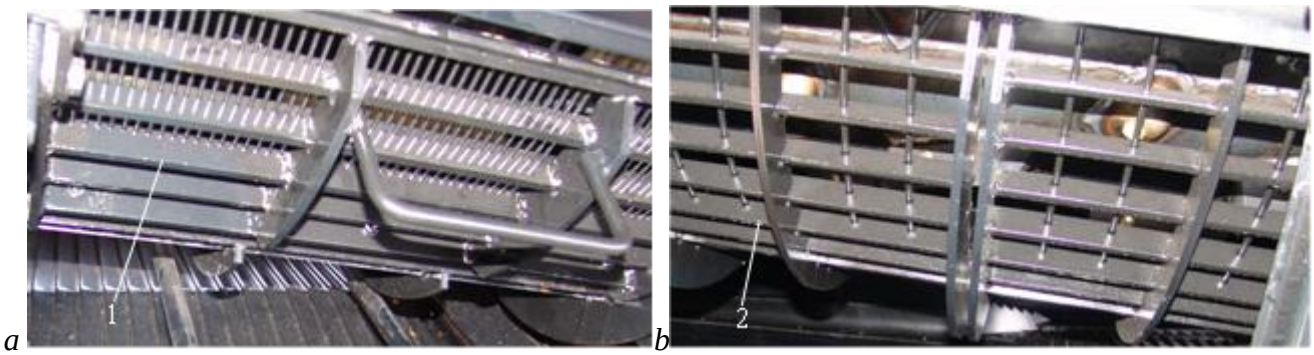
4.72 pav. Būgną gaubiantys pobūgniai 1 ir gaubtai 2 (*a*), kiekvieno pobūgnio dalys 3, 4 ir 5 (*b*) [15]

New Holland CR kombaino kūlimo separavimo aparatą sudaro du priešingomis kryptimis sukami būgnai. Jų priekinėje dalyje yra sraigtai 1 (4.73 pav.), kurie nuožulniojo transporterio stumiamą javų juostą padalina į dvi dalis. Kiekvienam ašiniam kūlimo būgnui yra tiekiamas dvigubai plonesnis javų sluoksnis negu vieno būgno ašiniam aparatui.



4.73 pav. Dviejų būgnų ašinis kūlimo-separavimo aparatas [14]:
1– sraigtai; 2 – spragiliukai; 3 ir 4 – kreipikliai; 5 – skersinis mentinis būgnas

Ant kiekvieno būgno sraigtinėmis linijomis išdėstyti trumpi, ašinės linijos atžvilgiu pakreipti spragiliukai 2 bei kreipikliai 3 ir 4. Šią būgno dalį 84º, o įdėjus tarpines dalis 121º kampu, gaubia tankūs pobūgniai 1 (4.74 pav., *a*). Spragiliukai bei kreipikliai stumia kuliamą masę pobūgnio paviršiumi, kulia ir trina varpas. Už kūlimo būgno tęsiasi separavimo būgnas, kurį 148° kampu gaubia labai akyti pobūgniai 2 (4.74 pav., *b*). Už kūlimo-separavimo aparato yra 0,4 m skersmens skersinis mentinis būgnas 5 (4.73 pav., *b*), kurį 54° kampu gaubia keičiamos padėties pobūgnis. Pro jį prabyra šiauduose likę grūdai. Mentinis būgnas meta šiaudus į smulkintuvą.



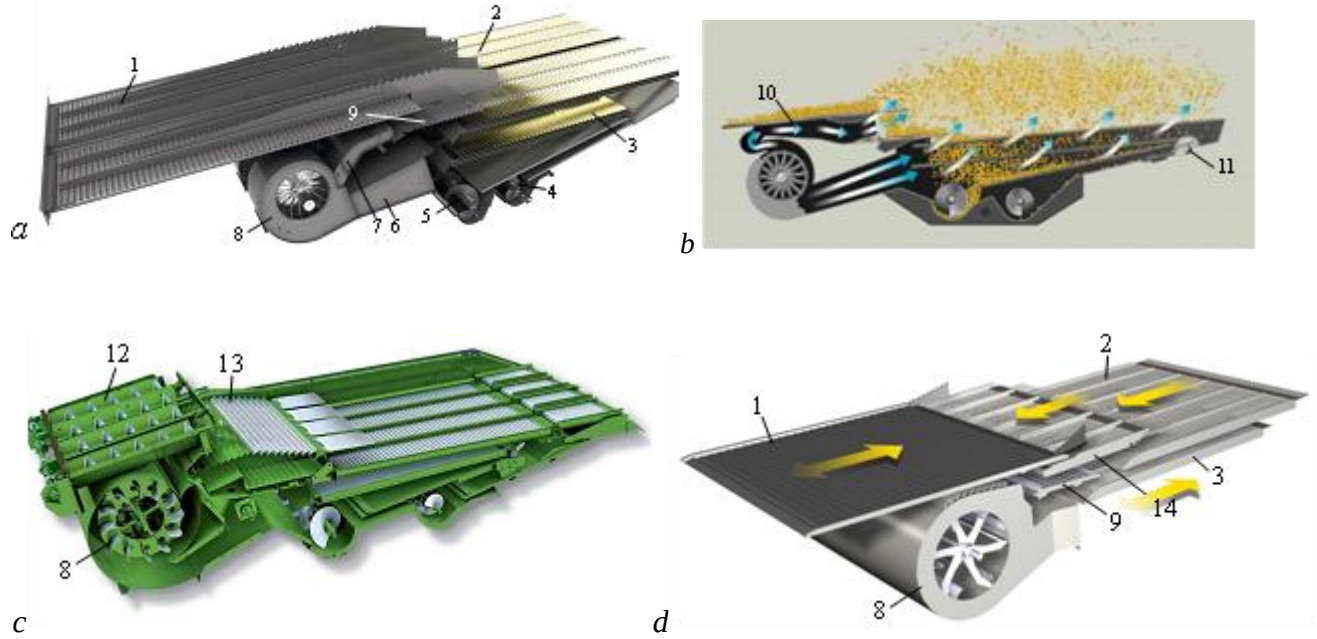
4.74 pav. Kūlimo 1 (*a*), separavimo 2 (*b)* pobūgniai [14]

Kūlimo-separavimo aparato veikimas reguliuojamas iš kabinos elektromechanine pavara keičiant būgno sukimosi dažnį bei tarpus tarp būgno ir pobūgnių. Nuimant stambiagrūdžius augalus galima pakeisti būgno spragiliukus, kreipiklius ir pobūgnius.

4.7.4. Kombainų valytuvas

Tai viena iš svarbiausių kombaino technologinio proceso dalių. Jis turi ištaisyti kūlimo aparato, kratiklių ar ašinių rotorinių šiaudų separatorių veikimo netikslumus. Mažo laidumo kombainuose yra klasikinis valytuvas su mentiniu ventiliatoriumi, vienu pagrindiniu ortakiu, rankiniu tarpų tarp sietų žvynų keitimu. Laidžiuose kombainuose yra valytuvai su dviem (4.75 pav., *a*) arba trimis sietais (4.75 pav., *d*), su kratomąja lenta 1(4.75 pav., *a*, *b* ir *d*) ar sraigėmis 12 (4.75 pav., *c*), su vienu ortakiu arba dviem 6 ir 7 (4.75 pav., *a*) ar su prailgintu ortakiu 10 (4.75 pav., *b*).

Valytuvą sudaro kratomoji lenta 1 (4.75 pav.), viršutinis sietas 2, apatinis sietas 3, varpų sraigė 4, grūdų sraigė 5, pagrindinis ortakis 6, kaskados ortakis 7 ar prailgintas ortakis 9, ventiliatorius 8 ir grąžinamų perkūlimui nuokulų jutiklis 11.



4.75 pav. Valytuvai:
1 – kratomoji lenta; 2 – viršutinis sietas; 3 – apatinis sietas; 4 – varpų sraigė; 5 – grūdų sraigė; 6 – pagrindinis ortakis; 7 – kaskados ortakis; 8 – sekciniai ventiliatoriai; 9 ir 14 – trumpoji kratomoji lenta; 10 – prailgintas ortakis; 11– jutiklis; 12 – sraigės; 13 – nuožulnusis sietas; 14 – trumpasis sietas [10]

Kai nesuderintas ventiliatoriaus 8 sukimosi dažnis su tarpais tarp sieto žvynų, dalis grūdų su pelais nupučiami nuo viršutinio sieto 2. Kai apatinis sietas perdaug pridarytas, nuo jo dalis grūdų patenka į varpų sraigę 4 ir grąžinami perkūlimui. Kai yra per dideli tarpai tarp abiejų sietų žvynų ir per mažas ventiliatoriaus sukimosi dažnis, bunkeryje grūduose būna daug priemaišų.

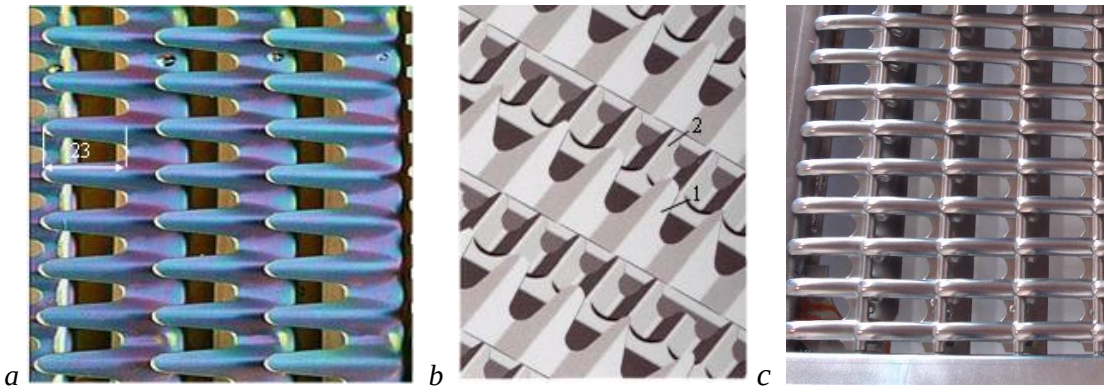
Kratomoji lenta arba sraigės. Kratomoji lenta 1 (4.75 pav., *a ir d*) yra dviejų ar daugiau sekcijų. Jų paviršius laiptuotas, kad pro pobūgnius prabirusias nuokulas stumtų link viršutinio sieto. Kratomoji lenta yra pirminis nuokulų separatorius. Ji sudaryta iš dviejų ar daugiau sekcijų, kad javapjūtės metu ir po jos jas galima būtų išimti ir nuvalyti jų paviršių. Kratomoji lenta yra skardinė arba plastikinė. Kombainuose su ašiniu kūlimo-separavimo būgnų kratomoji lenta yra šlaitinio stogo formos, kad pro pobūgnius prabirusios nuokulos pasiskleistų visame kratomosios lentos paviršiuje. Kratomosios lentos gale yra pirštiniai ardeliai. Periodiškai reikia pašalinti tarp jų užstrigusius šiaudgalius.

Pro pirštinius ardelius ir nuo jų krentančios nuokulos patenka į papildomu ortakiu 7 (4.75 pav., *a*) pučiamą oro srautą, kurio greitį ir kryptį galima keisti. Dar laidesnis valytuvas, kurio ortakis 10 (4.75 pav., *b*) yra ilgesnis, ne tiesus ir kintamo skerspjūvio. Jo pradžioje oro srautas suspaudžiamas, išlyginamas, o gale jam leidžiama išsiplėsti. Oro srautas patenka į 150 mm aukščio tarpą tarp kratomosios lentos galo ir trumposios kratomosios lentos 9. Oro srautas pakelia aukštyn nuokulų skrajas priemaišas ir šiaudgalius, juos išdraiko ir neša virš viršutinio sieto. Grūdai byra ant viršutinio sieto ir pro jį. Ortakyje yra sklendė, kuria galima keisti oro srauto greitį. Viršutinio sieto gale yra grūdų nuostolių jutikliai, kuriuos periodiškai reikia švelniai nuvalyti. Grūdai nuo jutiklių paviršių grąžinami į varpų sraigę.

John Deere kombainuose vietoj kratomosios lentos yra sraigės 12 (4.75 pav., *c*). Jos maišo, stumia ir meta nuokulas ant nuožulnaus sieto 13, po kurio yra trumpoji kratomoji lenta 9. Ji grūdus ir smulkias priemaišas meta ant viršutinio sieto 2 pradžios. Į tarpą tarp nuožulnaus sieto ir trumposios kratomosios lentos ventiliatorius pučia oro srautą, jis skrajas priemaišas nupučia net už viršutiniojo sieto.

Trumpasis sietas 14 (4.75 pav., *d*). Jis yra trijų sietų valytuve už kratomosios lentos, paskirtis – sumažinti viršutinio sieto pradžios apkrovą. Jeigu trumpojo sieto galas yra pakeltas aukštyn, tarp jo žvynų paliekami dvigubai mažesni tarpai negu tarp viršutiniojo sieto žvynų. Nustačius didesnius tarpus į bunkerį pateks daugiau priemaišų.

Viršutinis sietas. Nuimant javus viršutinis sietas yra ilgažvynis (4.76 pav., *a*). Tarp žvyno galo ir plokštelės yra 23 mm atstumas, labai laidžiuose sietuose – 30 mm, o sietuose kukurūzų grūdams nuimti – 38 mm. Pro viršutinį sietą prabyra varpagaliai, šiaudgaliai, grūdai ir dalis skrajų priemaišų, o nuo jo nupučiami ilgesni šiaudgaliai ir pelai. Todėl labai svarbu suderinti tarpus tarp sieto žvynų su ventiliatoriaus pučiamu oro srautu. Sietas yra laidesnis, kai virš jo sudaromas bangos formos oro srautas. Tai pasiekiama, kai sieto viena plokštelė yra ilgažvynė 1 (4.76 pav., *b*), o kita – trumpažvynė 2 [6]. Pro trumpažvynės plokštelės mažesnius tarpus praeinančio oro greitis didesnis, todėl jis labiau iškedena nuokulas. Pro ilgažvynės plokštelės didesnius tarpus praeinantis oro greitis yra mažesnis, bet grūdams prabirti sąlygos geresnės. Nuimant labai derlingus trumpašiaudžius javus ir kukurūzus grūdams viršutinis sietas pakeičiamas ilgažvyniu, kurių žvynų ilgis 38 mm (4.76 pav., *c*), arba plokšteliniu. Atskirais atvejais viršutinis sietas gali būti pakeistas tarkiniu arba laiptuotu sietu su apvaliomis skylutėmis.

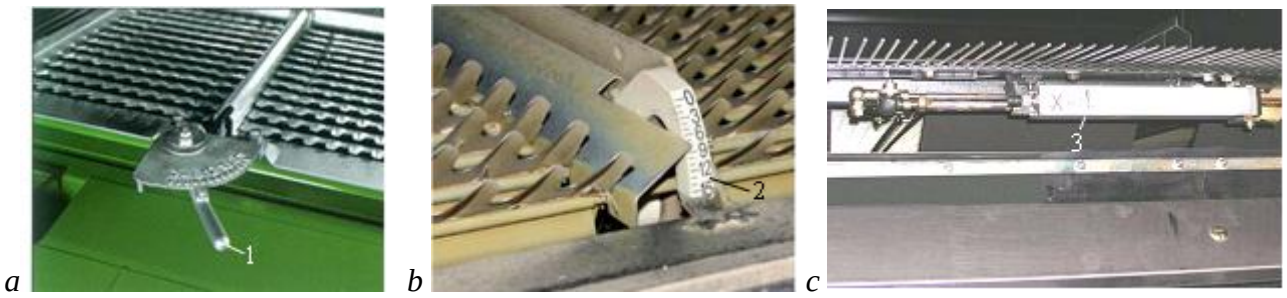


4.76 pav. Viršutinis sietas ilgažvynis (*a*), su kintamo ilgio žvynais (*b*), ir labai akytas ilgažvynis (*c*):
1 – ilgažvynė plokštelė; 2 – trumpažvynė plokštelė

Viršutinio sieto gale yra ilgintuvas, pro jį turi prakristi nevisiškai iškultos varpos. Jos patenka į varpų sraigę, o iš jos į varpų kultuvę. Tarp viršutinio sieto ir ilgintuvo žvynų tarpai yra vienodi arba ilgintuve didesni. Tarpus tarp ilgintuvo žvynų galima keisti atskirai. Jie yra paliekami tokie pat kaip ir viršutiniame siete arba apie 2 mm didesni.

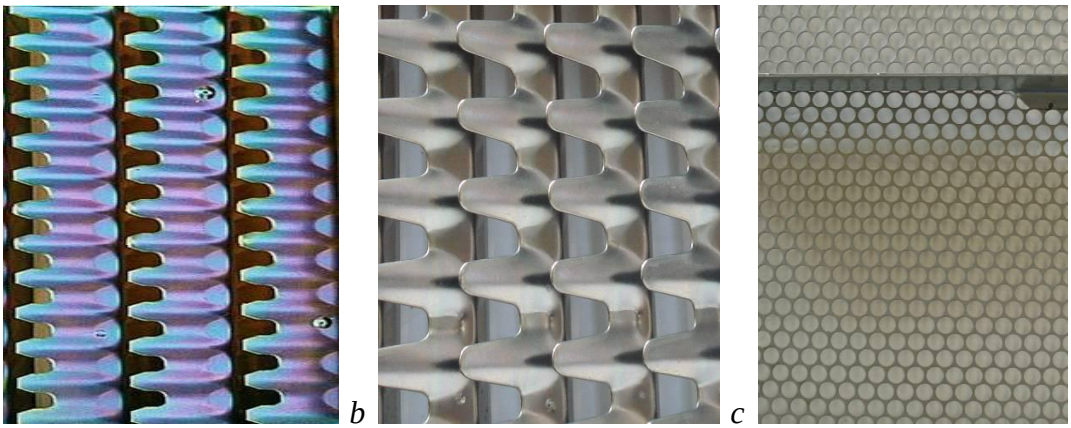
Nuimant javus mažo laidumo kombainuose tarp viršutinio sieto žvynų nustatomi 10–12 mm tarpai, laidžiuose – kai javai sausi, padidinama iki 15 ir net iki 17 mm. Tačiau tada reikia didinti ventiliatoriaus sukimosi dažnį ir tikrinti, ar su pelais nuo sieto nenupučiami ir grūdai. Nuimant smulkiasėklius augalus (rapsus, sėklažoles) sumažinami tarpai tarp viršutinio sieto žvynų iki 5–8 mm. Mažinamas ir ventiliatoriaus sukimosi dažnis. Kukurūzų, pupų, žirnių grūdai yra stambūs, todėl tenka pakeisti viršutinį sietą arba padidinti jame tarpus tarp žvynų iki 15–18 mm (atsižvelgti į kombaino gamintojo rekomendaciją). Daugelyje kombainų viršutinio sieto galą galima pakelti aukštyn ir taip sumažinti valymo grūdų nuostolius.

Tarpai tarp viršutinio sieto keičiami mechanine pavara stumdant svirtelę 1 (4.77 pav., *a*). Orientacinį tarpo dydį rodo skalės 2 (4.77 pav., *b*) skaičiai. Patogiau tarpus tarp viršutinio sieto žvynų keisti elektromechanine pavara 3 iš kabinos (4.77 pav., *c*) ar kuliamosios šone esančiais jungtukais. Tarpai tarp sieto ilgintuvo keičiami stumdant atskirą valdymo svirtelę. Tiksliausiai tarpai tarp sieto žvynų išmatuojami specialiu matuokliu. Prieš kiekvieną javapjūtę reikia patikrinti sietų valdymo mechanizmo veikimą ir suderinti išmatuotus tarpus tarp sieto žvynų su kompiuterio rodmenimis.



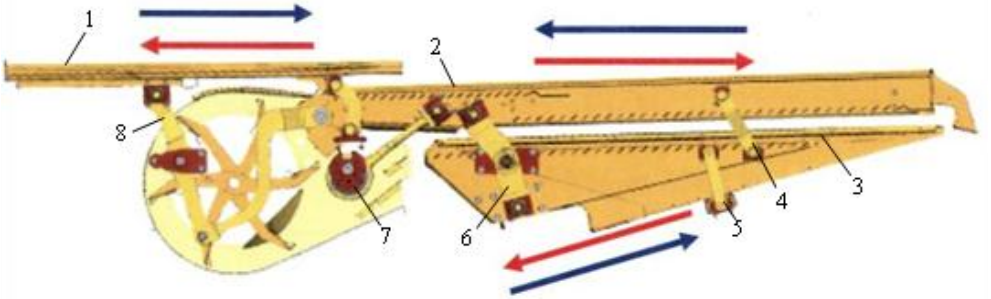
4.77 pav. Tarpų tarp viršutinio sieto žvynų keitimo svirtelė 1 (*a*), skalė 2 (*b*) ir elektromechaninė pavara 3 (*c*)

Apatinis sietas. Jis yra trumpažvynis (4.78 pav., *a* ir *b*) arba su apvaliomis skylutėmis (4.78 pav., *c*). Apatinis sietas yra grūdų švarumo reguliatorius. Tarpai tarp sieto žvynų keičiami mechanine arba elektromechanine pavara. Nuo apatinio sieto nupučiamos skrajos priemaišos ir dalis grūdų į varpų sraigę. Jie patenka į varpų kultuvę ir papildomai žalojami. Tarp apatinio sieto žvynų paliekami 5–9 mm tarpai, nuimant rapsus – 4–6 mm. Į bunkerį byra švaresni rapsai, kai vietoj žvyninio įdedamas sietas su apvaliomis 4,5 arba 7 mm skersmens skylutėmis. Nuimant kukurūzus grūdams apatinis sietas yra su 16; 18 arba 20 mm skersmens skylutėmis. Pakeitus viršutinį sietą tarkiniu jo galima atsisakyti. Tada reikia uždengti varpų sraigę.



4.78 pav. Sietai: apatinis trumpažvynis (*a* ir *b*), su apvaliomis skylutėmis sietas (*c*)

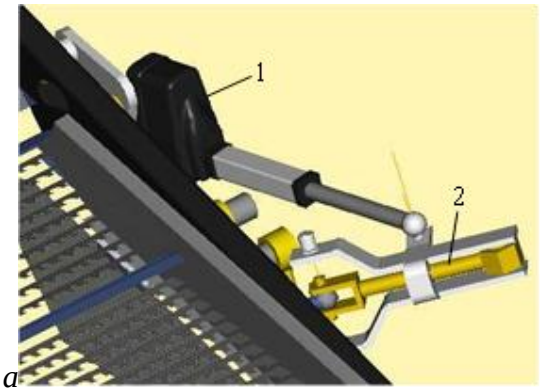
Valytuvo pavara. Ją sudaro sukamas velenas, ekscentrikai, svirtys, kurios laiko kratomąją lentą, viršutinį ir apatinį sietus ir dugną (4.79 pav.).



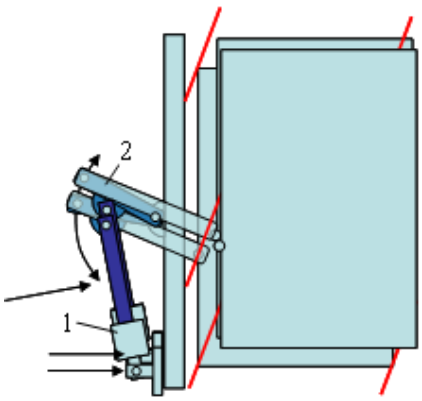
4.79 pav. Valytuvas [7, 14]:
1 – kratomoji lenta; 2 – viršutinis sietas; 3 – apatinis sietas; 4, 5, 6 ir 8 – svirtys; 7 – pagrindinis pavaros velenas

Mažo laidumo kombainuose kratomosios lentos ir viršutinio sieto švytavimo kryptis yra priešinga apatinio sieto ir dugno švytavimo krypčiai. Sietams švytuojant priešingomis kryptimis ir ventiliatoriui pučiant oro srautą, tarp sietų esantis pulsuojantis srautas neleidžia priemaišoms užstrigti tarpuose tarp žvynų. Sietų švytavimo dažnis keičiamas perkeliant pavaros diržą ant kito skersmens skriemulių. Laidžiuose kombainuose kratomosios lentos 1 (4.79 pav.) ir apatinio sieto 3 švytavimo kryptis yra priešinga trumpojo ir viršutinio sieto 2 švytavimo krypčiai [7]. Konstrukcijos pokytis leido padidinti valytuve kaskadų aukščius, kratomosios lentos ir viršutinio sieto švytavimo eigą bei trajektorijos aukštį. Todėl jau sieto pradžioje nuokulos metamos aukščiau, jos labiau išdraikomos, pro jas prabyra daugiau grūdų. Valytuvas tapo stabilesnis, sumažėjo vibracija.

Kalvotiems laukams skirtuose kombainuose yra elektromechaninė sistema, kuri nepriklausomai nuo šoninio kombaino pasvirimo palaiko visą valytuvą horizontalioje padėtyje. Didesnio nuolydžio šlaite gali dirbti kombainai, kai jam pasvirus skersine kryptimi valytuvo trumpasis ir viršutinis sietai pradeda švytuoti ne tik išilgine, bet ir skersine kryptimi (4.80 pav., *a*). Nuokulos sietų paviršiumi stumiamos iš žemesnio krašto į aukštesnį. Kombainui važiuojant didesnio nuolydžio kalvos šlaitu, automatine valdymo sistema padidinama sietų švytavimo eiga ir pakeičiamas ventiliatoriaus sukimosi dažnis. Sietų švytavimo eiga priklauso ir nuo grūdų biometrinių rodiklių. Kombainui dirbant lygumoje, sietai švytuoja tik išilgine kryptimi. Pana□i 3D sistema yra *Claas* kombainuose.



a



b

4.80 pav. Valytuvo viršutinio sieto išilginio ir skersinio švytavimo sistema (*a* ir *b*) [14]:
1 – elektromechaninė pavara; 2 – sieto eigos keitimo svirtis

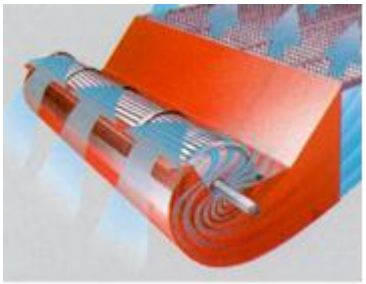
Ventiliatorius. Tai svarbiausioji valytuvo dalis. Ventiliatorių sudaro rotorius su mentėmis, ekscentrinis gaubtas ir pavara. Kiekvieno kombainų gamintojo ir net atskiros kombainų grupės yra skirtinga ventiliatorių konstrukcija, todėl kiekvieno kombainų gamintojo ventiliatorių sukimosi dažnio ribos yra skirtingos.

Ventiliatoriai yra vienos sekcijos išcentriniai mentiniai, sekciniai ir tiesiasraučiai. Mažo laidumo kombainuose yra vienos sekcijos išcentrinis su tiesiomis mentėmis ventiliatorius (4.81 pav., *a*). Jis tiekia visame valytuvo plotyje nepakankamai tolygų oro srautą, nes jį siurbia tik pro galuose esančias angas. Labai laidžių kombainų valytuvo ventiliatorius taip pat yra vienos sekcijos, tačiau jo mentės yra gaubtos (4.81 pav., *b*), orą siurbia ne tik per galines angas 1, bet ir per gaubto viršuje esančius žvynus 2 ar jo apačioje esančias angas. Dar tolygesnį oro srautą visame valytuvo plotyje tiekia tiesiasrautis ventiliatorius (4.81 pav., *c*), nes jis orą siurbia iš viršuje esančios ertmės.

a

b

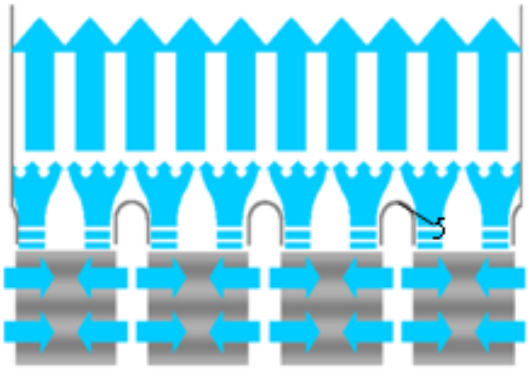
c



4.81 pav. Ventiliatoriai: išcentrinis su tiesiomis mentėmis (*a*), su gaubtomis mentėmis (*b*) ir oro siurbimo angomis (1 ir 2) bei tiesiasrautis (*c*)

Daugelyje kombainų yra sekciniai išcentriniai ventiliatoriai (4.82 pav., *a*). Mažo laidumo kombainuose yra trijų, laidžiuose su platesniu valytuvu – keturių sekcijų ventiliatoriai (4.82 pav., *b*). Kiekvienas ventiliatorius siurbia orą pro abi šonines angas, todėl į valytuvą pučiamas tolygesnis oro srautas. Jis pasklinda visame sietų plotyje, kai greta esančius ortakius jungia lanko formos jungtys 5 (4.82 pav., *b*). Kombainuose yra ir sekciniai ventiliatoriai, kurie orą siurbia pro vieną šoninę angą.

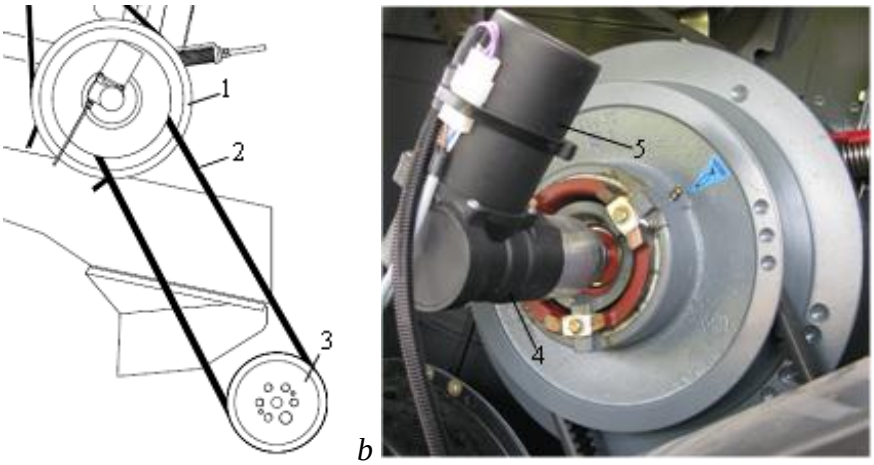
a



b

4.82 pav. Išcentriniai sekciniai ventiliatoriai (*a*) ir gretimus ortakius jungiančios lanko formos jungtys (*b*) [13]:
1 – sekciniai ventiliatoriai; 2 – pavaros velenas; 3 – pagrindinis ortakis; 4 – papildomas ortakis; 5 – gretimų ortakių jungtys

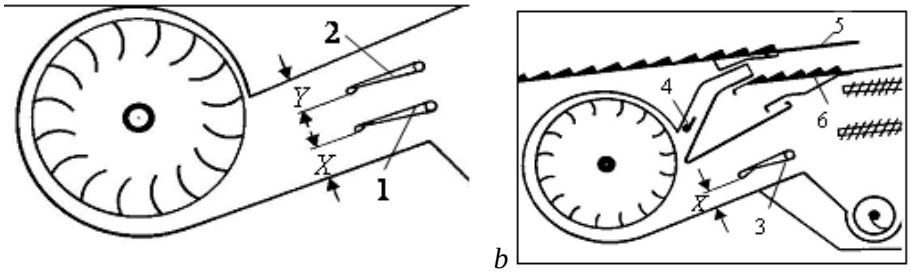
Ventiliatorių sukimosi dažnis keičiamas variatoriumi iš kabinos. Jų konstrukcija yra labai skirtinga. Dažniausiai jis valdomas iš kabinos elektromechanine arba hidrauline pavara. Variatorių sudaro varantysis 1(4.83 pav., *a*) ir varomasis 3 skriemulys, kuriame spyruoklės diskus spaudžia vienas prie kito. Varančiajame skriemulyje elektromechanine pavara 3 artinant vieną diską prie kito tempiamas pavaros diržas, kuris varomajame skriemulyje stumia diskus vieną nuo kito. Ventiliatoriaus sukimosi dažnis didėja. Pakeitus elektros variklio 5 sukimosi dažnį, ventiliatoriaus sukimosi dažnis mažės.



4.83 pav. Ventiliatoriaus variatorius (*a*) ir varantysis skriemulys (*b*):
1 – varantysis skriemulys; 2 – pavaros diržas; 3 – varomasis skriemulys; 4 – elektromechaninė pavara; 5 – elektros variklis

Taisyklė – didinant į kombainą tiekiamų javų srautą reikia daugiau atidaryti viršutinį sietą ir padidinti ventiliatoriaus sukimosi dažnį.

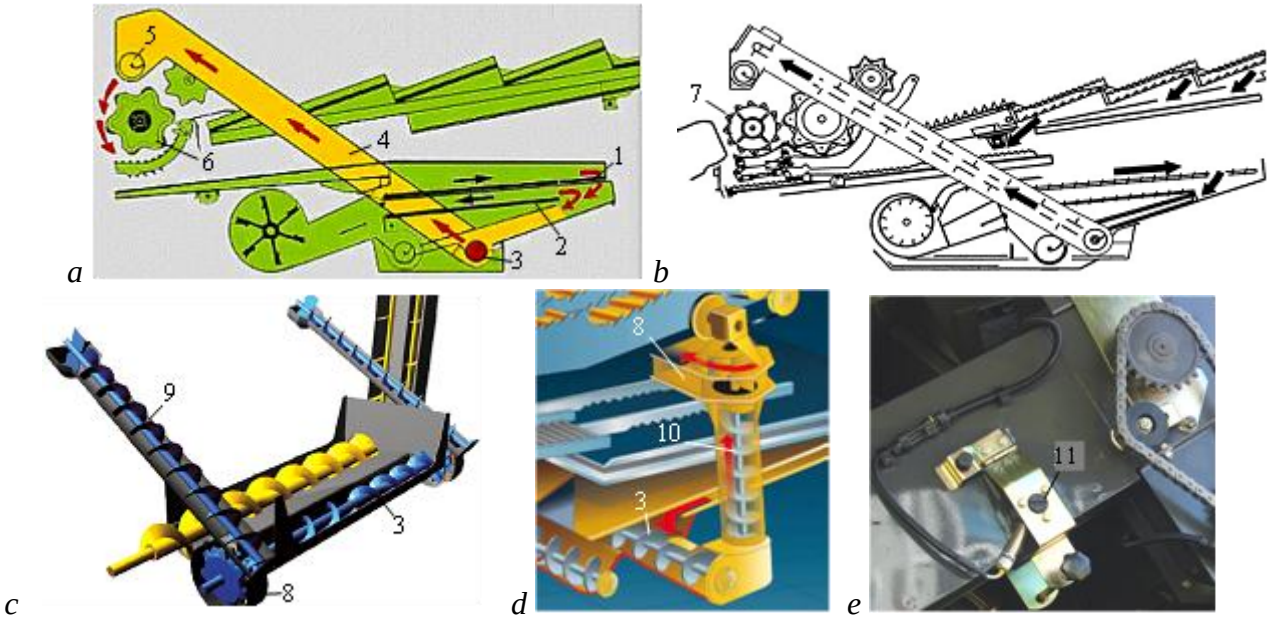
Mažo laidumo kombainuose ventiliatorius pučia orą į vieną ortakį (4.84 pav., *a*). Jame yra vienas arba du oro srauto kreipikliai 1 ir 2. Kai nuokulos yra drėgnos, viršutiniu kreipikliu 2 daugiau oro srauto nukreipiama po viršutinio sieto pradžia. Nuokulos labiau iškedenamos ir iš jų daugiau išbyra grūdų. Apatiniu kreipikliu 1 oro srautas paskirstomas posietinėse ertmėse. Kai pjūčiai sąlygos palankios, kreipikliai yra lygiagretūs ortakio dugnui.



4.84 pav. Oro srauto kreipikliai ortakiuose (*a* ir *b*):
1; 2 ir 3 – pagrindiniame ortakyje; 4 – papildomame; 5 – pirštiniai ardeliai; 6 – trumpoji kratomoji lenta; *X* ir *Y* – tarpai tarp kreipiklio ir ortakio sienelės

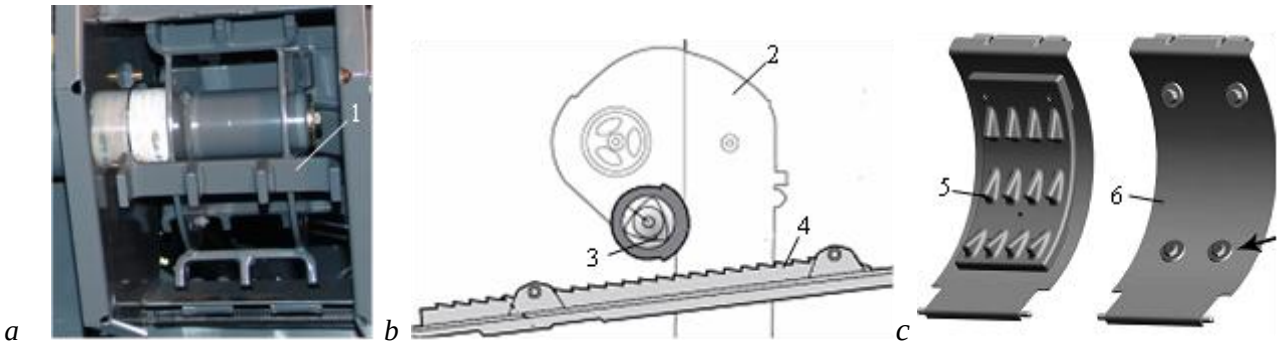
Laidžiuose kombainuose sekciniai išcentriniai ventiliatoriai orą pučia į du kanalus (4.84 pav., *b*). Pagrindiniame ortakyje yra oro srauto kreipiklis 3, o papildomame – 4. Intensyvi grūdų separacija iš nuokulų vyksta, kai jos krenta pro kratomosios lentos pirštinius ardelius 5 ant trumposios laiptuotos lentos 6. Tad oro srautas iš nuokulų išpučia dalį skrajų priemaišų ant viršutinio sieto vidurio ir net už jo. Tai priklauso nuo nuokulų sudėties, jų drėgnio ir oro srauto greičio papildomame ortakyje, t. y. kreipiklio 4 padėties. Kreipikliu 3 dalis oro srauto nukreipiama po viršutinio sieto pradžia. Gamykloje nustatyta vidurinioji kreipiklių padėtis, t. y jie yra lygiagretūs ortakių dugnui.

Varpų kultuvė. Ji iškulia pro viršutinio sieto ilgintuvo 1 žvynus (4.85 pav., *a*) prabirusias ir nuo apatinio sieto 2 nupūstas į varpų sraigę 3 nevisiškai iškultas varpas. Varpų sraigė jas tiekia į varpų elevatorių 4, o pastarasis jas beria į viršutinę sraigę 5, kuri jas meta ant pagrindinio kūlimo būgno 6 ar ant prieš jį esančio būgno 7 (4.85 pav., *b*). Grąžinamų nuokulų kiekio kitimą fiksuoja varpų elevatoriuje esantis optinis jutiklis 11 (4.85 pav., *e*). Jo informacija yra susieta su kompiuterio ekrane šviesos indikacijos stulpelio aukščio kitimu.



4.85 pav. Varpų kultuvės: varpos grąžinamos ant pagrindinio kūlimo būgno (*a*), ant pirmojo būgno (*b*), kultuvės varpų sraigės galuose (*c*), kultuvė kratomosios lentos šone (*d*) ir varpų elevatoriaus grąžinamų į kūlimo aparatą nuokulų kiekio jutiklis [13, 14]:
1 – viršutinio sieto ilgintuvas; 2 – apatinis sietas; 3 – varpų sraigė; 4 – varpų elevatorius; 5 – viršutinė sraigė; 6 – kūlimo būgnas; 7 – pirmasis būgnas (*APS*); 8 – varpų kultuvės; 9 – sraigės; 10 – vertikali sraigė; 11 – optinis jutiklis

Kai kuriuose mažo ir vidutinio laidumo kombainuose viename varpų sraigės gale, o laidžiuose – abiejuose galuose yra varpų kultuvės 8 (4.85 pav., *c*). Jas sudaro rotorius ir rievėtas pobūgnis. Iškultas varpas, grūdus ir priemaišas sraigės 9 ir jų galuose esančios mentės meta ant kratomosios lentos galo.



4.86 pav. Būgninė (*a*), mentinė (*b*) varpų kultuvė ir pobūgniai (*c*) [20]:
1 – dantyti spragilai; 2 – varpų elevatorius; 3 – mentinė varpų kultuvė; 4 – švytuojanti kratomoji lenta; 5 – dantytas pobūgnis; 6 – lygaus paviršiaus pobūgnis

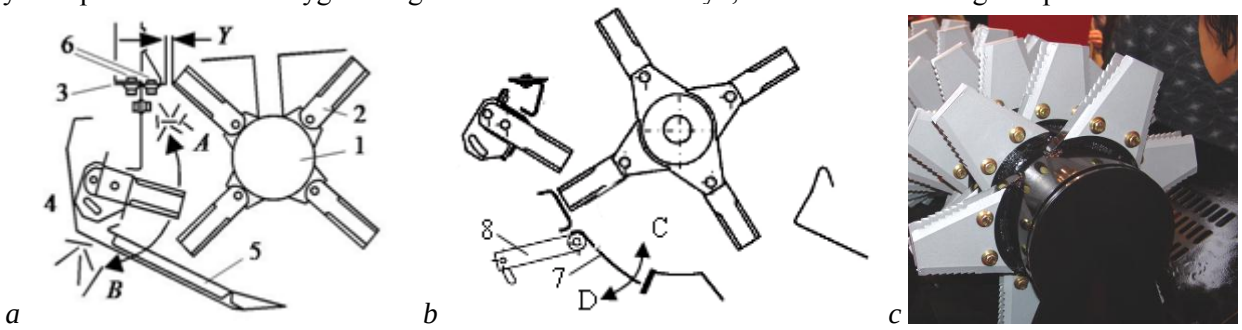
Nuimant rapsus ir ankštinius augalus įdedamas pobūgnis su lygiu paviršiumi. Pasitaiko kombainų, kuriuose varpų kultuvė 8 (4.85 pav., *d*) yra kuliamosios šone ties kratomąja lenta. Jai neiškultas varpas ir priemaišas tiekia varpų sraigė 3 ir vertikali sraigė 10. Varpas kulia horizontalus mentinis rotorius. Yra varpų kultuvių, kuriose varpas kulia prie būgno pritvirtinti dantyti spragilai 1 (4.86 pav., *a*). Iškultos varpos metamos ant kratomosios lentos galo. Kai kurių kombainų su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu varpų elevatorius 2 (4.86 pav., *b*) varpas tiekia į mentinę varpų kultuvę 3, kuri iškultas meta ant po pobūgniais esančios švytuojančios kratomosios lentos 4, o pastaroji ant valytuvo kratomosios lentos.Visų varpų kultuvių pagrindinis trūkumas – jos papildomai žaloja grūdus. Nenumatyta galimybė plačiau keisti varpų kultuvės rotoriaus sukimosi dažnį ir tarpą tarp rotoriaus menčių ar dantų ir pobūgnio.

4.7.5. Šiaudų smulkintuvas

Jo paskirtis – susmulkinti šiaudus ir paskleisti ražienoje visame pjaunamosios ruože. Šiaudų susmulkinimo kokybė priklauso nuo rotoriaus 1 (4.87 pav., *a*) sukimosi dažnio, peilių 2 skaičiaus, atraminės plokštelės 3, priešpeilių 4 ir dugno 5 padėties. Darbo metu reikia periodiškai patikslinti atraminės plokštelės padėtį (4.87 pav., *a*).

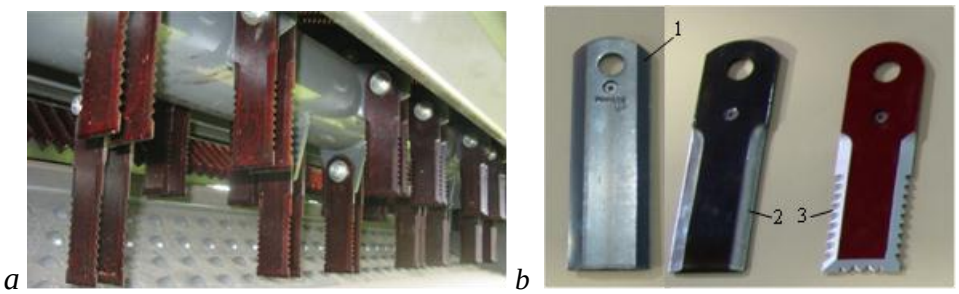
Tarpas tarp plokštelės 3 briaunos ir ištiestų rotoriaus spindulio kryptimi peilių 2 galų turi būti 5 mm. Mažesnį tarpą palikti pavojinga, nes rotorius šiek tiek švytuoja. Kai tarpas didesnis, stringa smulkinami šiaudai ir didėja galios sąnaudos. Tarpas keičiamas taip: atlaisvinus plokštelės tvirtinimo varžtus 6 ji pastumiama reikiama kryptimi. Varžtai turi būti gerai priveržti. Kai plokštelės briauna nudyla, ji pakeičiama nauja.

Šiaudų susmulkinimas priklauso ir nuo priešpeilių 4 padėties. Kuo daugiau jie pasukti rodyklės *A* kryptimi, tuo smulkesnis pjaustinys. Tačiau šiaudų smulkinimui reikia daugiau galios, todėl javapjūtės pabaigoje kai šiaudai trapūs, priešpeilius reikia pasukti laikrodžio rodyklės kryptimi (padėtis *B*). Nudilus ašmenims, priešpeiliai apverčiami. Nuimant rapsus galima sumažinti peilių skaičių, priešpeilius reikia pasukti rodyklės *B* kryptimi, o dugną 7 pakelti aukštyn. Jo paviršius turi būti lygus. Dugnas 7 nuleidžiamas žemyn, kai smulkinami drėgni ir piktžolėti šiaudai.



4.87 pav. Smulkintuvas su prie rotoriaus šarnyriškai (*a* ir *b*) ir standžiai (*c*) pritvirtintais peiliais:
A ir *B* – priešpeilių padėtys; *Y* – tarpas tarp atraminės plokštelės ir peilių galų (5 mm); 1 – rotorius; 2 – peiliai; 3 – atraminė plokštelė; 4 – priešpeiliai; 5 – dugnas; 6 varžtai; 7 – reguliuojamos padėties dugnas; 8 – svirtis

Prie rotoriaus keturiomis, šešiomis ar aštuoniomis linijomis, šarnyriškai yra pritvirtinti peiliai (4.88 pav. *a*). Jų abiejose pusėse yra lygūs ar dantyti ašmenys (4.88 pav. *b*). Peilių galas lygus arba dantytas. Peilių skaičius priklauso nuo smulkintuvo pločio ir peilių eilių skaičiaus. Peilių yra nuo 60 iki 108 vnt., gali būti ir daugiau. Naujausių smulkintuvų peilių ašmenys pakeisti kietlydmetaliu. Prie smulkintuvo korpuso yra pritvirtintas laikiklis su priešpeiliais taip, kad pro kiekvieną priešpeilį iš abiejų pusių praeina po peilį.

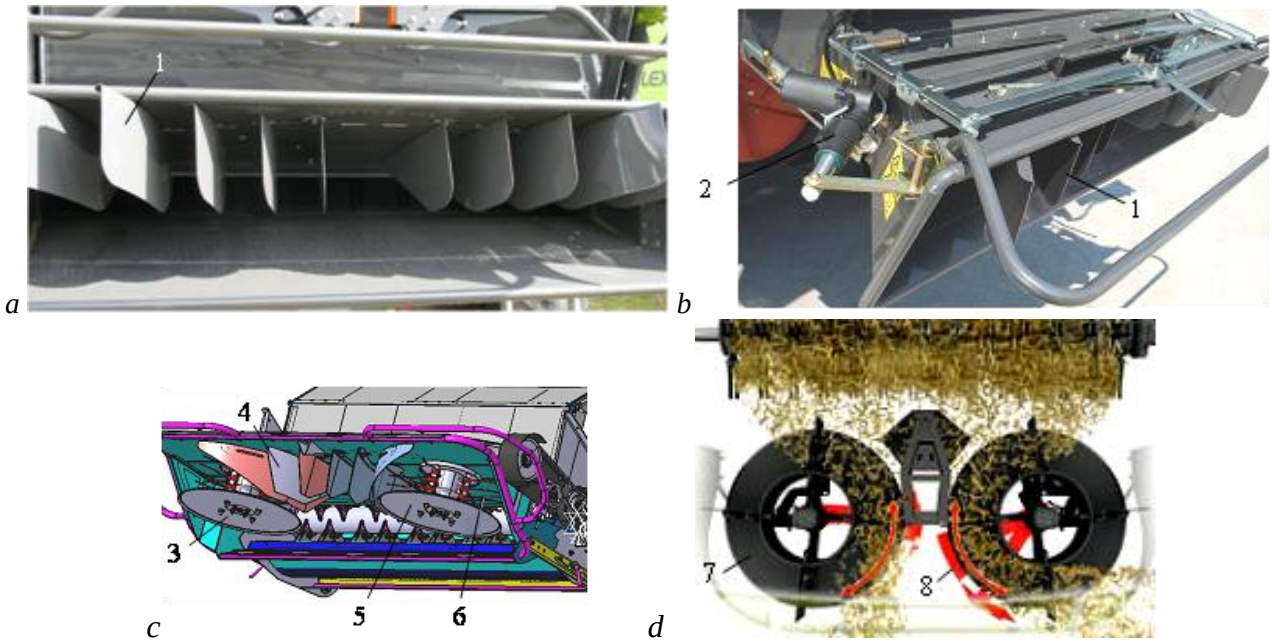


4.88 pav. Smulkintuvo rotorius (*a*), peiliai (*b*):
1 – peiliai su lygiais ašmenimis; 2 – su kietlydmetalio ašmenimis; 3 – su dantytais ašmenimis

Nuimant javus rotoriaus sukimosi dažnis siekia apie 3500 min^{-1}, nuimant rapsus sukimosi dažnį galima sumažinti perkeliant pavaros diržą ant kito skersmens skriemulių. Smulkintuvo pavara išjungiama atlaisvinus pavaros diržo įtempimą ir jį perkeliant ant laisvos eigos skriemulio arba ji atjungiama hidrauline pavara valdoma sankaba.

Case IH kombainuose yra šiaudų smulkintuvas, jo rotorių (4.87 pav., *c*) sudaro cilindras su paviršiuje sraigtinėmis linijomis privirintais laikikliais. Prie jų dviem varžtais pritvirtinti 3 mm storio, trikampio formos abipusiai dantyti 126 peiliai. Po rotoriumi yra priešpeilių laikiklis, kuris gali užimti dvi padėtis. Šiaudus klojant į pradalges, laikiklis su priešpeiliais pasukamas prieš laikrodžio rodyklę – tada šiaudai nesmulkinami.

Susmulkintų šiaudų skleistuvas. Šiaudus ražienoje paskleidžia smulkintuvo peilių sudarytas oro srautas. Jis yra stipresnis, kai dalis peilių yra su mentele. Oro srautas kartu su šiaudų pjaustiniu praeidamas pro kreipiklius 1 (4.89 pav., *a*) pasklinda ražienoje. Kiekvieno kreipiklio, ar jų grupės padėtį galima keisti rankiniu būdu ar iš kabinos elektromechanine pavara 2 (4.89 pav., *b*). Šiaudų pjaustinio sklaidos plotis priklauso ir nuo skleistuvo posvirio kampo. Atlaisvinus šonuose esančius fiksatorius, skleistuvas pakreipiamas reikiama kryptimi.



4.89 pav. Šiaudų pjaustinio skleistuvai:
1 ir 4 – kreipikliai; 2 – elektromechaninis įtaisas; 3; 5 ir 7 – rotoriai; 6 – būgnų pirštai; 8 – kreipiamosios

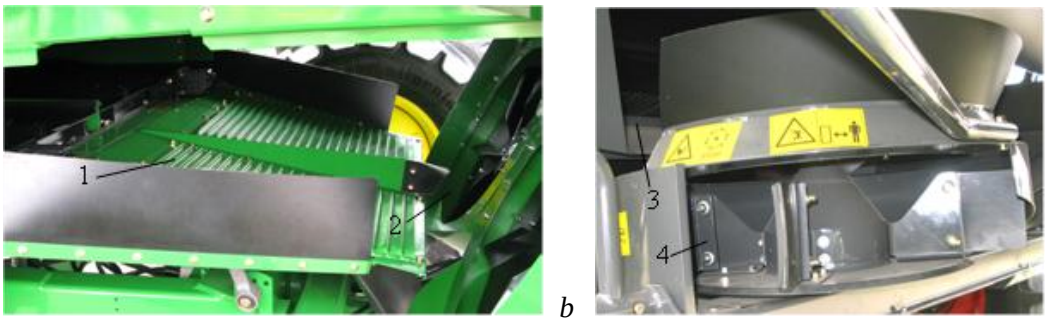
Kai kombainas yra su platesne negu 6 m pjaunamąja, šiaudų pjaustinį ražienoje tolygiau paskleidžia kreipikliai 4 (4.89 pav., *c*) ir pirštiniai rotoriai 3 ir 5. Rotorius suka mechaninė arba hidraulinė pavara.

Labai laidūs kombainai yra su 9,1 m ir platesnėmis pjaunamosiomis. Jų nupjautame ruože rotoriai negali tolygiai paskleisti šiaudų pjaustinį. Tai atlieka naujos konstrukcijos rotoriai 7 (4.89 pav., *d)*. Iš vidinės pusės juos gaubia hidraulinių cilindrų pakaičiui stumdomos skardinės kreipiamosios 8. Vėjuotą dieną galima pakeisti vienos iš jų švytavimo eigos padėtį.

Visuose kombainuose išjungus šiaudų smulkintuvo pavarą ir pasukus kuliamosios galinį dangtį 1 (4.90 pav., *a*) link klavišinių kratiklių ar ašinių rotorinių šiaudų separatorių, nesmulkinti šiaudai klojami ant ražienos į pradalgę. Pradalgės plotis keičiamas priartinant ar atitolinant šiaudų slinkimo latako šonuose esančius pirštinius ardelius 2.

4.90 pav. Šiaudų klojimo į pradalges (*a*) įtaisai (*b*):
1 – galinis dangtis; 2 – pirštiniai ardeliai

Pelų skleistuvai. Jie turi paskleisti ražienoje nuo viršutinio sieto nupučiamus pelus arba juos supūsti į šiaudų smulkintuvą, kad tolygiau būtų paskleisti visame pjaunamosios paliktame ražienos ruože. Anksčiau gamintuose kombainuose pelai nuo viršutinio sieto biro ant ražienos. Dabartiniuose kombainuose jie patenka ant švytuojančios laiptuotos lentos 1 (4.91 pav., *a*), kuri juos tiekia į du diskinius pelų skleistuvus 2, arba jie nukreipiami tiesiog į du rotorinius skleistuvus 4 (4.91 pav., *b*). Skleistuvų diskus ar rotorius suka hidrauliniai varikliai. Keičiant sukimosi dažnį kinta ir pelų paskleidimo plotis. Be to, keičiant skleistuvų posvirio kampą taip pat kinta pelų sklaidos plotis. Australijoje bandoma pelus surinkti į atskiras talpas, juos išvežti iš lauko, kad daugiau būtų surinkta piktžolių sėklų. Pelai naudojami pašarui ar biodujų gamyboje.



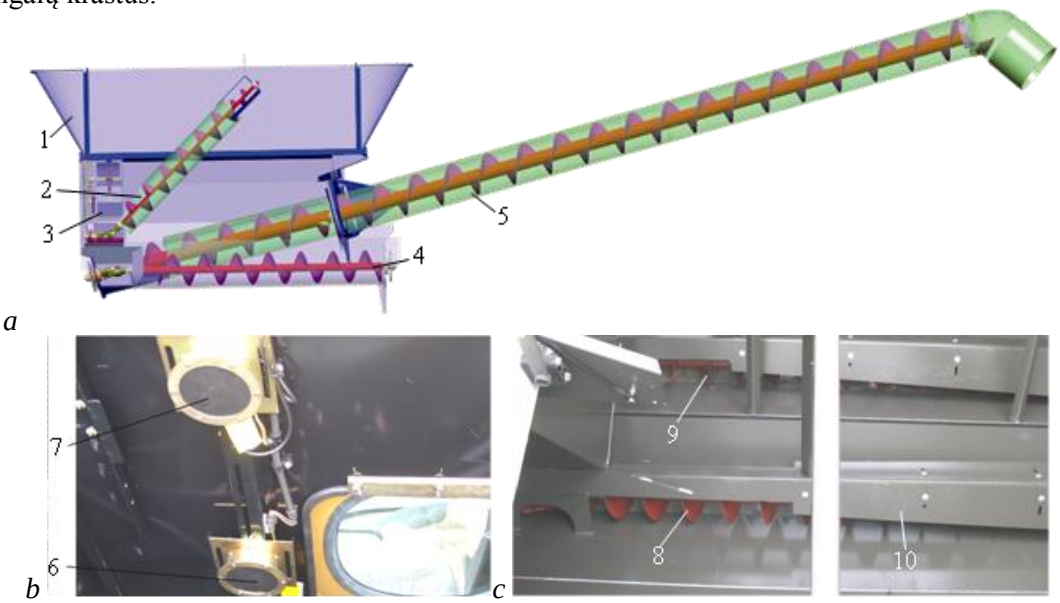
a *b*

4.91 pav. Pelų skleistuvai:
1 – švytuojanti lenta; 2 – pelų skleidimo diskai; 3 – viršutinis žvyninis sietas; 4 – mentinis pelų skleidimo rotorius

4.7.6. Grūdų bunkeris, sraigės, elevatoriai ir jutikliai

Į jį suberiami grūdai ir periodiškai iškraunami į traktorinę priekabą kombainui sustojus ar pjaunant javus. Kombainuose yra skirtingos talpos grūdų bunkeriai. Talpa yra susieta su kombaino važiuoklės leistina apkrova ir variklio galia. Todėl mažo ir vidutinio laidumo kombainų grūdų bunkerio talpa yra nuo 4000 iki 9000 l, laidžių nuo 9000 iki 12000 l, o kombainų su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu jau siekia 14100 l. Dabartiniuose kombainuose grūdų iškrovimo iš bunkerio trukmė siekia apie 2 min.

Grūdus į bunkerį tiekia pasvirusi sraigė 2 (4.92 pav., *a*), kuri sujungta su bunkerio dangalais 1. Uždengiant bunkerį sraigė pastumiama žemyn, o atidarant – aukštyn. Kai bunkeris tuščias, į jį grūdų elevatoriaus 3 tiekiami grūdai byra pro pasvirusios sraigės gale esančią angą ir taip užpildoma kairioji bunkerio dalis. Vėliau grūdai byra pro sraigės viršų. Kai grūdai pasiekia prie bunkerio priekinės ar ir galinės sienelės pritvirtintus apatinius jutiklius 6 (4.92 pav., *b*), įjungiamas trumpas garsinis signalas ir ant kabinos viršaus esantis žibintas. Jį galima išjungti. Grūdams pasiekus viršutinį jutiklį 7, veikia garsinis signalas, įjungiamas žibintas. Grūdus reikia iškrauti, nes jie pradės byrėti per dangalų kraštus.



a *b* *c*

4.92 pav. Grūdų bunkeris (a), jutikliai (*b*) ir grūdų iškrovimo sraigės (*c*) [15]:
1 – bunkerio dangalai – paaukštinimai; 2 – pasvirusi sraigė; 3 – grūdų elevatorius; 4; 8 ir 9 – bunkerio horizontalios sraigės; 5 – grūdų iškrovimo nuožulni sraigė; 6 – apatinis jutiklis; 7 – viršutinis jutiklis; 10 – sraigių dangalai

Visuose bunkeriuose yra viena ar dvi 8 ir 9 (4.92 pav., *c*) iškrovimo sraigės. Virš jų yra gaubtai 10. Tarpą tarp bunkerio dugno ir gaubto briaunų galima keisti. Jį būtina sumažinti nuimant rapsus ir žirnius. Jeigu grūdai drėgni, tarpą reikia padidinti. Kad grūdai greičiau slinktų bunkerio dugnu link sraigių, įjungus hidraulinę pavarą, viena jo sienelė yra stumdoma. Nuimant sėklažoles to nepakanka. Užsakovui užsakius, gamintojas bunkeryje įtaiso aktyvųjį maišiklį. Jis stumdomas bunkerio skersine kryptimi ar sukamas. Taip suardomas susidarantis grūdų skliautas.

Grūdų iškrovimo iš bunkerio sistemos yra skirtingos. Vienuose kombainuose grūdus iš bunkerio į transporto priemonę supila nuožulni sraigė 5 (4.92 pav., *a*). Jai grūdus tiekia bunkerio dugne esanti viena ar dvi sraigės. Laidiems kombainams grūdus tenka supilti į aukštas transporto priemones, todėl bunkeryje esančios sraigės grūdus tiekia į vertikalią, o pastaroji į nuožulnią sraigę. Kombaino transporto ir darbo metu sraigė turi būti priglausta prie

kuliamosios šono. Jos padėtis užfiksuojama. Į darbo padėtį ją pastato hidraulinis cilindras. Tada pavaros grandinė patepama biologine alyva. Nuo perkrovų sraigę apsaugo nukerpamas kaištis ar apsauginė mova.

Naujausiose kombainuose yra sistema, kuri valdo kombainą ir greta važiuojančią transporto priemonę ir net grūdų iškrovimo sraigės padėtį, kad visas transporto priemonės kėbulas būtų tolygiai užpildytas grūdais.

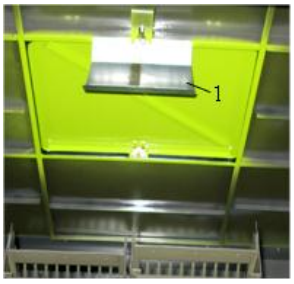
Sraigės ir elevatoriai. Tarp sraigės vijų ir gaubto turi būti didesnis kaip grūdo storis tarpas, kad vijų stumiami grūdai nestrigtų ir nebūtų žalojami. Sraiges nuo perkrovų apsaugo movos. Jų sukimosi dažnio kitimą seka jutikliai. Sraigių pavaros grandinės ar diržai turi būti pakankamai įtempti. Jų leistiną įlinkį ar kontrolinę spaudimo jėgą nurodo gamintojas.

Kombainuose yra grandikliniai varpų ir grūdų elevatoriai. Nudilusius grandiklius ir išsidėvėjusias grandines reikia pakeisti. Grandinės turi būti pakankamai įtemptos. Vieni gamintojai nurodo, kad grandinė yra pakankamai įtempta, jeigu ranka grandiklį galima palenkti 30º kampu. Kiti teigia, kad jeigu apatinę pavaros žvaigždutę galima pastumti veleno ašine kryptimi, tai grandinės įtempimas pakankamas. Ilgos grandinės turi būti šiek tiek laisvos, tada jos lėčiau dyla.

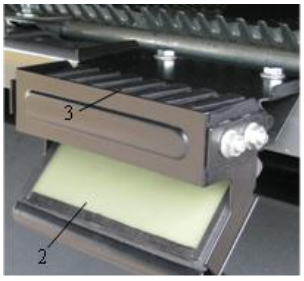
Užsakius kombainas pateikiamas su grūdų drėgnio ir grūdų derliaus matuokliu. Prie grūdų elevatoriaus yra pritvirtintas grūdų drėgnio matuoklis. Automatinė valdymo sistema periodiškai atidaro sklendę, tada iš elevatoriaus į matavimo kamerą pribyra grūdų, išmatuojamas jų drėgnis, grūdai išleidžiami į elevatorių. Sistema veikia periodiniu ir automatiniu rėžime. Į bunkerį byrančių grūdų kiekį matuoja grūdų elevatoriuje įtaisytas šviesos spindulius skleidžiantis prietaisas ar prie elevatoriaus viršutinio gaubto pritvirtinta paslanki plokštelė. Ją stumdo elevatoriaus tiekiamas kintamas grūdų srautas. Kompiuteris apskaičiuoja grūdų derlių t ha^{-1}.

Jutikliai. Kombaino kuliamosios technologiniame procese dalyvauja daug sukamų velenų. Sukimosi dažnį stebi jutikliai. Dėl perkrovų, buksuojant pavaros diržui, sumažėja velenų sukimosi dažnis. Tada įjungiamas garsinis signalas, kompiuterio ekrane rodomas pranešimas arba gedimo kodas ar pateikiama net žodinė informacija.

Apatinio sieto gale yra jutiklis, kuris teikia informaciją apie į sraige byrančius grūdus. Virš klavišinių kratiklių yra plokštelinis jutiklis 1 (4.93 pav., *a*), kurį pastumia aukštyn klavišų gale besikaupiantys šiaudai. Tada įjungiamas garsinis signalas ir kompiuteryje rodomas gedimas. Dviejų klavišų galuose po dangalais yra jutikliai, kurie fiksuoja į jų paviršių atsimušusių grūdų impulsus. Kompiuterio ekrane matyti šviesos indikacijos stulpelio aukščio kitimas. Analogiški jutikliai 2 (4.93 pav., *b* ir *c*) yra valytuvo viršutinio sieto gale po ardeliais 3. Kuo daugiau grūdų atsimuša į jutiklių paviršių, tuo kompiuterio ekrane yra aukštesnis šviesos indikacijos stulpelis. Kompiuterio rodmenis reikia suderinti su faktiniais valymo grūdų nuostoliais.



a

b


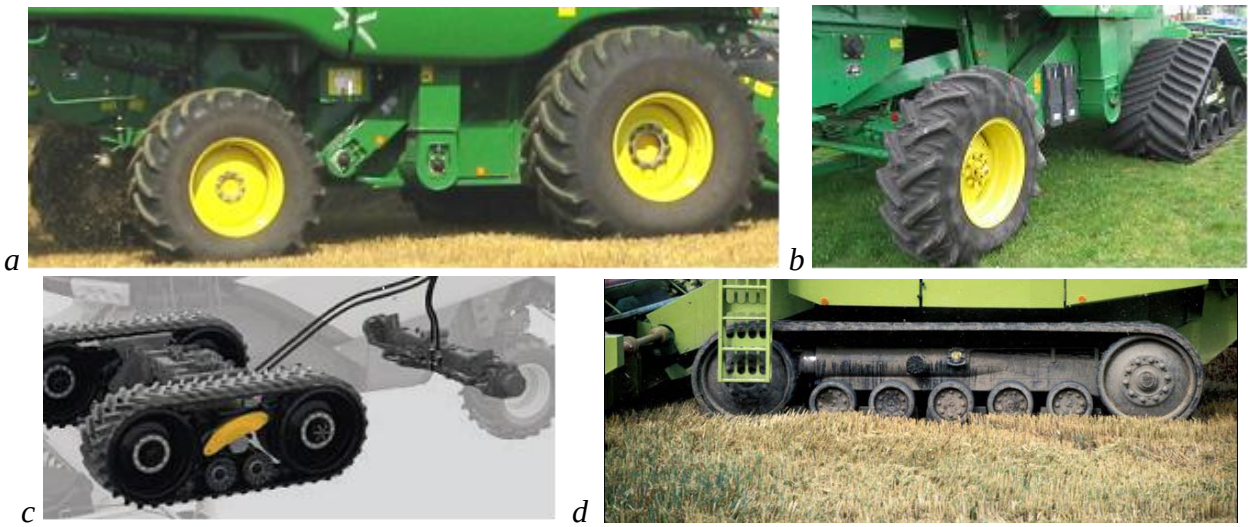
c

4.93 pav. Jutikliai: virš klavišų 1 (*a*), viršutinio sieto gale 2 (*b* ir *c*) ir pirštiniai ardeliai 3

Valytuvo jutikliai yra cilindro bei juostos formos. Naujausių kombainų valytuve nuo jutiklių paviršiaus grūdai byra ne ant dirvos, bet nukreipiami į varpų sraigę.

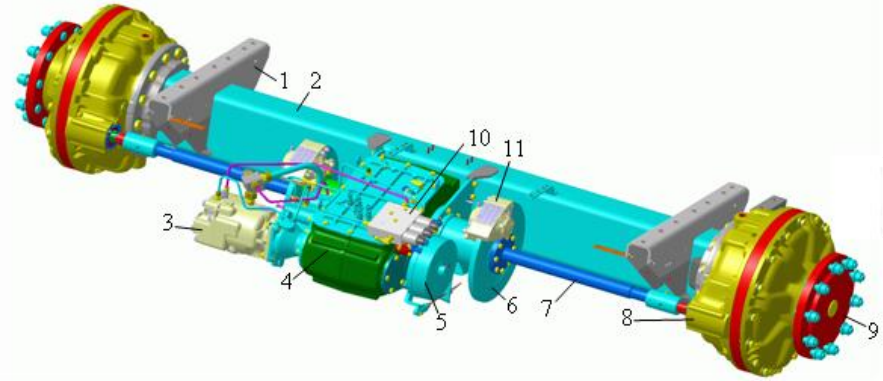
4.8. Važiuoklė, variklis ir kabina

Kombainai yra su ratine (4.94 pav., *a*), pusiauvikšrine (4.94 pav., *b*), su dviem varančiaisiais tiltais (4.94 pav., c) ir net su vikšrine važiuokle (4.94 pav., *d*). Labiausiai paplitę kombainai su vienu varančiuoju tiltu ir ratine važiuokle (4.94 pav., *a*).



4.94 pav. Kombainų važiuoklės [13, 16]:
ratinė (*a*), pusiauvikšrinė (*b*), dviem varančiaisiais tiltais (*c*) ir vikšrinė (*d*)

Varančiojo tilto konstrukcija yra susieta su važiuoklės tipu, kombaino mase ir maksimaliu važiavimo greičiu. Jį sudaro skersinė sija 2 (4.95 pav.) su gembėmis 1. Jie varžtais pritvirtinami prie pagrindinio kombaino rėmo. Prie sijos yra pritvirtinta pavarų dėžė 4, o prie jos hidraulinis variklis 3. Pavarų dėžė sujungta su stabdžių diskais 6. Velenai 7 sujungti su galiniais reduktoriais 8 iš kurių išsikiša pusašiai su diskais 9 ratų ratlankiams pritvirtinti.



4.95 pav. Varantysis tiltas [13]:
1 – gembės; 2 – sija; 3 – hidraulinis variklis; 4 – pavarų dėžė; 5 – stovėjimo stabdys; 6 – stabdžių diskai; 7 – pavaros velenai; 8 – galiniai reduktoriai; 9 – pusašių diskai ratų ratlankiams pritvirtinti; 10 – skirstytuvas; 11 – stabdžių kaladėlių laikiklis

Kai kombainų maksimalus važiavimo greitis > 25 km h^{-1}, jie yra su ratine arba su pusiau vikšrine važiuokle. Jų varančiojo tilto konstrukcija yra daug sudėtingesnė, ypač pavarų dėžės, hidraulinio variklio ir valdymo sistemos.

Pavarų dėžės yra dviejų, trijų ir keturių pavarų. Maksimalus važiavimo greitis siekia 40 km h^{-1}. Tokiu greičiu gali važiuoti kombainas su specialiomis padangomis ar su naujos konstrukcijos pusiauvikšrine važiuokle. Mažo laidumo kombainams stovint, pavaros junginėjamos kabinoje ranka stumdant svirtį. Kiekvienoje pavaroje važiavimo greitis keičiamas stumdant daugiaveiksmę svirtį, kuri sujungta su keičiamo debito hidrauliniu siurbliu. Jis tiekia skirtingą alyvos debitą hidrauliniam varikliui, sujungtam su pavarų dėžės pirminiu velenėliu. Kituose kombainuose pavaros perjungiamos kabinoje valdymo pulte esančių kelių padėčių jungtuku, elektros pavara sujungtu su skirstytuvu 10 (4.95 pav.).

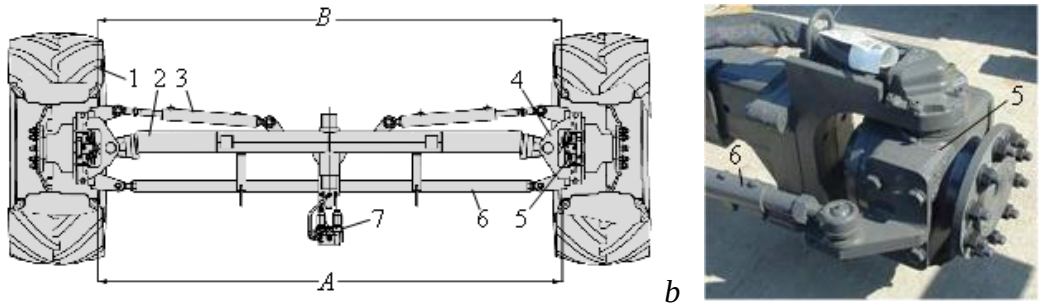
Pavarų dėžės antrinis velenas yra sujungtas su velenais 7, kurie sukami dideliu dažniu, o pusašis su disku 9 turi suktis lėtai. Jo sukimosi dažnį sumažina galiniai reduktoriai 8. Juose yra vieno laipsnio krumpliaratinis arba dar ir planetinis reduktorius. Tai priklauso nuo pavarų dėžės konstrukcijos ir važiuoklės tipo. Kiekvieno kombainų gamintojo skiriasi varančiojo tilto konstrukcija, bet pagrindinių dalių paskirtis yra analogiška.

Jeigu dirva labai drėgna ir kombaino vienas iš varančiųjų ratų buksuoja, laikinai įjungiamas varančiojo tilto diferencialo užraktas. Drėgnoje dirvoje gali būti atskirai stabdomas vieno rato sukimas, tada kitas suksis greičiau. Darbo metu ar važiuojant keliu važiavimo greitis stabdomas daugiaveiksmę svirtį stumiant į pradinę padėtį. Ekstremaliu atveju greitis mažinamas nuspaudžiant sublokuotus stabdžių pedalus. Tada hidrauline pavara laikikliuose 11 esančios stabdymo kaladėlės prispaudžiamos prie diskų 6. Kombainui stovint mechanine ar hidrauline pavara yra įjungiamas stovėjimo stabdys 5. Naujausiuose kombainuose stabdant variklį įjungiamas stovėjimo stabdys.

Važiuoklės priežiūrą bei gedimus šalinti gali serviso specialistai, turintys kompiuterius su specialiomis programomis. Kombainininkai gali pakeisti alyvas tik gamintojo nurodytomis, griežtai laikantis nustatytos darbų atlikimo sekos.

Vairavimo ratų tiltą sudaro ratai 1, sija 2 (4.96 pav.), į kurią remiasi kombaino rėmas. Prie sijos šarnyriškai yra pritvirtinti vairavimo ratų pusašiai 4. Jeigu vairavimo ratų tiltas varantysis, tai pusašiuose yra hidrauliniai varikliai 5, kuriems alyvą tiekia alyvos siurblys pro elektros pavara valdomą skirstytuvą 7. Vairavimo tilto ratų hidraulinė pavara įjungiama, kai dirva drėgna ir buksuoja varančiojo tilto ratai. Ji išjungiama, kai buksavimas sumažėja arba kai važiavimo greitis viršija leistiną ribą.

Vairavimo ratus sukioja vienas arba du hidrauliniai cilindrai 3. Kad ratai būtų vienodai pasukti, juos jungia skersinė trauklė 6. Keičiant jos ilgį nustatomas ratų suvedimas. Priekyje atstumas A padangų ašies aukštyje turi būti apie 6 mm mažesnis už atstumą *B*. Kiekvienas kombainų gamintojas nurodo atstumų *B* ir *A* skirtumą.



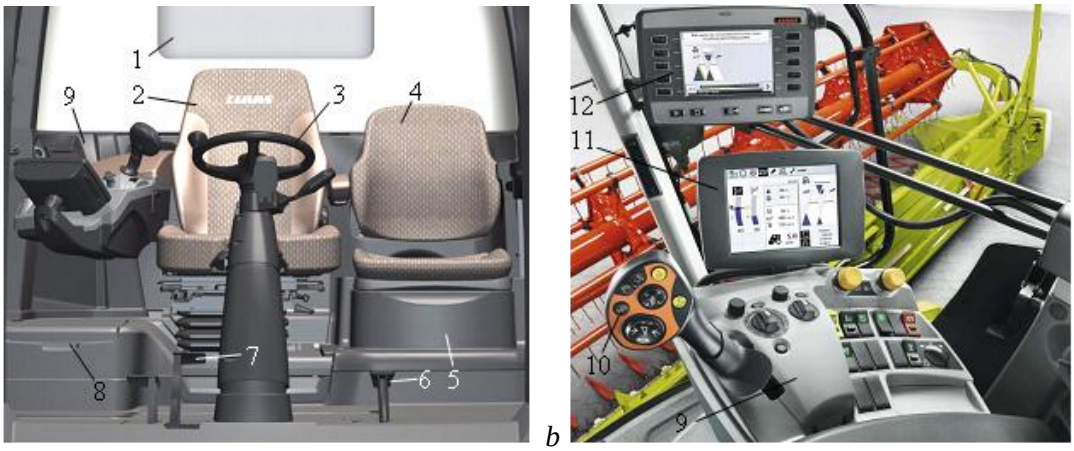
4.96 pav. Varantysis vairavimo ratų tiltas (*a*) ir hidraulinis variklis (*b*):
1 – ratų padangos; 2 – sija; 3 – hidrauliniai cilindrai; 4 – pusašiai; 5 – hidrauliniai varikliai; 6 – skersinė trauklė; 7 – skirstytuvas

Variklis. Jis yra už grūdų bunkerio, kad kabinoje nesigirdėtų keliamo triukšmo ir būtų vienodesnė važiuoklės abiejų tiltų apkrova. Jo galia labiausiai susieta su javų derliumi ir pjaunamosios pločiu. Mūsų šalies sąlygomis mažo laidumo kombainų pjaunamosios pločio metrui turi tekti 33, laidžių – 37 ir kombainų su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu – 40 kW. Kai kurie gamintojai ant kombaino deda savo gamybos variklius (*John Deere, New Holland* ir kt.). Tačiau laidūs ir labai laidūs kombainai turi specializuotose variklių gamyklose pagamintus dyzelinius variklius kaip *Mercedes-Benz, Caterpillar, Cursar, Kummins, Sisu* ir kt. Klavišinių kombainų variklių galia siekia > 294, hibridinių – > 368, o kombainų su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu – > 441kW.

Variklis suka visas kombaino mechanines ir hidraulines pavaras. Užsakius prie variklio prijungiamas oro kompresorius, kuris sujungiamas su specialiu bakeliu. Aukšto slėgio oro srovė naudojama augalinės kilmės liekanoms nuo kombaino nupūsti. Variklio filtrai ir alyva keičiama baigus javapjūtę.

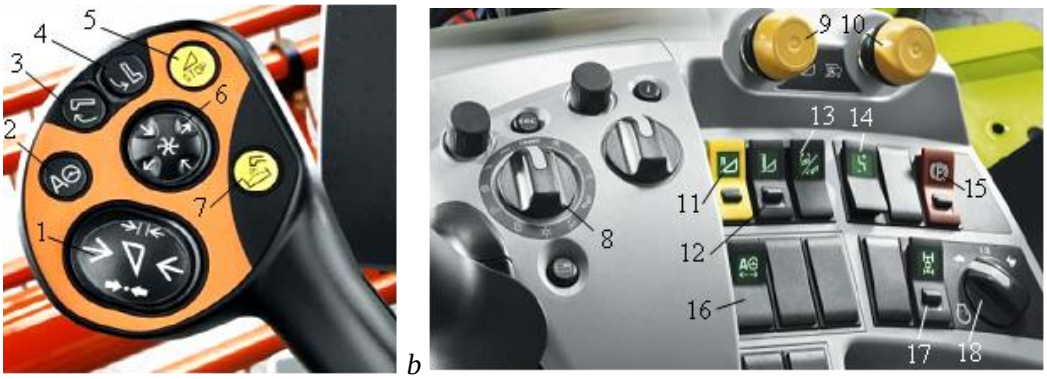
Kabina. je yra visi komJobaino technologinio proceso valdymo, veikimo kontrolės, palankios aplinkos palaikymo įtaisai. Kiekvieno kombainų gamintojo yra skirtinga kabina, valdymo bei kontrolės prietaisai, jų išdėstymas, dizainas ir t. t., tačiau paskirtis ir veikimas yra labai panašus.

Prie kombaino valdymo įrenginių priskiriamas vairas 3 (4.97 pav., *a*), stabdžių pedalai 6 ir 7, pavarų perjungimo svirtis arba jungtukas, apšvietimo valdymo jungtukai ir kiti įtaisai.



4.97 pav. Kombaino kabina (*Claas*):
1 – grūdų bunkerio langas; 2 – sėdynė; 3 – vairas; 4 – atlenkiama sėdynė; 5 – šaldytuvas; 6 – stovėjimo stabdžio pedalas; 7 – stabdžių pedalai; 8 – elektros prietaisų dėžė; 9 – valdymo pultas; 10 – daugiaveiksmė svirtis; 11 – kompiuteris; 12 – *Cemos* ekranas

Kabinoje yra kombainininko sėdynė 2, kurios padėtį, spyruokliavimą galima keisti, be to, yra prilenkiama prie kabinos sienelės sėdynė 4. Variklio užvedimo raktelis paleidimo metu užima kelias padėtis. Jei oras šaltas, pakaitinami įpurškiami degalai. Variklio sukimosi dažnis keičiamas sklandžiai pasukant degalų padavimo svirtelę arba jos yra trys fiksuotos padėtys. Svirtelei esant kairėje kraštinėje padėtyje variklis stabdomas, viduriniojoje – variklis sukasi tuščiąja eiga, dešinėje kraštinėje – maksimalus variklio sukimosi dažnis. Darbo metu variklis turi suktis maksimaliu dažniu. Kabinoje yra daug kombaino technologinio proceso valdymo ir kontrolės įtaisų. Pjaunamosios, lenktuvų ir grūdų iškrovimo sraigės valdymo jungtukai yra daugiaveiksmėje svirtyje (4.98 pav., *a*), o kuliamosios – pagrindiniame valdymo pulte (4.98 pav., *b*). Jame yra ir kompiuterio valdymo įtaisai.



4.98 pav. Daugiaveiksmės svirties (a) ir valdymo pulto (*b*) jungtukai:
1 – pjaunamosios padėties valdymo; 2 – kombaino automatinio valdymo; 3 – grūdų iškrovimo sraigės pasukimo į darbo padėtį; 4 – sraigės grąžinimo į transporto padėtį; 5 – pjaunamosios pavaros staigaus išjungimo; 6 – lenktuvų padėties nustatymo; 7 – grūdų iškrovimo sraigės pavaros įjungimo; 8 – kompiuterio valdymo; 9 – pjaunamosios pavaros įjungimo ir išjungimo; 10 – kuliamosios pavaros įjungimo ir išjungimo; 11 – pjaunamosios reversinės pavaros; 12 – kairiojo rapsų aktyviojo skyriklio; 13 – *Vario* pjaunamosios stalo; 14 – važiuoklės pavaros keitimo; 15 – stovėjimo stabdžio (užsakius); 16 – kairiojo ar dešiniojo *Lazer* prietaiso įjungimo; 17 – antro varančiojo tilto įjungimo; 18 – variklio sukimosi dažnio keitimo

Daugiaveiksmėje svirtyje pjaunamosios padėties valdymo jungtuko 1 (4.98 pav., *a*) yra keturios padėtys. Jungtuko galą spaudžiant žemyn pjaunamoji keliama aukštyn. Dar paspaudus, pjaunamoji keliama greičiau. Spaudžiant kitą jungtuko galą, pjaunamoji leidžiama žemyn. Spaudžiant jungtuko šonus nustatomas ražienos aukštis, spaudimas į dirvos paviršių, fiksuojamos nustatytos ribos. Jungtuku 2 įjungiamas kombaino automatinis važiavimo greičio valdymas. Jungtukais 4 ir 5 grūdų iškrovimo sraigė pasukama į darbo ir grąžinama į pradinę padėtį. Ant pjaunamosios dugno patekus kliuviniui ar susidarius javų kaupui, jungtuku 5 galima staigiai išjungti ir sustabdyti pjaunamosios pavarą (papildomas užsakymas). Dar kartą paspaudus jungtuką atlaisvinamas stabdys. Jungtukas 6 užima keturias padėtis, juo valdomas lenktuvų pakėlimas aukštyn, nuleidimas žemyn, pastūmimas pirmyn ir atgal. Be to, apribojamos lenktuvų kilnojimo ir slankiojimo kraštinės ribos. Grūdai iš bunkerio pradedami iškrauti spustelėjus jungtuką 7. Dar kartą nuspaudus, iškrovimas sustabdomas.

Valdymo pulte yra kompiuterio valdymo jungtukai 8. Jais galima pakeisti kūlimo būgno, šiaudų ašinių rotorinių separatorių, lenktuvų, ventiliatoriaus sukimosi dažnį, tarpą tarp būgno ir pobūgnio, tarpus tarp sietų žvynų, grūdų nuostolių jutiklių jautrumą. Be to, galima įvertinti pjaunamosios plotį, keisti susmulkintų šiaudų paskleidimo plotį ir kitus parametrus, gauti informaciją apie pasitaikantį gedimą, priežiūros periodiškumą ir kt.

Pjaunamosios pavara įjungiama jungtuku 9, kuliamosios – 10, reversinė pavara – 11, rapsų kairysis aktyvusis skyriklis – 12, stumdomas *Vario* pjaunamosios stalas – 13. Kombainui stovint pakeičiamos pavaros ranka stumdant perjungimo svirtį (mažo ir vidutinio laidumo kombainuose) arba paspaudžiant jungtuką 14. Tada pavaros perjungiamos elektromechanine pavara. Stovėjimo stabdys įjungiamas ir išjungiamas pedalu arba sustabdžius variklį jis įsijungia automatiškai. Išjungiamas jungtuku 15 ar valdomas dar kitaip. Kombaino automatinio vairavimo sistemos kairys arba dešinys *Laser* prietaisai įjungiami jungtuku 16, antras varantysis tiltas jungtuku 17. Variklio sukimosi dažnis keičiamas pasukant jungtuką 18. Jo yra trys padėtys. Pasukus prieš laikrodžio rodyklę į kraštinę padėtį, variklis sustabdomas.

Kompiuterio *Cemos* 12 (4.97 pav., *b*) paskirtis – padėti kombainininkui nustatyti racionalius technologinius parametrus. Kombainininkas bendrauja su kompiuteriu, kuris teikia patarimus, nurodo pasekmes. Galutinį sprendimą turi priimti kombainininkas. Kai kombaine yra *GPS* sistema, *Cemos* ekrane matyti važiavimo pėdsakas ir kiti duomenys.

Kabinoje yra klimato, apšvietimo, kombaino žibintų valdymo pultai, be to, gali būti *GPS* ar *DGPS*, kombaino ir grūdų transporto priemonės greta važiavimo valdymo prietaisai.

Kontroliniai klausimai	*1. Kombainų kūlimo aparatų klasifikacija.*
	2. Kūlimo būgno balastinių svorių paskirtis.
	3. Tarpo tarp būgno spragilų ir pobūgnio skersinių juostų keitimo būdai ir priemonės.
	4. Javų kūlimo intensyvinimo priemonės ir grūdų akuotų laužytuvai.
	5. Šiaudų separatoriai ir jų įvertinimas.
	6. Ašinių kūlimo-separavimo būgnų konstrukcijos ypatumai.
	7. Trijų sietų valytuvo privalumai, lyginant su dviejų sietų valytuvu.
	8. Varpų kultuvės, jų konstrukcijos trūkumai.
	9. Šiaudų susmulkinimo keitimo būdai ir priemonės.
	10. Kombaino darbo kokybės kontrolės prietaisai.

Literatūros sąrašas

1. Bols U. Mähdrescher in Deutschland 1931 bis heute. Verlag Podszum, 2006.157 S.
2. Görg H.-D., Kemper W. Mehr als 90 Jahre Landtechnik. DLG Verlag, 2004. 240 S.
3. Quick G., Buchele W. The Grain Harvester. American Society of Agricultural Engineers, 1978. 268 S.
4. Špokas L., Janulevičius V., Jonaitis L. Javų kombainai: *Don-1500, Jenisej-1200 N* ir *E 516 B*: vadovėlis Žemės ūkio mokyklų moksleiviams ir mokomoji knyga Aukštesniųjų mokyklų studentams. Vilnius, 1991. 253 p.
5. Špokas L. Javų kombainų technologiniai reguliavimai ir optimalių parametrų lentelės / Žemės ūkio ministerija. Akademija, 2001. 166 p.
6. Špokas L. Javų kombainų *Don-1500* ir *Don-1500B* konstrukcija bei priežiūra: mokomoji knyga Žemės ūkio inžinerijos fakulteto irAukštesniųjų žemės ūkio mokyklų studentams. Akademija, 2006. 159 p.
7. Špokas L. Sėkmingai javapjūtei pamatai klojami iš anksto // Mano ūkis. 2009, balandis, p. 70-74.
8. Špokas L. Kombainai su ašiniu kūlimo-separavimo būgnu // Mano ūkis. 2009, liepa, p. 62-66.
9. Špokas L. Vokiškų kombainų konstrukcijų naujovės // Mano ūkis. 2011, liepa, p. 62-65.
10. Špokas L. Kombainų gamintojų prioritetas – konstrukcija // Mano ūkis. 2011, rugpjūtis, p. 70-72.
11. Špokas L. Tobulinama javų kombainų konstrukcija // Mano ūkis. 2012, sausis, p. 63-67.
12. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.caseih.com/Pages/Home.html>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
13. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.claas.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
14. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://agriculture.newholland.com/Germany/de/Pages/homepage.aspx>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
15. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.fendt.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
16. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: < www.johndeere.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
17. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.krone.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
18. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.kuhn.de>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
19. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.laverdaworld.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].
20. Žemės ūkio technikos gamintojas [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.rostelmash.com>. [Žiūrėta 2011 m. gruodžio 15 d.].

5. VALOMOSIOS

5.1. Valomųjų paskirtis, klasifikacija, agrotechnikos reikalavimai grūdų valymui ir rūšiavimui

Sėklai naudojami įvairių grūdinių augalų grūdai bei žolių, daržovių, techninių ir kitų augalų sėklos. Plačiausiai naudojami grūdai, kurie yra vieni iš svarbiausių žmonių maisto šaltinių ir žaliava pašarų gamybai. 2009 m. Lietuvoje javų pasėliai sudarė 1103,5 tūkst. ha plotą. Vidutinis derlius buvo 3,45 $t \cdot ha^{-1}$, iš viso prikulta 3806,6 tūkst. tonų grūdų [1].

Subrendus javams, grūdai turi būti nuimti iškulti išvalyti išdžiovinti iki kondicinio drėgnio ir laikomi saugyklose.

Javapjūtės metu svarbu suderinti grūdų nuėmimo kombainais, transportavimo, valymo, džiovinimo ir sandėliavimo procesus. Kartu su grūdais į kombaino bunkerį patenka grūdinės (skaldyti, sudygę, kenkėjų pažeisti, neišsivystę ir kitų javų grūdai) ir šiukšlinės (šiaudgaliai, varpgaliai, piktžolių sėklos, dirvos gabalėliai, smulkūs akmenys ir kt.) priemaišos. Priemaišų gali būti iki 2 %. Tačiau dėl kombaino nesureguliavimo, nepalankių oro sąlygų, augalų savybių ir kitų priežasčių, į bunkerį patenka 5 % ar net daugiau priemaišų. Grūdai iš kombainų vežami į stacionarius įrenginius, juose jie valomi, džiovinami ir rūšiuojami. Valymui ir rūšiavimui naudojamos preliminaraus, pirminio ir antrinio valymo bei rūšiavimo mašinos. Grūduose esančios priemaišos mažina valomųjų mašinų pralaidumą bei didina energetines-ekonomines sąnaudas [2, 5]. Valant grūdus reikia pašalinti visas priemaišas, tai gali būti smėlis, akmenukai, šiaudų kapojai, pelai, piktžolės ir pan. Po valymo sėkliniai grūdai supilami į maišus [5].

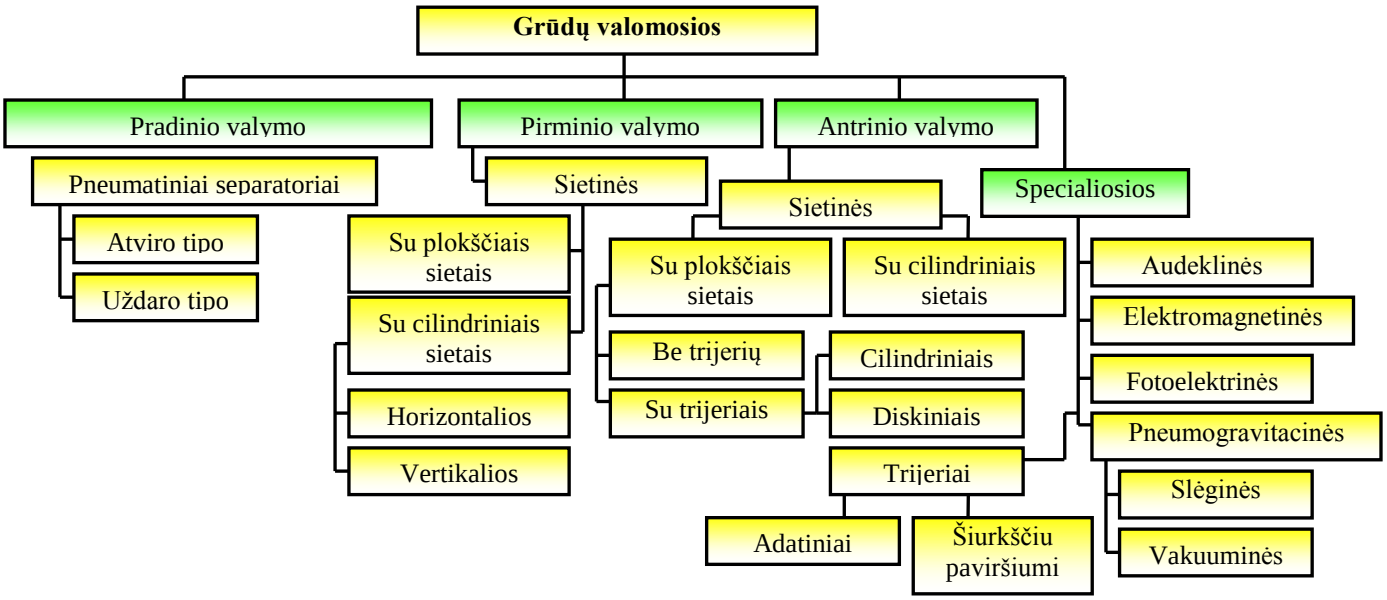
Grūdų valomosios paskirtis – atskirti priemaišas, suskaldytus grūdus iš pagrindinio augalo grūdų arba išvalytus grūdus surūšiuoti.

Grūdų valymas – tai priemaišų atskyrimas iš grūdų, atsižvelgiant į jų skirtingas fizikines-mechanines savybes (matmenis, tankį ar kt.).

Grūdų rūšiavimas – tai tos pačios rūšies javų grūdų suskirstymas į frakcijas pagal dydį ar kitas savybes.

Kalibravimas – tai išvalytų sėklų suskirstymas į frakcijas pagal jų matmenis. Kalibravimo būdu sėklos paruošiamos sėti tiksliosiomis sėjamosiomis, arba grūdams perdirbti į miltus ar kruopas.

Pradinis valymas taikomas grūdams, kurių drėgnis iki 35 %. Siekiant sumažinti džiovinimo išlaidas, šio grūdų valymo metu pašalinamos drėgniausios ir stambiausios priemaišos (šiaudgaliai, lapelių atplaišos ir kt.). Po pradinio valymo grūdai savaime mažiau kaista. Pagal grūdų valymo būdus valomosios yra klasifikuojamos (5.1 pav.).



5.1 pav. Grūdų valomųjų klasifikacija

Pirminis valymas taikomas grūdams, kurių drėgnis ne didesnis kaip 22 %, arba po pradinio valymo ne didesnio kaip 18 % drėgnio grūdams. Šiuo būdu valant atskiriamos po pradinio valymo likusios stambios, lengvos ir smulkios priemaišos bei suskaldyti ir smulkūs grūdai.

Antrinio valymo metu iš grūdų atskiriamos artimos jų matmenims priemaišos, taip pat sunkiai išvalomos piktžolių sėklos. Valant grūdų masė suskirstoma į tokias frakcijas: sėklinius grūdus, antros rūšies grūdus (grūdines priemaišas), lengvas, smulkias ir stambias priemaišas.

Maisto pramonei ir pašarui skirtiems grūdams valyti dažniausiai taikomi pradinis ir pirminis valymas, o sėkliniams grūdams paruošti papildomai naudojamas ir antrinis valymas [2, 5].

Agrotechnikos reikalavimai grūdų valymui

Pradinis grūdų valymas [3]:

- grūdų nuostoliai neturi viršyti 0,05 %;
- suskaldytų grūdų neturi būti daugiau kaip 0,1 %;
- piktžolių sėklų turi būti atskiriama ne mažiau kaip 50 %.

Pirminis grūdų valymas:

- pilnaverčių grūdų nuostoliai neturi viršyti 1,5 %;
- į priemaišas neturi patekti daugiau kaip 0,05 % grūdų;
- suskaldytų grūdų neturi būti daugiau kaip 1%;
- piktžolių sėklų turi būti atskiriama ne mažiau kaip 60 %.

Antrinis grūdų valymas:

- pagrindinio augalo grūdų nuostoliai į grūdines atliekas neturi būti didesni kaip 7 %;
- suskaldytų grūdų neturi būti daugiau kaip 0,8 %.

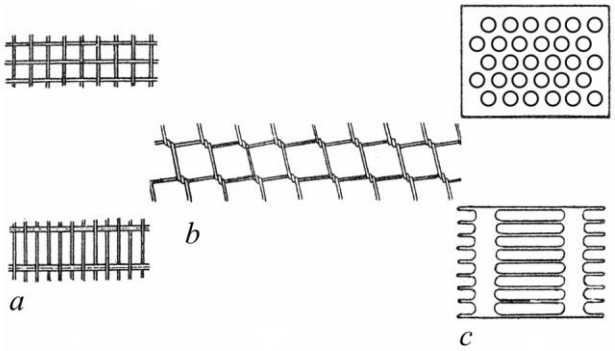
5.2. Sėklų valymo ir rūšiavimo principai

Sėklų valymo ar rūšiavimo būdas parenkamas, atsižvelgiant į sėklų ir jose esančių priemaišų fizikines-mechanines savybes: matmenis (ilgį, plotį, storį), aerodinamines savybes (skrajumą), paviršiaus šiurkštumą, tankį, formą, standumą, spalvą, elektrines ir kitas savybes. Pagrindinė valymo ar rūšiavimo sąlyga – norimų atskirti iš mišinio sėklų ar jų priemaišų fizikinės-mechaninės savybės turi skirtis nuo valomų sėklų. Savybės priklauso nuo augalų rūšies, veislės, auginimo sąlygų, brandos ir kitų veiksnių [2, 3] .

5.2.1. Grūdų valymas pagal matmenis

Valant šiuo būdu atsižvelgiama į pagrindinius grūdų matmenis – ilgį (didžiausias matmuo), plotį ir storį (mažiausias matmuo). Didesnių matmenų grūdų masė taip pat didesnė, todėl rūšiuojant grūdus pagal matmenis jie dalinai rūšiuojami ir pagal masę.

Grūdus pagal storį ir plotį skirsto plokšti ir cilindriniai sietai, kurie būna su pastovaus arba keičiamo dydžio skylutėmis. Pastovaus dydžio skylutės būna austuose, pintuose ir štampuotuose sietuose (5.2 pav.), keičiamo – žvyniniuose sietuose, kurie yra naudojami javų kombainuose.



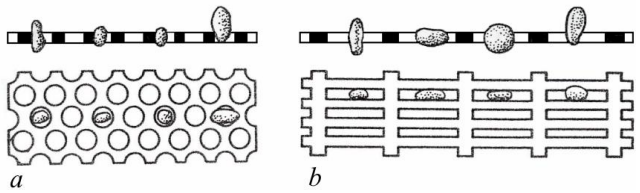
5.2 pav. Plokšti sietai:
a – austi; *b* – pinti; *c* – štampuoti

Tiksliausiai grūdus valo ir rūšiuoja štampuoti sietai, nes jų skylučių forma ir matmenys nesikeičia eksploatacijos metu. Tačiau šių sietų pralaidumas mažesnis už kitų sietų. Daug didesnis pralaidumas yra austų ir pintų sietų, tačiau jie greitai užsikemša, taip pat valant deformuojamos vielos ir pasikeičia skylučių forma. Dažniausiai šie sietai naudojami pelams arba kitoms lengvoms priemaišoms atskirti. Plokšti sietai su keičiamo dydžio skylutėmis – žvyniniai sietai tinka įvairioms sėkloms valyti (išskyrus smulkias sėklas), yra universalūs, bet sudėtingesnės konstrukcijos ir brangūs [4].

Sietai su apvaliomis skylutėmis grūdus skirsto pagal jų plotį (5.3 pav., *a*). Pro sietą prabyra grūdai, kurių plotis mažesnis už skylutės skersmenį. Kad grūdas prabyrėtų pro skylutę, jis turi būti pakreiptas taip, kad jo išilginė ašis būtų statmena sieto paviršiui. Tokia grūdų padėtis dažniausiai pasiekiama, kai sietas juda aukštyn-žemyn [2, 3].

Pagal storį grūdus skirsto sietai su pailgomis skylutėmis (5.3 pav., *b*). Ant sieto judantis grūdas turi būti pasuktas šonu ir jei jo storis mažesnis už skylutės plotį, jis prabyra pro sietą. Tokia grūdų padėtis pasiekiama sietui judant pirmyn-atgal.

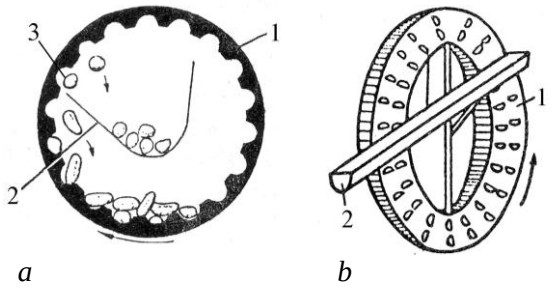
Sietinėse valomosiose dažniausiai naudojami sietai su štampuotomis skylutėmis. Apvalių skylučių skersmuo būna 0,8–40 mm, pailgų: plotis – 0,5–10 mm, ilgis – 10–50 mm. Sietų švytavimo dažnis keičiamas 420–500 min^{-1}, švytavimo amplitudė – 7,5–15,0 mm o posvyrio kampas sudaro 5–8° [2].



5.3 pav. Plokšti sietai:
a – su apvaliomis skylutėmis; *b* – su pailgomis skylutėmis

Valomosios su cilindriniais sietais yra dviejų tipų: su vertikaliais ir tam tikru kampu pakreiptais sietais. Valomųjų su pakreiptais cilindriniais sietais našumas yra apie 3 kartus mažesnis nei su plokščiais, nes darbui išnaudojama tik nedidelė dalis (nuo 1/4 iki 1/6) sieto aktyvaus separacijos ploto [5]. Darbo metu grūdai padengia tik cilindro apatinę dalį. Tokie sietai sukami lėtai, todėl jie dirba tyliai.

Ilgus grūdus nuo suskaldytų ir priemaišų skiria trijeriai. Jie būna cilindriniai (5.4 pav., *a*) ir diskiniai (5.4 pav., *b*).



5.4 pav. Cilindrinio (*a*) ir diskinio (*b*) trijerio veikimo schemos:
1 – cilindras (diskas) su duobutėmis; 2 – lovelis; 3 – grūdai

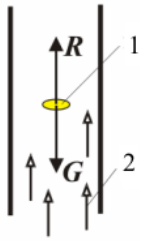
Valomi grūdai pilami ant trijerio paviršiaus, kuriame yra išgręžtos arba štampuotos duobutės. Trumpi grūdai telpa duobutėje, o ilgi netelpa. Judant trijerio paviršiui, sukant trijerio cilindrą arba diską 1, ilgi grūdai persisveria per duobutės kraštą ir iškrinta. Duobutėse likę trumpi grūdai pakyla aukštyn ir tik dar labiau pasvirus duobutei iškrinta į lovelį 2. Taip ilgi grūdai atskiriami nuo trumpų grūdų [2, 3].

Maisto pramonėje naudojami ir adatiniai trijeriai, kurie atskiria, pavyzdžiui, sukirmijusius žirnius nuo sveikų. Trijerių paviršiuje yra ne duobutės, o adatėlės. Valant žirnius jie pilami ant trijerinio paviršiaus, nuo jo sveiki žirniai atšoka, o sukirmiję pasismeigia ant adatėlių. Trijerio našumui padidnti adatinio trijerio viduje dažnai įrengiamas mažesnio skersmens cilindras. Judant trijeriniam paviršiui, sugedę žirniai pakeliami aukštyn. Sukirmijusius žirnius nuo adatėlių nustumia šepečiai, jie krinta į lovelį.

5.2.2. Grūdų valymas ir rūšiavimas oro srautu

Oro srautu valomi ir rūšiuojami grūdai atsižvelgiant į skirtingas grūdų bei priemaišų aerodinamines savybes. Oro srautu atskiriamos lengvos priemaišos (pelai, piktžolių sėklos, nesubrendę grūdai). Oro srautas grūdus truputį pradžiovina. Aerodinaminės savybės įvertina grūdų arba sėklų judėjimo oro sraute ypatumai.

Oro srautas gali būti vertikalus, horizontalus arba nuožulnus. Grūdų valymo ir rūšiavimo kokybė priklauso nuo oro srauto krypties ir tolygumo. Tiksliausiai grūdus skirsto ir rūšiuoja vertikalusis oro srautas. Vieta, kurioje grūdai valomi vertikaliu oro srautu, vadinama aspiracija. Judantį vertikaliame oro sraute grūdą veikia oro srauto išorinio pasipriešinimo jėga *R* ir sunkio jėga *G* (5.5 pav.).



5.5 pav. Grūdo judėjimo vertikaliame oro sraute schema:
G – sunkio jėga; R – išorinės aplinkos pasipriešinimo jėga; 1 – grūdas; 2 – oro srauto judėjimo kryptis

Kai išorinės aplinkos pasipriešinimo jėga R yra lygi sunkio jėgai G, grūdas plevena oro sraute. Toks oro srauto judėjimo greitis vadinamas kritiniu greičiu. Kai jėga G yra didesnė už R, grūdas krinta žemyn, kai mažesnė – aukštyn.

5.2.3. Grūdų valymas pagal paviršiaus šiurkštumą

Grūdų ir juose esančių priemaišų paviršius gali būti glotnus, gruoblėtas, šiurkštus, akytas, plaukuotas [2]. Paprastai pilnavidurių grūdų (sėklų) paviršius yra glotnus, o tuščiavidurių – šiurkštus. Grūdų tinkamumą rūšiuoti pagal paviršiaus šiurkštumą sąlygoja trinties koeficientas tarp judančių grūdų (priemaišų) ir paviršiaus. Skirtingo šiurkštumo grūdus galima atskirti frikcinėmis valomosiomis. Pagal paviršiaus šiurkštumą sėklos grūdai valomi audeklinėmis ir elektromagnetinėmis valomosiomis bei trijeriais plokščiu paviršiumi.

5.2.4. Grūdų valymas pagal tankį

Grūdų ir priemaišų (piktžolių sėklų, smulkių akmenukų, pelų ir kt.) tankis dažniausiai yra skirtingas. Tankis priklauso nuo grūdų cheminių ir biologinių savybių, drėgnio bei brandos. Didėjant drėgniui grūdų tankis kinta nevienodai: lengvų grūdų tankis didėja, o sunkesnių – mažėja. Dėl tokių grūdų savybių pagal tankį galima atskirti ne tik lengvus grūdus nuo sunkių, bet ir sausus nuo drėgnų bei pilnos brandos nuo nesubrendusių.

Mažesnio tankio priemaišas iš grūdų ir kitų sėklų galima atskirti paprasčiausiai juos pamerkus į vandenį arba kratant. Lengvi grūdai ir priemaišos iškyla į paviršių ir juos galima atskirti, tačiau išvalytus grūdus reikia džiovinti.

5.2.5. Grūdų skirstymas pagal formą ir standumą

Sėklos būna įvairių formų. Pavyzdžiui, žirniai yra taisyklingos rutulio formos, o avižos plokščios. Vienos rūšies skirtingų grūdų forma nėra taisyklinga. Kai storis lygus ilgiui, grūdo forma yra rutulys, jei storis lygus pločiui – elipsoidė, o jei plotis lygus ilgiui – lęšis [2]. Grūdai pagal formą rūšiuojami, atsižvelgiant į jų trinties savybes – riedėjimo ir slydimo trinties koeficientus.

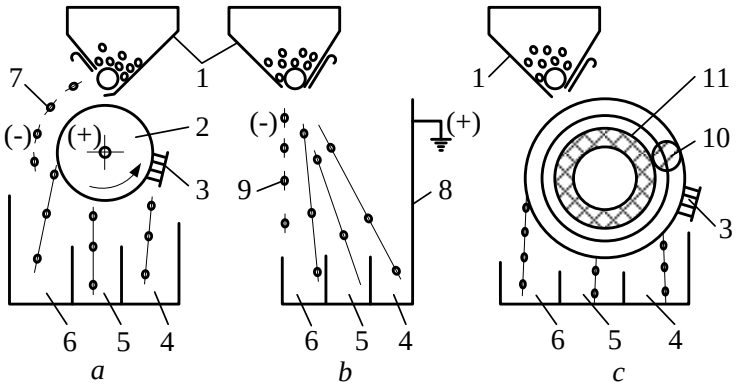
Kai kurias sėklas pagal formą galima rūšiuoti ir sietais. Tuomet sietų skylutės turi būti panašios į sėklų formą.

5.2.6. Grūdų rūšiavimas pagal spalvą

Sveikus grūdus nuo sugedusių galima atskirti pagal jų spalvą. Skirtingų spalvų grūdai šviesos spindulius sugeria ir atspindi nevienodai. Tamsesnius grūdus nuo šviesesnių galima atskirti fotoelementais. Pagal spalvą dažniausiai valomos ir rūšiuojamos maistui skirtų augalų sėklos bei grūdai (pupelių, žirnių, ryžių ir kt.).

5.2.7. Grūdų valymas pagal elektrines savybes

Naudojant elektrinius skirstymo metodus sėklos ir priemaišos suskirstomos pagal jų elektrines savybes. Plačiausiai naudojami elektrostatinis, vainikinės iškrovos ir dielektrinis metodai. Valant sėklas elektrostatinių būdu sėklos yra tiekiamos į elektrostatinį lauką. Priklausomai nuo įgyto krūvio jos pakrypsta teigiamo arba neigiamo poliaus link (5.6 pav., *a*).



5.6 pav. Grūdų skirstymas pagal jų elektrines savybes [4]:
a – elektrostatiniame lauke; *b* – vainikinės iškrovos lauke; *c* – dielektrinės valomosios veikimo schema;
1 – sėkladėžė; 2 – būgnas; 3 – valiklis; 4, 5, 6 – loveliai sėkloms; 7 – neigiamas elektrodas; 8 – vainikinis elektrodas;
9 – perforuotas elektrodas; 10 – apvijos; 11 – izoliatorius

Naudojant vainikinės iškrovos metodą (5.6 pav., *b*) sėklos skirstomos jonizuotoje aplinkoje, kuri susidaro tarp elektrodų 8 ir 9, kai tarp jų įvyksta aukštos įtampos (30–70 kV) elektros iškrova. Sėklos, patekusios į jonizuotą aplinką, įgyja elektros krūvį. Neigiamai įelektrintos sėklos sukrinta į lovelį 4, o kitos patenka į lovelius 5 ir 6 [5].

Dielektrinio valymo valomojoje įmontuoti būgnai, pagaminti iš izoliatorių 11 (5.6 pav., *c*). Ant būgnų yra vienu sluoksniu užvyniotų laidų apvijos 10. Gretimuose laiduose teka priešingų krypčių elektros srovės, sukuriančios elektrinį lauką, kuris poliarizuoja sėklas ir suteikia joms elektros krūvį. Mažą elektros krūvį įgijusios sėklos nubyra nuo būgno į lovelį 5 arba 6, o didesnį elektros krūvį – pritraukiamos prie besisukančio būgno. Valiklis 3 sėklas nuvalo nuo būgno paviršiaus ir jos sukrinta į lovelį 4.

5.3. Pradinio grūdų valymo mašinos

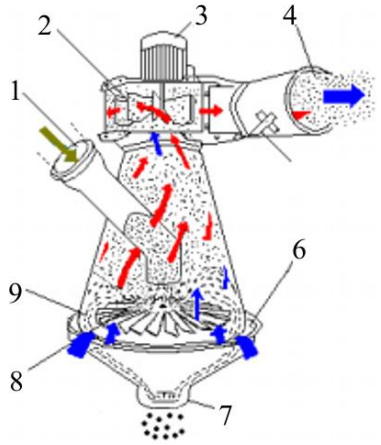
Pradiniam grūdų valymui dažniausiai naudojami pneumatiniai separatoriai. Jie skirti oro srautu atskirti skrajas priemaišas iš nevalytų grūdų. Priemaišos atskiriamos ventiliatoriaus sukurtu pučiamuoju (5.7 pav., *a*) arba siurbiamuoju (5.7 pav., *b*) oro srautu.

Nevalyti grūdai iš bunkerio 2 dozatoriumi 3 tiekiami į oro srautą. Skrajos priemaišos nupučiamos toliau į penktąją talpą, o grūdai – į šeštąją. Siurbiamajame ortakyje nusiurbtos priemaišos patenka į talpą 5, o grūdai krinta į šeštąją talpą.

5.7 pav. Orą pučiantys (*a*) ir siurbiantys (*b*) pneumatiniai separatoriai:
1 – ventiliatorius; 2 – bunkeris; 3 – dozatorius; 4 – oro srautas; 5 – talpa skrajoms priemaišoms; 6 – talpa išvalytiems grūdams

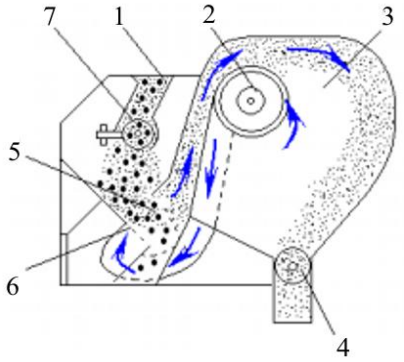
Pneumatiniai separatoriai su siurbiamuoju oro srautu yra plačiau naudojami. Danų firma *Kongskilde* iš nevalytų grūdų skrajoms priemaišoms atskirti gamina KF serijos pneumatinius separatorius. Orą siurbiant pro grūdų srautą, pašalinamos lengvos priemaišos ir piktžolių sėklos [2]. Gaminamų pneumatinių separatorių našumas yra nuo 12 $t \cdot h^{-1}$ iki 60 $t \cdot h^{-1}$, elektros variklių galia – nuo 0,75 kW iki 7,5 kW. Šie separatoriai gali būti naudojami grūdams valyti prieš džiovinimą ir po jo. Jie yra nedideli ir kompaktiški, todėl juos nesunkiai galima sumontuoti įvairiose grūdų dorojimo technologinės linijos vietose [2, 3]. Panašius pneumatinius separatorius gamina ir firma *SOBY* (Danija) [6].

Vienas iš našiausių KF serijos pneumatinių separatorių yra pneumatinis separatoriaus KF 60 (5.8 pav.). Jame nevalyti grūdai pro valomosios šone esančią angą 1 tiekiami į valymo kamerą 9, kurios apačioje yra mentinis rotorius 8. Patekę ant rotoriaus paviršiaus grūdai yra išsklaidomi. Ventiliatoriaus siurbiamas oro srautas teka pro ertmę 6 (tarpą tarp rotoriaus ir korpuso), įsuka rotorių 8 ir kyla grūdų valymo kamera 9 aukštyn. Kartu su oru nusiurbiamos ir skrajos priemaišos, kurios ventiliatoriaus 2 mentėmis yra nukreipiamos į skrajų priemaišų kanalą 4. Sunkio jėgos veikiami grūdai, pro tarpą tarp rotoriaus ir korpuso subyra į kanalą 7. Oro srauto greitis valomosios kameroje reguliuojamas sklende 5. Ištekantis iš nusodintuvo oras su smulkiomis priemaišomis turi patekti į oro valymo įrenginį.



5.8 pav. *KF 60* Pneumatinis grūdų separatorius (atviro tipo) [3]:
1 – grūdų įpylimo anga; 2 – ventiliatorius; 3 – elektros variklis; 4 – skrajų priemaišų kanalas; 5 – sklendė; 6 – ertmė; 7 – išvalytų grūdų kanalas; 8 – rotorius; 9 – valymo kamera

5.9 pav. pateiktas uždaro tipo pneumatinis separatorius. Priemaišos kanalu 4 tiekiamos į nusodintuvą. Uždaro tipo pneumatiniame separatoriuje oro srautas neišpučiamas į aplinką, bet vėl nukreipiamas grūdams valyti. Ventiliatorius 2 siurbia orą iš nusodintuvo 3 ir aplinkiniu ortakiu jį tiekia pro angą 6 į valymo kamerą 5. Nevalyti grūdai prabirę pro dozatorių 7 patenka į valymo kamerą 5, kurioje jie, veikiami sunkio jėgos, byra į išvalytų grūdų kanalą, o skrajos priemaišos ventiliatoriaus 2 oro srauto yra pučiamos į nusodintuvą 3.



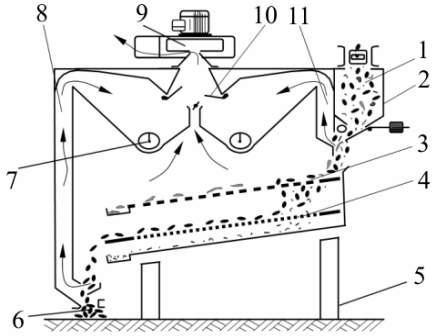
5.9 pav. Pneumatinis grūdų separatorius (uždaro tipo) [3]:
1 – grūdų įpylimo anga; 2 – ventiliatorius; 3 – nusodintuvas; 4 – skrajų priemaišų kanalas; 5 – valymo kamera; 6 – oro tiekimo anga; 7 – dozatorius

5.4. Pirminio grūdų valymo mašinos

Pirminio grūdų valymo mašinų paskirtis – atskirti stambias, smulkias ir skrajas priemaišas. Valomosios mašinos dažniausiai sudarytos iš dviejų aspiracijos kanalų, trijų sietų ir grandiklinių sietų valiklių. Pirminio grūdų valymo mašinose būna pirmas ir antras aspiraciniai kanalai. Grūdai, patekę į aspiracijos pirmąjį kanalą, išvalomi nuo lengvų priemaišų. Išvalyti grūdai ir sunkios priemaišos patenka ant viršutiniojo sieto. Antrajame aspiracijos kanale oro greitis didesnis negu pirmajame, šiame kanale pašalinamos likusios sunkesnės priemaišos, neišsivystę bei suskaldyti grūdai.

Universalios sietinės grūdų valomosios NSD veikimo schema pateikta 5.10 pav. [2]. Ši mašina atskiria nuo grūdų stambias ir smulkias priemaišas.

Atliekant pirminį valymą universalia sietine grūdų valomąja NSD, grūdai pirmiausia patenka į bunkerį 2. Tiekiamam grūdų srautui keisti įrengta sklendė su atsvarais. Atsvarais reguliuojama sklendės padėtis užtikrina tolygų grūdų tiekimą viršutiniojo sieto plotyje.



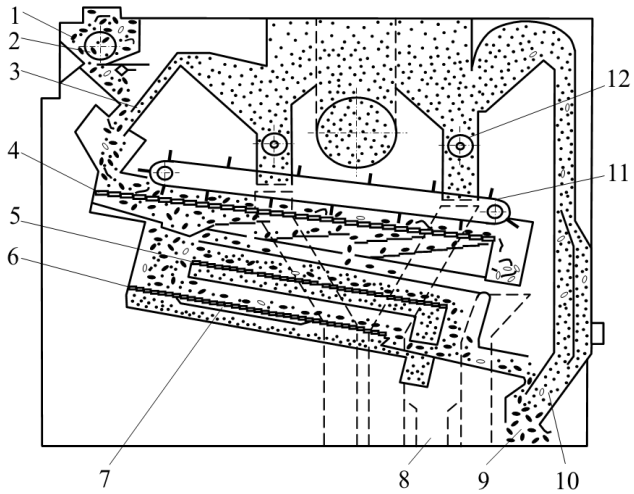
5.10 pav. Sietinės grūdų valomosios NSD veikimo schema:
1 – sėklų mišinys; 2 – bunkeris; 3 – viršutinis sietas; 4 – apatinis sietas; 5 – rėmas; 6 – išvalyti grūdai; 7 – sraigė; 8 – antrosios aspiracijos kanalas; 9 – ventiliatorius; 10 – sklendė; 11 – pirmosios aspiracijos kanalas

Pirmajame aspiracijos kanale 11 siurbiamas per grūdų sluoksnį oras atskiria dulkes ir lengvas priemaišas. Po aspiracijos dulkės ir lengvos priemaišos patenka į plėtimosi kamerą, kur yra nusodinamos ir atskiriamos nuo oro. Nevalytų grūdų srautas tolygiai tiekiamas ant viršutiniojo sieto 3. Ant viršutiniojo sieto atskiriamos stambios priemaišos, o grūdai su smulkiomis priemaišomis byra ant apatiniojo sieto 4. Pro apatinįjį sietą prabyra smulkios priemaišos, o grūdai nuo apatiniojo sieto patenka į antrosios aspiracijos kanalą 8.

Antrajame aspiracijos kanale pašalinamos lengvos priemaišos ir smulkūs lengvi bei suskaldyti grūdai. Plėtimosi kameroje nusėdusios priemaišos transportuojamos sraigėmis 7 [7].

Pirminio grūdų valymo mašinų našumui padidinti įrengiamas trečiasis sietas. Valomoji mašina sudaryta iš dviejų aspiracijos kanalų, trijų sietų ir grandiklinių sietų valiklių (5.11 pav.).

Į valymo mašiną *Petkus* K527A valomi grūdai tiekiami pro angą 1. Jos apačioje yra tiekiklis 2, kuris tolygiu srautu beria grūdus į pirmosios aspiracijos kanalą 3. Tiekiamų grūdų kiekį galima keisti sklende. Padidinus angą, grūdų išbyra daugiau. Pirmosios aspiracijos kanale iš grūdų nusiurbiamos lengvos ir skrajos priemaišos. Pirmosios aspiracijos kanalas 3 yra nuožulnus. Oro greitis jame reguliuojamas sklende.

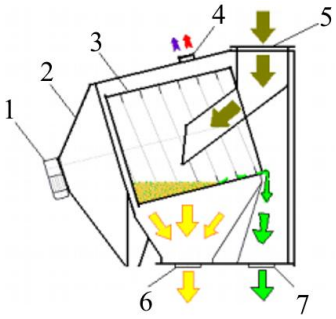


5.11 pav. Pirminio grūdų valymo mašinos *Petkus K527A* schema:
1 – grūdų įpylimo anga; 2- tiekiklis; 3 – pirmosios aspiracijos kanalas; 4, 5, 6 – viršutinysis, vidurinysis ir apatinysis sietai; 7 – apatiniojo sieto valiklis (šepetys); 8 – priemaišų kanalas; 9 – išvalytų grūdų anga; 10 – pagrindinės aspiracijos kanalas; 11 – grandiklinis transporteris; 12 – priemaišų sraigė

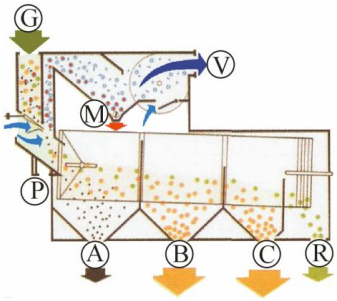
Grūdai ir pirmosios aspiracijos nenusiurbtos mažiau skrajos priemaišos patenka ant viršutiniojo sieto 4 (5.11 pav.). Pirmasis sietas sudarytas iš trijų dalių. Pro viršutiniojo sieto pirmąją dalį prabirę grūdai ir dalis prabirusių pro antrąją dalį patenka ant apatiniojo sieto. Kiti grūdai patenka ant viduriniojo sieto 5. Vidurinysis 5 ir apatinysis 6 sietai įtaisyti apatinėje sietinėje. Abi sietinės švytuoja priešingomis kryptimis. Vidurinysis 5 ir apatinysis 6 sietai sudaryti iš dviejų dalių. Abu šie sietai atskiria smulkias priemaišas, kurios latakais nubyra į priemaišų kanalą 7. Pro viršutiniojo sieto pirmąją ir antrąją dalis prabyra apie 90 % visų valomų grūdų. Atskirų pirmojo sieto dalių skylučių dydis nevienodas. Pavyzdžiui, valant kviečius, viršutiniojo sieto pirmosios dalies skylučių skersmuo yra 10,0 mm, antrosios – 9,0 mm ir trečiosios – 8,0 mm. Viduriniojo 5 ir apatiniojo 6 sietų skylutės būna pailgos [2, 3].

Pirmosios sietinės posvyrio kampas pastovus, o antrosios – reguliuojamas. Skalė, rodanti sietinės pasvirimą, sužymėta 2/3° intervalais. Viduriniojo 5 ir apatiniojo 6 sietų apačioje yra valikliai (šepečiai) 7, kurie valo užsikimšusias sietų skylutes. Valymo intensyvumas reguliuojamas reguliavimo varžtais, priartinant arba atitolinant valiklius. Ant viduriniojo ir apatiniojo sieto sulaikyti grūdai patenka į antrosios (pagrindinės) aspiracijos vertikalųjį kanalą 10. Čia atskiriami neišsivystę grūdai ir skrajos priemaišos. Oro greitis antrosios aspiracijos kanale yra didesnis negu pirmosios, jis reguliuojamas sklende ir skląsčiu. Apytiksliai oro greitis nustatomas sklende. Patikrinus valymo kokybę ir sveikų grūdų kiekį nusiurbtuose priemaišose, racionalus oro greitis sureguliuojamas skląsčiu. Išvalyti grūdai išbyra pro angą 9. Didžiausias valomosios našumas – 50 $t \cdot h^{-1}$, tačiau jei grūdai labai užteršti priemaišomis, našumas siekia vos 20 $t \cdot h^{-1}$. Bendra elektros variklių galia – 13 kW. Siekiant apsaugoti darbininkus nuo nelaimingų atsitikimų, atidarius veikiančios valomosios dureles, automatiškai išsijungia elektros srovė.

Valomosios su kampu pakreiptais cilindriniais sietais dažniausiai yra nesudėtingos konstrukcijos, jų valdymas yra paprastas (5.12 pav.).



5.12 pav. Valomosios su kampu pakreiptu cilindriniu sietu schema:
1 – elektros variklis; 2 – rėmas; 3 – cilindrinis sietas; 4 – dulkių nusiurbimo anga; 5 – grūdų įpylimo anga; 6 – išvalytų grūdų kanalas; 7 – ilgų priemaišų kanalas

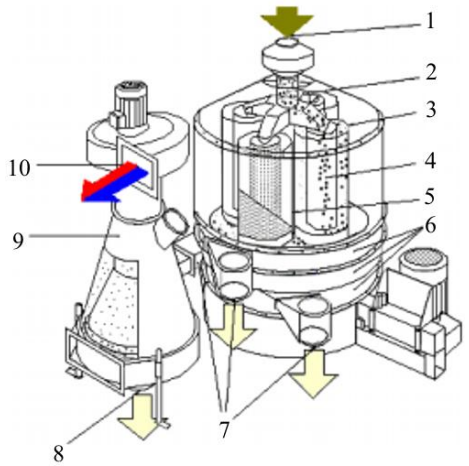


5.13 pav. Cilindrinės grūdų valomosios schema:
A – smulkios sunkios priemaišos; B, C – išvalyti grūdai; G – nevalyti grūdai; M – skrajos priemaišos; P – nevalytų grūdų teikimo kanalas; R – stambios priemaišos; V – skrajų priemaišų kanalas

Nevalyti grūdai tiekiami ant sukamo cilindro 3, kurį lėtai (apie 15 min^{-1}) suka elektros variklis 1, vidinio paviršiaus. Grūdai yra maišomi ir vartomi, kol prabyra pro sietą, o ilgos priemaišos ir netelpantys pro skylutes grūdai slenka cilindro apačia ir išbyra iš valomosios. Sietai parenkami su atitinkamos formos ir dydžio skylutėmis, priklausomai nuo matmenų, pagal kuriuos grūdai valomi ar rūšiuojami. Valomojoje ant būgno gali būti sumontuoti keli sietai su skirtingomis skylutėmis, tada grūdai ne tik valomi, bet ir rūšiuojami [4, 6].

Law-Denis EAC serijos valomosiose gali būti sumontuotas nuo 460 mm iki 1610 mm skersmens cilindrinis sietas. Šios valomosios yra daug našesnės, nes cilindras pakreiptas grūdams judėti palankiu kampu (5.13 pav.). Prieš grūdams patenkant ant sieto vidinio paviršiaus, pneumatiniu separatoriumi atskiriamos skrajos priemaišos. Valomosios našumas, rūšiuojant sausų kviečių grūdus, gali kisti nuo 4 $t \cdot h^{-1}$ iki 210 $t \cdot h^{-1}$ [3]. Mažiausio našumo mašinų cilindrą sudaro 2 arba 3 sietai, didžiausio – 4 arba 5. Sietai gali būti vienodo arba skirtingo skersmens skylutėmis.

Valomosios su vertikaliais cilindriniais sietais dažniausiai sudarytos iš vertikaliai sumontuotų cilindrinių sietų, kurie sukami apie valomosios ašį, o jų viduje esantys vidiniai sietai dar priverstinai sukami apie savo ašį. Nevalytus grūdus srauto dalytuvas nukreipia į besisukančius vidinius cilindrinius sietus. Veikiami išcentrinės jėgos grūdai bei smulkios priemaišos prabyra pro sietų skylutes ir patenka į atitinkamus grūdų bei priemaišų kanalus. Stambios priemaišos neprakrinta pro vidinio sieto skylutes ir nukrinta į stambių priemaišų kanalą. Valomosios centre lygiagrečiai cilindriniams sietams montuojami šepečiai, kurie valo besisukančių išorinių cilindrinių sietų paviršių. Naudojant tokią valomąją, dėl aktyvaus valomosios poveikio grūdams nuo jų paviršiaus pašalinami ir įvairūs kenksmingi mikroorganizmai [2, 3, 9].



5.14 pav. *Damas Sigma* vertikali grūdų valymo mašina su pneumatiniu separatoriumi [6]:
1 – nevalytų grūdų bunkeris; 2 – grūdų srauto dalytuvas; 3, 5 – vidinis ir išorinis cilindriniai sietai; 4 – stambios priemaišos; 6, 7 – angos ir kanalai skirtingoms grūdų bei priemaišų frakcijoms; 8 – išvalytų grūdų kanalas; 9 – *Damas Pulco* pneumatinis separatorius; 10 – skrajų priemaišų kanalas

Damas Sigma vertikaliąją grūdų valomąją sudaro keturios poros vertikaliai sumontuotų cilindrinių sietų 3 ir 5 (5.14 pav.), kurie sukami apie vertikalią valomosios ašį. Be to, vidiniai sietai 3 dar priverstinai sukami apie savo ašį. Nevalytus grūdus srauto dalytuvas 2 nukreipia į besisukančius vidinius cilindrinius sietus 3. Veikiami išcentrinės jėgos grūdai ir smulkios priemaišos prabyra pro sietus 3 ir 5, patenka į atitinkamus grūdų ir priemaišų kanalus 7. Stambios priemaišos neprasiskverbia pro vidinio sieto skylutes ir nukrinta į stambių priemaišų kanalą. Valomosios centre lygiagrečiai cilindriniams sietams gali būti sumontuoti šepečiai, kurie valo besisukančių išorinių cilindrinių sietų paviršių. Priklausomai nuo valomų grūdų drėgnio ir mašinos gabaritų (valymo kameros skersmuo 1635–2300 mm, aukštis 2140–2600 mm), našumas gali kisti nuo 45 $t \cdot h^{-1}$ iki 220 $t \cdot h^{-1}$ kviečių grūdų.

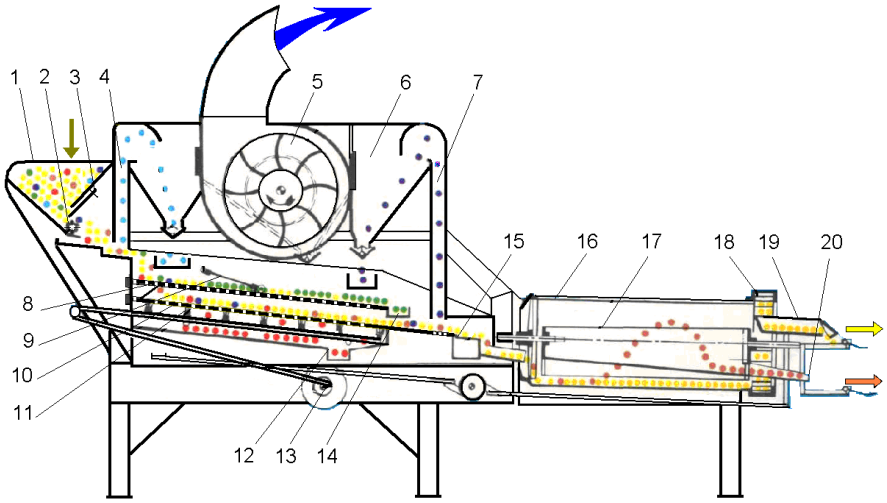
5.5. Antrinio grūdų valymo ir rūšiavimo mašinos

Antriniam grūdų valymui šiuo metu dažniausiai naudojamos valomosios su plokščiais ar cilindriniais sietais, aspiracijos kanalais bei trijeriais.

Valomoji *Petkus Gigant* K 531 skirta preliminariai išvalytų grūdų antriniam valymui. Su šia valomąja galima išvalyti javų grūdus bei žolių ir kitas sėklas. Valomąją sudaro du aspiracijos kanalai 4 ir 7, trijeriai, ventiliatorius 5, rėmas ir pagalbinės dalys (5.15 pav.) [2, 5].

Nevalyti grūdai supilami į tiekimo bunkerį 1. Iš jo dozatorius 2 tolygiu srautu tiekia grūdus į pirmąjį aspiracijos kanalą. Ventiliatoriaus 5 sukurtas oro srautas nusiurbia lengvas priemaišas, o grūdai byra ant viršutiniojo sieto 8. Sietui švytuojant, pro skylutes prabyra grūdai ir smulkios priemaišos, o stambios priemaišos slenka sieto paviršiumi, kol patenka į kanalą 14. Kad viršutinysis sietas 8 neužsikimštų ir grūdai judėtų greičiau, virš jo įtaisytas daužiklis 9.

Prabirę pro viršutinį sietą grūdai ir smulkios priemaišos nukrinta ant apatiniojo sieto 10. Pro apatinį sietą neprabyra grūdai, o prabirusios smulkios žolių sėklos ir žemės nukrinta ant sietinės dugno. Nuo sietinės dugno jos nukreipiamos į kanalą 12. Kad neužsikištų priemaišomis, valomosios apatinį sietą 10 nuolat valo po sietu esantys šepečiai 11.

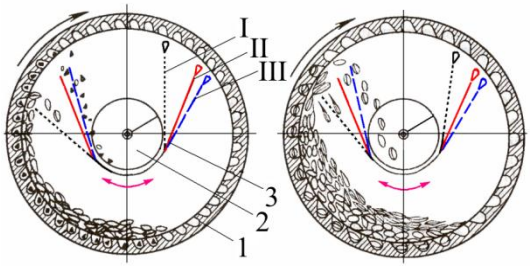


5.15 pav. Valomosios *Petkus Gigant K 531* schema:
1 – tiekiamų grūdų bunkeris; 2 – dozatorius; 3 – sklendė; 4, 7 – pirmosios ir antrosios aspiracijos kanalai; 5 – ventiliatorius; 6 – nusodinimo kamera; 8, 10 – viršutinysis ir apatinysis sietai; 9 – daužiklis; 11 – šepečiai; 12, 14 – trumpų ir ilgų priemaišų kanalai; 13 – pavara; 15 – grūdų kanalas su sklende; 16 – trijerio cilindras; 17 – lovelis; 18 – mentinis elevatorius; 19, 20 – sveikų ir skaldytų grūdų latakai

Grūdai, neprabirę pro apatinio sieto skylutes, patenka į antrąjį aspiracijos kanalą 7, kur nusiurbiami neišsivystę ir lengvi grūdai, piktžolių galvučių nuolaužos ir panašios priemaišos. Išvalyti grūdai byra į kanalą 15, kuriame yra sklendė. Uždarius sklendę, grūdai byra į du trijerius. Jei trijeriai yra trumpų priemaišų, tai į lovelius 17 patenka skaldyti grūdai ir trumpos priemaišos. Trijerių cilindrai 16 gali būti keičiami. Valant javus naudojamas cilindras, kurio 2/3 sudaro 5,6 mm skersmens duobutės, o likusią dalį – 7,1 mm skersmens duobutės. Išvalyti grūdai cilindro 16 dugnu slenka į trijerio galą, iš kur mentiniu elevatoriumi 18 tiekiami į lataką 19. Skirtingų rūšių grūdams yra parenkami sietai su skirtingų matmenų skylutėmis, pvz., kviečiams naudojamas viršutinis sietas su pailgomis 3,00–3,25 mm pločio arba su apvaliomis 4,50 mm skersmens skylutėmis, o apatinis sietas su pailgomis 2,24–2,50 mm pločio skylutėmis. Didžiausias Valomosios *Petkus Gigant* K 531 bendras sietų plotas yra 2,08 m^2, darbo našumas – 3,5 $t \cdot h^{-1}$. Valomoji *Gigant* K 531 komplektuojama dviem trijeriniais cilindrais, kurie dirba lygiagrečiai. Todėl ja vieno valymo metu galima atskirti tik trumpas arba, pakeitus trijerio cilindrus, tik ilgas priemaišas [2, 3].

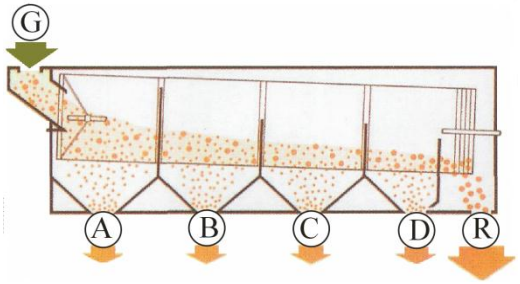
Pagal paskirtį cilindriniai trijeriai skirstomi į trumpų priemaišų (skaldytų grūdų atskyrimo) ir ilgų priemaišų trijerius (5.16 pav.). Jų pagrindinis skirtumas yra duobučių skersmuo, pavyzdžiui, kviečių grūdams ilgų priemaišų trijerio duobutės būna 8,5–9,0 mm, trumpų – 4,5–5,6 mm skersmens. Trumpų priemaišų trijeriuose (5.16 pav., *a*) trumpi (skaldyti) grūdai sukamo cilindro duobutėse būna ilgesnį laiką nei sveiki grūdai, todėl patenka į lovelį. Ilgų priemaišų trijeriuose (5.16 pav., *b*) į lovelį patenka sveiki grūdai, o ilgos priemaišos slenka cilindro apačia, kol išbyra iš trijerio.

Cilindrinė grūdų valomoji *Law-Denis* grūdus gali rūšiuoti į penkias frakcijas (5.17 pav.).



a *b*

5.16 pav. Trumpų (a) ir ilgų (b) priemaišų trijerių schemos:
1 – cilindras su duobutėmis; 2 – sraigė; 3 – lovelis; I – per žema lovelio padėtis; II – vidurinė padėtis; III – per aukšta padėtis



5.17 pav. *Law-Denis* grūdų rūšiavimo mašinos schema:
A, B, C, D – rūšiuoti pagal tam tikrą matmenį grūdai;
G – nerūšiuoti grūdai; R – didžiausi grūdai

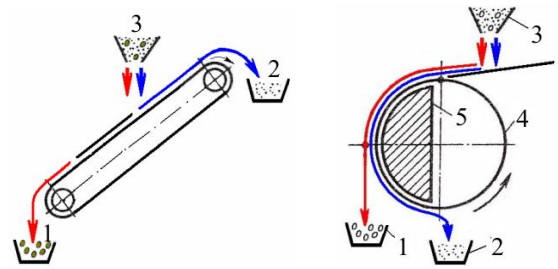
Valomojoje yra keičiami būgno sukimosi dažnis bei posvyrio kampas nuo 1,5 iki 5°. Cilindrą sukant didesniu nei optimaliu dažniu, sumažėja valymo tikslumas, nes grūdai pradeda šokinėti [2].

Grūdų valomosios *Petkus K 547 A* veikimas yra analogiškas valomosios *Petkus K 527 A* (5.11 pav.) veikimo principui.

5.6. Specialiosios grūdų valomosios

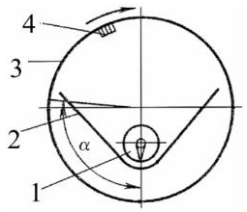
Audeklinė valomoji (5.18 pav., *a*) sudaryta iš vienos arba kelių audeklinių juostų, juosiančių vieną ar kelias poras būgnų. Audeklas sudaro vieną arba keletą pasvirusių plokštumų, kurių paviršiumi slysta valomos sėklos. Sėklos su glotniu ir slidžiu paviršiumi slysta žemyn, o su šiurkščiu – prikimba prie audeklo, judančio priešinga kryptimi, negu slysta grūdai. Audeklinės valomosios juostos judėjimo greitis keičiamas nuo 0,65 $m \cdot s^{-1}$ iki 0,85 $m \cdot s^{-1}$. Valant linų sėklas, audeklinės juostos pakreipiamos 35–45° kampu, o dobilų – 20–30° kampu.

Valant elektromagnetinėmis valomosiomis (5.19 pav., *b*) sėklos sumaišomos su geležies milteliais, kuriais aplimpa tik šiurkštų paviršių turinčios sėklos. Taip paruoštas mišinys slysta besisukančio būgno paviršiumi, kurio viduryje yra elektromagnetas (arba magnetas), veikiantis vieną būgno pusę. Neaplipusios metalo milteliais glotnaus paviršiaus sėklos slidžiu paviršiumi krinta į talpą 1, o milteliais aplipusios šiurkštaus paviršiaus sėklos pritraukiamos prie būgno paviršiaus. Būgno paviršiui pasisukus į magnetinio lauko neveikiamą zoną sėklos krinta į talpą 2. Būgno paviršius gaminamas iš spalvoto neįsimagnetinančio metalo. Gaminamų elektromagnetinių valomųjų būgno skersmuo ir ilgis – 500 mm, sūkių dažnis – 30 min^{-1} [2, 3]. Elektromagnetinėmis valomosiomis išvalyti grūdai tinka tik sėklai, maistui juos naudoti nerekomenduotina. Valant grūdus šiuo metodu, reikia naudoti papildomas apsaugos priemones, nes metalo miltelių dulkės yra pavojingos sveikatai.



a *b*

5.18 pav. Pagal paviršiaus šiurkštumą valančios audeklinė (*a*) ir elektromagnetinė (*b*) valomoji [3]:
1 – talpa glotnaus paviršiaus sėkloms; 2 – talpa šiurkštaus paviršiaus sėkloms; 3 – nevalytų sėklų talpa; 4 – būgnas; 5 – elektromagnetas

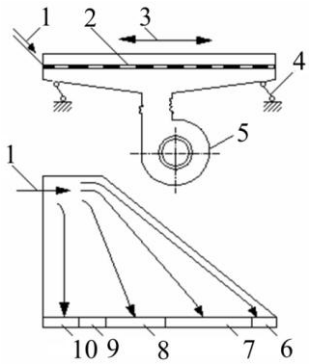


5.19 pav. Trijeris su kibiu vidiniu paviršiumi:
1 – sraigė; 2 – lovelis; 3 – trijerio cilindras; 4 –šepetėlis; α – lovelio padėties kampas

Grūdus pagal paviršiaus šiurkštumą galima skirstyti ir trijeriais. Tokiuose trijeriuose cilindro vidinis paviršius yra kibus (5.19 pav.).

Šiurkščios sėklos prilimpa prie besisukančio cilindro 3 vidinio paviršiaus ir keliamos aukštyn, kol šepetėliai 4 jas nubraukia į lovelį 2. Glotnaus paviršiaus sėklos slysta cilindro paviršiaus dugnu, kol išbyra.

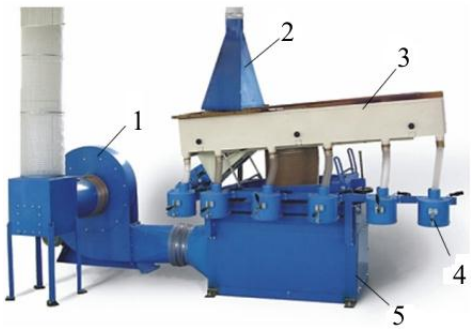
Pneumatiniu grūdų rūšiavimo stalu grūdus rūšiuojame pagal tankį. Pneumatinį stalą sudaro dviem kryptim pasviręs švytuojantis tinklas 2 (5.20 pav.), jo apačioje esantis ventiliatorius 5 pučia orą iš apačios pro tinklą. Rūšiuojant javus, dedamas tinklas su kvadratinėmis 0,8×0,8 mm skylutėmis (tinklas nuo sieto skiriasi tuo, kad pro jį neprabyra priemaišos). Valant žolių sėklas, naudojamas tinklas su kvadratinėmis 0,5×0,5 mm skylutėmis. Vietoje tinklo galima naudoti ir retą audeklą [2, 3].



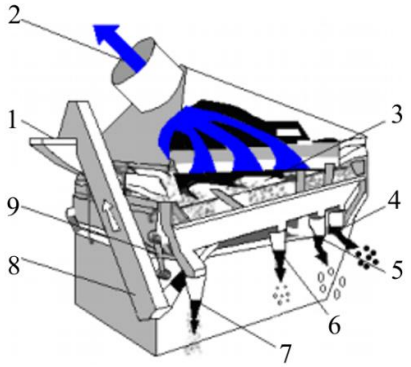
5.20 pav. Slėginio pneumatinio grūdų rūšiavimo stalo veikimo schema:
1 – grūdai; 2 – švytuojantis tinklas; 3 – tinklo švytavimo kryptys; 4 – pavara; 5 – ventiliatorius; 6 – sunkios (didelio tankio) priemaišos; 7 – pirmos rūšies sėklos; 8 – antros rūšies sėklos; 9 – lengvų priemaišų ir sėklų mišinys; 10 – lengvos priemaišos ir neišsivysčiusios sėklos

Pneumatiniu stalu valami grūdai pilami ant švytuojančio tinklo 2 (5.20 pav.) kampo. Tinklas turi nuolydį tiek skersine (3–5°), tiek išilgine (0,5–3°) kryptimi. Iš tinklo apačios ventiliatoriumi 5 pučiamas oras, kuris sumažina grūdų sąlytį su tinklo paviršiumi. Taip grūdai ir priemaišos pasiskirsto pagal jų tankį. Arčiausiai lieka lengvos priemaišos 10, o toliausiai nuslenka sunkios priemaišos 6 [3,4].

Pneumatiniai grūdų rūšiavimo stalai būna dviejų tipų: slėginiai ir vakuuminiai. Slėginiuose grūdų rūšiavimo staluose ventiliatoriai įrengiami po švytuojančiu sietu. Oro srautas, tekėdamas pro sieto skylutes (iš apačios) purena grūdų ir priemaišų mišinį. Slėginiai grūdų rūšiavimo stalai yra naudojami klasifikuoti sėklas ir kitas medžiagas pagal tankį arba lyginamąjį svorį. Tai svarbu, kai sėklos ir priemaišos yra panašaus dydžio, bet skirtingo tankio. Slėginiais pneumatiniais grūdų rūšiavimo stalais galime atskirti ir nedidelius akmenukus.



5.21 pav. Slėginis pneumatinis grūdų rūšiavimo stalas:
1 – ventiliatorius; 2 – grūdų (sėklų) tiekimo bunkeris; 3 – stalas; 4 – anga; 5 – korpusas



5.22 pav. Vakuuminis pneumatinis grūdų rūšiavimo stalas [3]:
1 – grūdų tiekimo anga; 2 – skrajų priemaišų kanalas; 3 – stalas; 4 – sunkioji frakcija; 5 – vidutinė frakcija; 6 – lengvoji frakcija; 7 – priemaišos; 8 – transporteris; 9 – pavara

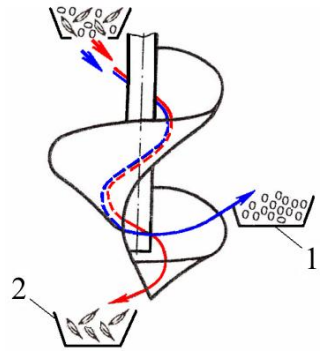
Slėginiu pneumatiniu grūdų rūšiavimo stalu sėklas ir grūdus galima valyti bei skirstyti į frakcijas (5.21 pav.). Iš apačios per platų ir lygų sietą yra tiekiamas oro srautas. Rūšiuojamos sėklos yra gana lengvos. Sėklos, veikiamos oro srautu, suskirstomos į lengvesnes ir sunkesnes frakcijas. Lengvesnės frakcijos sėklos kyla į viršutinę sluoksnio dalį, o sunkesnės lieka arčiau sieto paviršiaus. Dėl sieto nuolydžio sunkesnės dalelės juda link išbyrėjimo angų 4 ir išbyra per sklendes. Stalo viršus yra sudarytas iš dviejų, statmenų viena kitos atžvilgiu, plokštumų.

Vakuuminiuose grūdų rūšiavimo staluose ventiliatoriai įrengiami virš sieto (5.22 pav.). Ventiliatorius, siurbdamas orą pro sieto skylutes, purena rūšiuojamų sėklų sluoksnį. Sėklas rūšiuojant vakuuminiu pneumatiniu stalu aplinka mažiau užteršiama dulkėmis nei slėginiu [2].

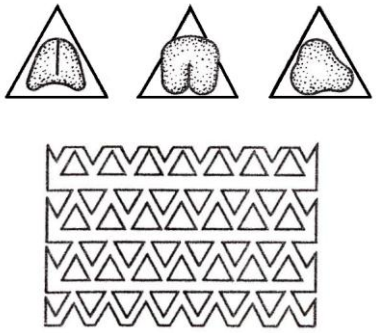
Sėklas pagal jų formą galima rūšiuoti gyvatuku (5.23 pav.). Taisyklingos rutulio formos sėklos nuožulnia plokštuma rieda greičiau už plokščias. Slysdamas sraigto paviršiumi, rutulio formos sėklos įgauna didesnį greitį ir inercijos jėgą, todėl jos atitolsta didesniu atstumu nuo gyvatuko ašies negu plokščios sėklos. Rutulio formos sėklos patenka talpą 1, o plokščios sėklos paviršiumi slysta lėtai ir subyra į talpą 2. Taip gali būti atskiriamos avižos nuo žirnių ar vikių.

Sietai, kurių skylutės yra kvadratinės ar trikampės, atskiria skylučių formą atitinkančias sėklas. Pavyzdžiui, pro trikampes sietų skylutes prabyra grikių sėklos, kurių forma artima trikampiui (5.24 pav.).

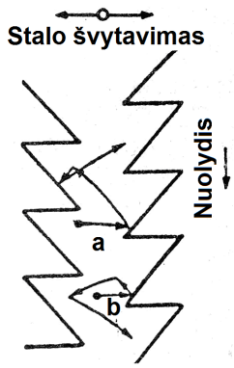
Grūdus galima suskirstyti ir pagal jų standumą. Atsimušę į kietą paviršių standūs grūdai nušoka toliau už nestandžius. Taip galima juos suskirstyti į atskiras frakcijas, atskiriant standžius, labiau subrendusius grūdus nuo mažiau standžių, nesubrendusių ir blogiau išsivysčiusių [2, 3]. Tokios valomosios veikimo principas pateiktas (5.25 pav.).



5.23 pav. Gyvatuko schema:
1 – talpa apvalios formos grūdams;
2 – talpa plokščios formos grūdams



5.24 pav. Sieto trikampėmis skylutėmis schema

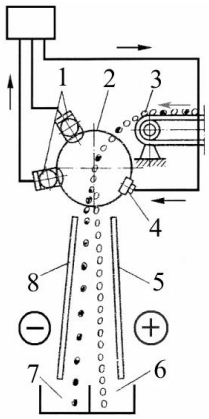


5.25 pav. Grūdų suskirstymas pagal jų standumą

Norint pasiekti didesnį tokios valomosios našumą mašinoje įrengiama daugiau tokių švytuojančių stalų. Tiekiant ant švytuojančio stalo per daug grūdų, atšokę nuo kieto paviršiaus grūdai susiduria vienas su kitu, todėl blogėja atskyrimo kokybė.

Pagal spalvą rūšiuojančios mašinos yra brangios, jos naudojamos maisto pramonės įmonėse. Grūdai horizontaliu transporteriu 3 tiekiami į optinę zoną 2, kurioje jų paviršius yra apšviečiamas (5.26 pav.).

Atsispindėjusi nuo grūdų paviršiaus šviesa sužadina fotoelementus 1, kuriuose, priklausomai nuo grūdų spalvos, sužadinama skirtingo stiprio srovė. Sužadinta elektros srovė teka žadinimo elektrodu 4, kuris tamsesnės spalvos grūdus įkrauna teigiamu krūviu. Krintant grūdams teigiamo krūvio elektrodas 5 nukreipia neigiamo krūvio elektrodo 8 kryptimi, kuris dar labiau jas pritraukia, todėl tamsesni (sugedę) grūdai patenka į talpą 7. Šviesesnės spalvos paviršiaus grūdai patenka į talpą 6. Taip grūdai surūšiuojami pagal jų optines savybes – spalvą [2, 8].



5.26 pav. Fotoelektrinio įrenginio schema:
1 – fotoelementai; 2 – optinė zona; 3 – transporteris; 4 – žadinimo elektrodas; 5, 8 – reflektoriai; 6, 7 – sveiku ir sugedusiu grūdu talpos

5.7. Valomųjų darbo kokybės, pralaidumo ir našumo nustatymas

Atskyrimo pilnumo rodiklis. Grūdų valymo mašinų darbo kokybei įvertinti naudojamas grūdų masės atskyrimo pilnumo rodiklis ir pilnaverčių grūdų nuostoliai atliekose.

Atskyrimo pilnumo rodiklis ε_p surandamas iš šios lygties:

$$\varepsilon_p = (m_n - m_0)/m_n, \tag{5.1}$$

čia: m_n – priemaišų arba nepilnaverčių grūdų, esančių visame valomame mišinyje dalis kg;

m_0 – priemaišų arba frakcijos, neatitinkančios išvalytiems (surūšiuotiems) grūdams keliamų reikalavimų, dalis kg.

Masei m_n nustatyti iš įvairių valomo mišinio vietų imami ėminiai, kurių masė artima 1 kg. Ėminių masę kruopščiai permaišius, atskiriame 25–50 g mišinio (mažesnės reikšmės atitinka smulkiasėkliams, didesnės – stambiasėkliams augalams). Iš mišinio atrenkamos priemaišos ir nustatoma jų masė m_n.

Masė m_o randama iš išvalytų grūdų ėminio, veikiant valomajai ne trumpiau kaip 5–10 min. Iš gerai išmaišyto ėminio atskiriama 25–50 g mišinio. Atskiriamos priemaišos arba nepilnaverčiai grūdai, svėrimo būdu nustatoma jų masė m_o. Naudojant sietinius sėklų klasifikatorius ir kitas valomąsias, analizuojamų ėminių išvalytų grūdų masė turi būti 4–5 kartus didesnė už aukščiau nurodytą.

Rodiklis ε_p pradiniam grūdų valymui turi būti ne mažesnis kaip 0,5, pirminiam valymui – 0,6, antriniam – 0,8.

Leistinas pilnaverčių grūdų kiekis atliekose po valymo – 0,2 % pradiniam valymui, 0,5 % – pirminiam valymui ir 3 % – antriniam.

Valomųjų pralaidumas ir našumas. Nominaliu valomosios pralaidumu $Q_{ON,}$ kuris yra nurodytas mašinos instrukcijoje, priimtas laidumas $t \cdot h^{-1}$ valomajai valant kviečius. Tai kiekis per 1 h, išvalyto arba surūšiuoto $w \leq 16$ % drėgnio mišinio, kurio atskyrimo pilnumo rodiklis ε_p ir grūdų nuostoliai nurodyti aukščiau.

Valomosios pralaidumas, valant kitų augalų grūdus bei sėklas, kurių drėgnis $w \geq 16$ %, randamas, atsižvelgiant į teorinį valomosios pralaidumą $Q_{ON,}$ priimant, kad valomų grūdų drėgniui padidėjus 1,% daugiau nei 16 %, pralaidumas Q_{ON} sumažėja 3 %. Iš to seka:

$$q_0 = k_K Q_{ON}\left(1 - \frac{w_1 - 16}{100} \times 3\right), \tag{5.2}$$

čia: k_K – ekvivalentiškumo koeficientas, įvertinantis valomos grūdų savybes: kviečiams ir grikiams $k_K = 1$, rugiams ir kukurūzams – 0,9, miežiams – 0,8, avižoms – 0,6, grikiams ir ryžiams – 0,5, saulėgrąžoms – 0,3, žolių sėkloms – 0,2, daržovių sėkloms – 0,1.

Grūdų valomųjų ir rūšiavimo mašinų našumas Q_M, įvertinus mašinų pralaidumą q_0, randamas:

$$Q_M = \tau_P q_0, \tag{5.3}$$

čia: τ_P – pamainos darbo laiko išnaudojimo koeficientas: $\tau_P = 0{,}80–0{,}85$.

Kontroliniai klausimai	*1. Kuo skiriasi sėklų valymas nuo rūšiavimo?*
	2. Kokius žinote sėklų valymo ir rūšiavimo principus?
	3. Apibūdinkite sėklų valymą pagal matmenis?
	4. Kokie yra svarbiausi valymo ir rūšiavimo pagal aerodinamines savybes principai?
	5. Apibūdinkite sėklų valymą pagal paviršiaus šiurkštumą?
	6. Pagal kokią sėklų savybę rūšiuoja gyvatukas?
	7. Apibūdinkite pirminio grūdų valymo mašinas?
	8. Kuo skiriasi antrinio grūdų valymo mašinos nuo pirminio valymo mašinų?
	9. Kokie parametrai turi įtakos valomųjų darbo kokybei?
	10. Kaip nustatomas valomųjų našumas?

Literatūros sąrašas

1. Lietuvos žemės ūkis 2009 m. Statistikos departamentas, 2010. 65 p.
2. Valomosios [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <www.bokstuva.lt/lt/grudu.../valomosios>. [Žiūrėta 2011 m. birželio 20 d.].
3. Steponavičius D., Martinkus M., Jasinskas A. Valomosios ir džiovyklos: mokomoji knyga. Akademija, 2006. 65 p.
4. Žemės ūkio mašinos: [vadovėlis] / Sudarytojas V. Gerulaitis. Vilnius, 1994. 231 p.
5. Cleaning methods: Winnowing [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.knowledgebank.irri.org/postproductioncourse/module03/Lesion_06.htm>. [Žiūrėta 2011 m. birželio 21 d.].
6. Cleaning should be done in a way that causes the least damage to the sample and does not waste good seeds [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www2.bioversityinternational.org/publications/Web_version/188/ch04.htm>. [Žiūrėta 2011 m. birželio 21 d.].
7. The primary method of seed cleaning is the air-screen separator [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://reveg-catalog.tamu.edu/12-Seed%20Processing.htm>. [Žiūrėta 2011 m. birželio 21 d.].
8. Tea color sorter [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.yjtoe.com/e_index.asp>. [Žiūrėta 2011 m. rugsėjo 17 d.].
9. Sigma data [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.damas.com/products/industrial/sigma/data>. [Žiūrėta 2011 m. rugsėjo 21 d.].

6. DŽIOVYKLOS

6.1. Grūdų džiovinimo technologiniai reikalavimai

Grūdų džiovinimas – vienas iš konservavimo arba grūdų masės biologinio aktyvumo sumažinimo būdų, kuomet iš grūdų pašalinamas vanduo.

Pagrindinis grūdų (sėklų) džiovinimo tikslas – pagerinti jų išsilaikymą sandėliavimo metu. Džiovinimo metu pagerėja grūdų kokybė bei sėklinių grūdų brendimas po nuėmimo, tai padidina jų dygimo energiją. Be to, veikiant aukštoms temperatūroms žūsta nemažai kenkėjų ir sumažinama mikrobiologinė tarša.

Beveik visus mūsų respublikos sąlygomis augintus ir nuimtus grūdus prieš laikymą reikia džiovinti. Nuimtų ir į sandėlį atvežtų grūdų drėgnis dažniausiai būna apie 20 %, tačiau gali siekti net ir 30 %.

Priklausomai nuo grūdų drėgnio, jų džiovinimui galima taikyti atitinkamą technologiją: grūdus, kurių drėgnis iki 22 %, galima išdžiovinti aktyviąja ventiliacija; grūdus, kurių drėgnis nuo 22 % iki 28 %, vieną kartą perleidus per šiluminę džiovyklą, galima baigti džiovinti aktyviąja ventiliacija; grūdus, kurių drėgnis didesnis kaip 28 %, reikia džiovinti šiluminėse džiovyklose kelis kartus.

Išdžiovintų ir ilgalaikiam saugojimui supiltų grūdų drėgnis neturi viršyti 14–15 %. Išdžiovintų elitinės ar pirmos rūšies javų sėklų, pagal sėklos kokybės reikalavimus, daigumas turi būti ne mažesnis kaip 85 %.

Prieš džiovinimą grūdus reikia išvalyti preliminariuoju arba pirminiu valymu. Tai sumažina džiovinimo energijos sąnaudas, nes nedžiovinamos priemaišos. Pagerėja grūdų judėjimas džiovyklose, tai leidžia vienodžiau įkaitinti grūdų sluoksnį. Ypač svarbu pašalinti ilgas žolines priemaišas (ilgesnes kaip 50 mm). Jų grūduose neturėtų būti daugiau kaip 0,2 %. Bendras priemaišų kiekis džiovinamuose grūduose neturi viršyti 4% [3].

Džiovinimo proceso pagrindiniai parametrai yra maksimali grūdų įkaitimo temperatūra t_{max}, grūdų išbuvimo aukštoje temperatūroje laikas τ ir džiovinimo agento temperatūra t_a. Tikslesniam džiovinimo proceso apibūdinimui reikia atsižvelgti dar į du parametrus: džiovinimo agento filtracijos greitį pro grūdų sluoksnį v_a ir džiovinimo agento santykinį drėgnį φ. Nuo džiovinimo agento tekėjimo greičio priklauso grūdų sluoksnio būsena (vientisas, „verdantis“), o nuo drėgnio – gebėjimas sugerti drėgmę. Pastarasis parametras ypač svarbus džiovinant grūdus paprastu aplinkos oru.

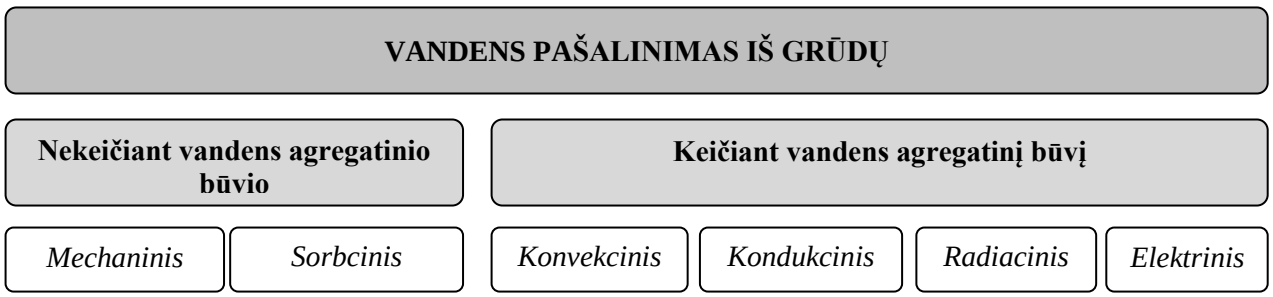
Visi parametrai yra glaudžiai susiję tarpusavyje. Svarbiausias parametras, nuo kurio priklauso ir visi kiti parametrai, yra leistina grūdų įkaitimo temperatūra. Leistina grūdų įkaitimo temperatūra priklauso nuo grūdų (sėklų) rūšies ir jų pradinio drėgnio (6.1 lentelė). Žinant leistiną grūdų įkaitimo temperatūrą ir pradinį gūdų drėgnį galima apskaičiuoti džiovinimo ekspozicijos laiką. Tik reikia atsiminti, kad normalus technologinis procesas daugelyje džiovyklų vyksta, kai pradinis grūdų drėgnis neviršija 30 %. Džiovinimo agento temperatūra turi būti 30–65 °C aukštesnė už leistiną grūdų įkaitimo temperatūrą, tačiau ji neturėtų viršyti aplinkos temperatūros daugiau kaip 110 °C, pavyzdžiui, jei lauke yra 20 °C, tai džiovinimo agento temperatūra neturi viršyti 130 °C. Tai sąlygoja temperatūriniai įtempimai kūrykloje. Išdžiovinti grūdai turi būti atvėsinti iki 5–10 °C aukštesnės temperatūros nei aplinkos oro temperatūra. Džiovinimo agento ir aplinkos oro reikia tiekti kuo daugiau, stebint, kad grūdai nebūtų išnešami lauk iš džiovyklos. Esant aplinkos oro drėgniui daugiau kaip 70 %, oro tiekimą aušinimui reikia sumažinti, kad grūdai nebūtų drėkinami.

6.1 lentelė. Leistinos maksimalios grūdų įkaitimo temperatūros [2].

Augalų rūšis	Pradinis drėgnis %	Grūdų įkaitimo ribinė temperatūra
Kviečiai	iki 20 daugiau kaip 20	50 45
Miežiai	nepriklauso nuo drėgnio	45
Rugiai	nepriklauso nuo drėgnio	60
Avižos	nepriklauso nuo drėgnio	50
Grikiai	nepriklauso nuo drėgnio	40
Žirniai	iki 20 daugiau kaip 20	40 35
Rapsai	iki 15 iki 20 iki 25 daugiau kaip 25	54 52 49 47

6.2. Grūdų džiovinimo būdai

Džiovinimo metu vanduo iš grūdų gali būti pašalinamas dviem metodais (6.1 pav.): 1) nekeičiant vandens agregatinio būvio; 2) keičiant vandens agregatinį būvį, t. y. jį paverčiant garais.



6.1 pav. Vandens pašalinimo būdai džiovinimo metu

Pirmuoju atveju vandens pašalinamas gali būti vykdomas *mechaniniu* (filtravimas, spaudimas, centrifugavimas) ir *sorbciniu* (grūdus maišant su drėgmę sugeriančiomis medžiagomis ar su ta pačia sausesne medžiaga) džiovinimo būdais.

Mechaninis būdas taikomas tuomet, kai medžiagoje (grūduose) yra laisvo vandens. Jis pašalinamas spaudžiant ir filtruojant, taip pat centrifugose, veikiant išcentrinėms jėgoms. Spaudimas ir filtravimas plačiai taikomas sulčių gamyboje. Centrifugavimas gali būti taikomas džiovinant sulytus grūdus.

Sorbcinis būdas naudojamas džiovinant birias medžiagas, kurios neatsparios šiluminiam poveikiui. Džiovinant šiuo būdu, drėgna medžiaga sumaišoma su drėgmę sugeriančia medžiaga (silikogeliu, kalcio chloridu ir kt.) ir kurį laiką išlaikoma. Drėgmę sugerianti medžiaga parenkama taip, kad ją vėliau būtų lengva atskirti nuo išdžiovintos medžiagos. Šis principas naudojamas ir maišant drėgnus grūdus su sausesniais tos pačios veislės grūdais, dėl to visų grūdų drėgnis suvienodėja. Džiovinant šiuo būdu, nereikalinga papildoma energija džiovinimo medžiagai šildyti ar ventiliuoti, tačiau proceso trukmė labai ilga (1–2 savaitės). Be to, reikia papildomų sandėliavimo patalpų, sudėtingas drėgmę sugeriančios medžiagos atskyrimas nuo grūdų ir išdžiovinimas.

Antrasis metodas pagrįstas papildomos šilumos medžiagai suteikimu bei skysčio būvio pakeitimu. Priklausomai nuo to, kaip džiovinamai medžiagai (grūdams) perduodama šiluma, skiriami: *konvekcinis, kondukcinis (kontaktinis), radiacinis* ir *elektrinis* džiovinimo būdai.

Konvekcinis būdas paremtas šilumos perdavimu džiovinamam objektui judančiu šilumos nešikliu (džiovinimo agentu). Džiovinimo agentas ne tik perduoda džiovinamai medžiagai šilumą, bet ir sugeria bei pašalina iš jos drėgmę. Kaip džiovinimo agentas, naudojamas oras, oro ir degimo produktų mišinys. Šis džiovinimo būdas plačiausiai taikomas grūdų džiovinime.

Kondukcinis (kontaktinis) būdas – tai toks džiovinimas, kai drėgna medžiaga (džiovinimo objektas) turi tiesioginį kontaktą su įkaitintu paviršiumi. Šiluma medžiagai perduodama kondukcija, t. y. šilumos laidumu. Kondukcinis būdas taikomas ir atmosferinėmis sąlygomis, ir vakuume. Šis būdas neužtikrina vienodo džiovinamosios medžiagos įkaitimo, reikia didelių kuro sąnaudų, neužtikrina reikiamos džiovinimo kokybės. Džiovinant vakuume pasiekiami geresni rezultatai, tačiau tam reikia sudėtingų įrenginių ir daug didesnės energijos sąnaudos.

Radiaciniu būdu džiovinant šiluma drėgnai medžiagai perduodama spinduline energija. Šį būdą galima suskirstyti į natūralų (saulės energija) ir dirbtiną (infraraudonieji spinduliai). Natūralų radiacinį būdą galima taikyti saulėtomis, vėjuotomis dienomis. Mūsų meteorologinėmis sąlygomis tai retai kada galima. Džiovinant dirbtinu radiaciniu būdu, naudojami infraraudonųjų spindulių generatoriai. Šis būdas pasižymi dideliais šiluminiais įtempimais švitinamo kūno paviršiuje, todėl jo taikymą riboja džiovinamų medžiagų savybės. Be to, džiovinimui infraraudonaisiais spinduliais reikia didelių energijos sąnaudų.

Elektrinis būdas – tai džiovinimas aukšto dažnumo elektros srove (ADS). Džiovinama medžiaga, atliekanti dielektriko vaidmenį, įdedama į ADS lauką tarp dviejų plokštelių (kondensatoriaus elektrodų). Medžiagos molekulės poliarizuojasi ir įgauna svyruojantį judesį, lydimą trinties. Dėl šios priežasties medžiaga įkaista, išgarinama drėgmė. Šis būdas, nepaisant kai kurių privalumų (greitas ir vienodas medžiagos įkaitinimas, didelis džiovinimo intensyvumas), neturi platesnio pritaikymo dėl didelių elektros energijos sąnaudų [1].

6.3. Džiovyklų klasifikacija

Džiovyklos gali būti klasifikuojamos pagal tam tikrą parametrą į įvairias kategorijas:

1. Pagal džiovinimo agento temperatūrą – į žemos temperatūros ir aukštos temperatūros džiovyklas;
2. Pagal darbo pobūdį – į periodinio ir nuolatinio veikimo džiovyklas;
3. Pagal konstrukciją – į aruodines, būgnines ir šachtines džiovyklas;
4. Pagal džiovinimo agento pūtimo kryptį – į skersinio srauto, besikeičiančio srauto, sutampančio srauto džiovyklas.

Žemos temperatūros džiovyklos. Žemos temperatūros džiovyklose džiovinama natūraliu ar pašildytu aplinkos oru.

Privalumai: derlius nepažeidžiamas aukštos temperatūros; ekologiškai švarus džiovinimas; džiovyklos ekonomiškesnės negu aukštos temperatūros džiovyklos; aruodas po džiovinimo gali būti panaudotas sandėliavimui.

Trūkumai: džiovinimo procesas priklausomas nuo aplinkos meteorologinių sąlygų; yra grūdų drėgnio riba, kai jie negali būti efektyviai išdžiovinti.

Būtina sąlyga – įpūsti į grūdus pakankamą oro srautą. 6.2 lentelėje pateikta minimali oro srauto norma džiovinant kviečius natūraliu oru.

6.2 lentelė. Kviečių džiovinimui aplinkos oru būtinas minimalus oro srautas [2]

Pradinis grūdų drėgnis %	16	17	21
Oro srautas $m^3 \cdot h^{-1} \cdot m_{grūdų}^{-3}$	23,8	47,6	95,2

Antra būtina sąlyga – pučiamo oro tolygus paskirstymas visame grūdų sluoksnyje. Tam yra naudojamos įvairios ortakių sistemos ar grotelinės grindys.

Trečia sąlyga – atitinkamos meteorologinės sąlygos. Esant drėgnam orui, kai jo drėgnis viršija lygsvarinį grūdų drėgnį, grūdai bus nebedžiovinami, o drėkinami. Tokiu atveju džiovinimą reikia nutraukti. Todėl priklausomai nuo grūdų drėgnio ir meteorologinių sąlygų, džiovinimas žemos temperatūros oru gali užtrukti kelias savaites. Norint pagreitinti džiovinimo procesą ir padaryti jį mažiau priklausomą nuo meteorologinių sąlygų, pučiamas aplinkos oras yra keliais laipsniais pašildomas kaloriferiais. Tai sumažina pučiamo oro drėgnumą (pašildžius orą 1 °C, jo drėgnis sumažėja apie 5 %) ir leidžia džiovinti grūdus drėgnesniu aplinkos oru, pvz., naktį.

Aukštos temperatūros džiovyklos. Aukštos temperatūros džiovyklose džiovinama karštu (60–150 °C) džiovinimo agentu (karštu oru, oro ir degimo produktų mišiniu).

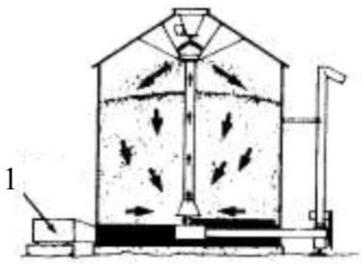
Aukštos temperatūros aruodinės džiovyklos.

Privalumai: aruodas po džiovinimo gali būti panaudotas sandėliavimui; nepriklauso nuo aplinkos meteorologinių sąlygų.

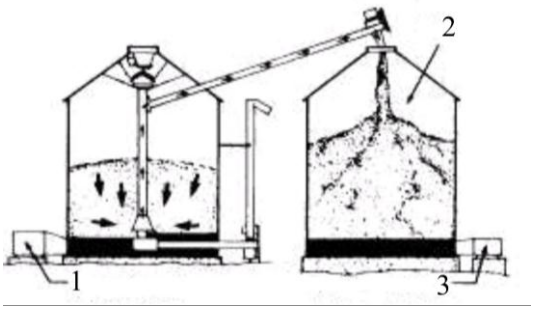
Trūkumai: netolygiai džiūna apatinis ir viršutinis sluoksnis; galimas didelis drėgmės skirtumas tarp grūdo branduolio ir išorės.

Periodinio veikimo aruodinėje džiovykloje grūdai supilami 1,0–1,5 m sluoksniu. Pučiamas oras kūrykloje pakaitinamas iki 50–70 °C. Vienam kubiniam metrui grūdų reikia 400–700 m^3 h^{-1} oro srauto. Pirmiausia išdžiūsta apatinis sluoksnis, vėliau pradeda džiūti viršutiniai sluoksniai. Yra pavojus, kad apatiniai sluoksniai gali būti perdžiovinti. Kai grūdai išdžiūna, jie aušinami ventiliuojant natūraliu aplinkos oru.

Recirkuliacinėje aruodinėje džiovykloje (6.2 pav.) įrengiama grūdų sraigė, kuri išdžiūvusius grūdus nuo aruodo dugno perneša į aruodo viršų. Sraigė valdoma temperatūros arba drėgnio jutikliais. Aruodo apačioje visą laiką yra drėgnesni grūdai. Grūdai neperkaista, tačiau per viršuje supiltus sausus grūdus teka apatiniuose sluoksniuose sudrėkęs oras, tai mažina džiovinimo efektyvumą. Kai visi grūdai išdžiūsta, jie yra aušinami aplinkos oru tame pačiame aruode. Išdžiovinti ir ataušinti grūdai perkeliami į sandėlį arba paliekami aruode.



6.2 pav. Recirkuliacinė aruodinė džiovykla [8]:
1 – kaloriferis



6.3 pav. Nepertraukiamo srauto aruodinė džiovykla [8]:
1 – kaloriferis; 2 – aušinimo aruodas; 3 – ventiliatorius

Nepertraukiamo srauto aruodinėje džiovykloje (6.3 pav.) taip pat įrengiama sraigė išdžiūvusiems grūdams pernešti. Išdžiūvę grūdai iš džiovinimo aruodo yra pernešami į aušinimo aruodą.

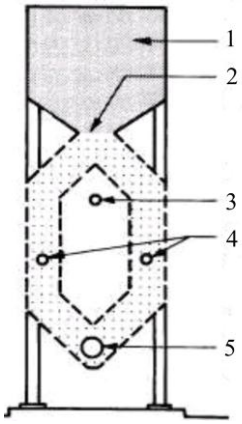
Šachtinės džiovyklos.

Privalumai: džiovinimo procesas nepriklauso nuo aplinkos meteorologinių sąlygų; džiovinami grūdai neužima grūdų saugyklų erdvės.

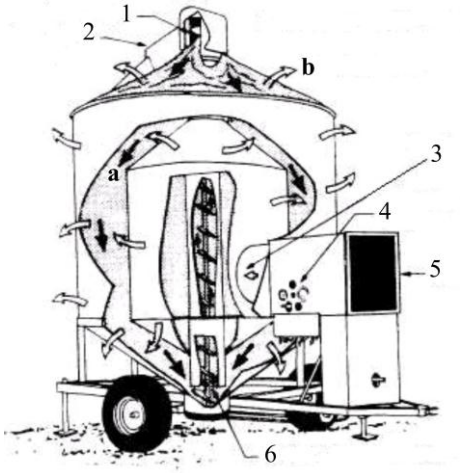
Trūkumai: pavojus perkaitinti grūdus; didesnės energetinės sąnaudos negu žemos temperatūros džiovyklose.

Periodinio veikimo šachtinė džiovykla (6.4 pav.) – tai vienos ar dviejų šachtų statinys. Ji užpildoma vienu kartu. Karštas oras iš kūryklos patenka į šachtas, kuriose įtaisyti loveliai oro paskirstymui, pereina per grūdų sluoksnį ir juos išdžiovina. Dažniausiai šių džiovyklų talpa yra 3–35 m^3. Džiovinimo trukmė priklauso nuo grūdų drėgnio. Dažniausiai grūdai išdžiūna per dvi tris valandas. Džiovinimo eigos kontrolė gali būti tiek rankinė, tiek automatinė. Džiovinant tokiose džiovyklose yra pavojus perkaitinti grūdus.

Recirkuliacinė šachtinė džiovykla – tai taip pat periodinio veikimo džiovykla. Joje yra įtaisoma sraigė grūdų perkrovimui (6.5 pav.). Grūdų recirkuliacija užtikrina tolygesnį visos užkrautos grūdų partijos džiūvimą ir sumažina pavojų juos perkaitinti.



6.4 pav. Periodinio veikimo šachtinė džiovykla:
1 – drėgni grūdai; 2 – įpylimo anga; 3 – karšto oro kamera; 4 – džiovinimo šachtos; 5 – sausų grūdų išpylimo transporteris

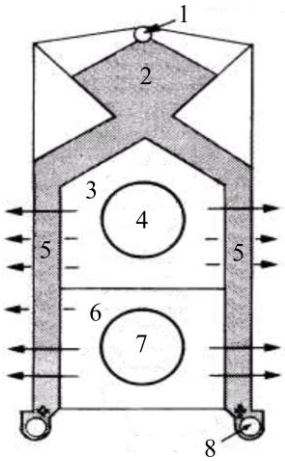


6.5 pav. Recirkuliacinė šachtinė džiovykla [5]:
a – grūdų srautas; *b* – oro srautas; 1 – iškrovimo sraigė; 2 – iškrovimo vamzdis; 3 – pagrindinė kamera; 4 – degiklio automatinės kontrolės pultas; 5 – ventiliatorius; 6 – grūdų pakėlimo sraigė

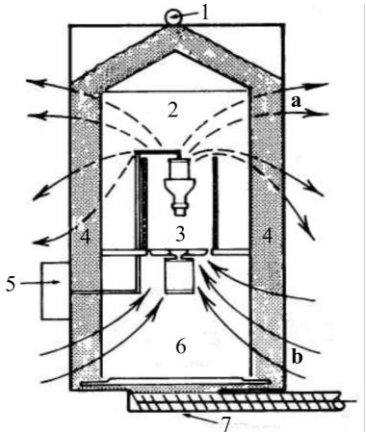
Nuolatinio veikimo šachtinėse džiovyklose grūdai nepertraukiamu srautu pilami iš viršaus į džiovyklą. Grūdai slenka šachtomis žemyn ir yra džiovinami bei aušinami. Išdžiovinti ir ataušinti grūdai išpilami lauk. Savo konfigūracija šios džiovyklos panašios į periodinio veikimo šachtines džiovyklas, tik pati šachta padalinta į dvi dalis. Į viršutinę dalį yra pučiamas karštas oras džiovinimui, o į apatinę – natūralus aplinkos oras aušinimui. Šachtos plotis būna nuo 2,5 m iki 6,0 m. Šachtos apačioje įtaisomas iškrovimo mechanizmas, kuris reguliuoja džiovinimo trukmę. Iškrovimo mechanizmo darbą reguliuoja jutikliai, kontroliuojantys grūdų įkaitimą ir drėgnumą. Nuolatinio veikimo džiovyklose naudojamas aukštos temperatūros džiovinimo agentas (60–150 °C), tiekiamas dideliu oro srautu (2500–4500 $m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-3}_{grūdų}$). Džiovinimo agentas į džiovykla gali būti pučiamas įvairiai.

6.6 pav. parodyta nuolatinio veikimo džiovykla su skersiniu oro srautu. Šios džiovyklos labiausiai paplitusios.

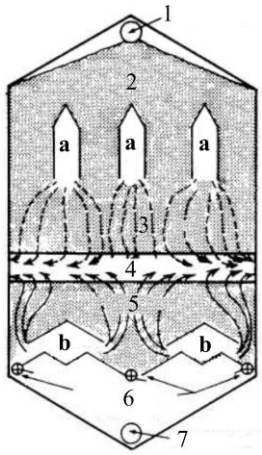
Kai kuriose džiovyklose su skersiniu oro srautu grūdų džiovinimui ir aušinimui naudojamas tas pats ventiliatorius. Ventiliatoriaus siurbiamas oras naudojamas grūdų aušinimui, o pučiamas oras – džiovinimui (6.7 pav.).



6.6 pav. Skersinio oro srauto nuolatinio veikimo džiovykla su dviem ventiliatoriais [8]:
1 – užkrovimo sraigė; 2 – užkrovimo bunkeris; 3 – džiovinimo kamera; 4 – ventiliatorius ir kūrykla; 5 – grūdų bunkeris; 6 – aušinimo kamera; 7 – ventiliatorius; 8 – iškrovimo įrenginys



6.7 pav. Skersinio oro srauto nuolatinio veikimo džiovykla su vienu ventiliatoriumi [8]:
a – karštas oras; *b* – šaltas oras; 1 – užkrovimo sraigė; 2 – džiovinimo kamera; 3 – kūrykla; 4 – grūdai; 5 – valdymo spinta; 6 – aušinimo kamera; 7 – iškrovimo įrenginys



6.8 pav. Lygiagretaus oro srauto nuolatinio veikimo džiovykla [8]:
a – karštas oras; *b* – šaltas oras; 1 – užkrovimo sraigė; 2 – drėgni grūdai; 3 – džiovinimo kamera; 4 – išleidimo ortakis, 5 – aušinimo kamera, 6 – iškrovimo įrenginys; 7 – iškrovimo sraigė

6.8 pav. parodyta džiovykla su lygiagrečiu grūdų judėjimui oro srautu. Šioje džiovykloje karštas oras tiekiamas iš viršaus džiovyklos ir teka žemyn ta pačia kryptimi kaip ir juda grūdai. Aplinkos oras aušinimui tiekiamas iš apačios ir teka priešinga kryptimi negu juda grūdai. Ši sistema padidina energijos panaudojimo efektyvumą ir sumažina grūdų įtrūkimų tikimybę.

Kombinuotas džiovinimas

Privalumai: mažesnės energijos sąnaudos negu karšto oro džiovyklose; galima džiovinti drėgnesnius grūdus negu šalto oro džiovyklose.

Trūkumai: reikia įrenginių džiovinimui karštu ir natūraliu aplinkos oru; būtina didesnė grūdų priežiūra.

Kombinuoto džiovinimo metu karštu oru grūdai išdžiovinami iki tam tikro drėgnio, tinkamo džiovinimui šaltu oru. Vėliau džiovinimas užbaigiamas natūraliu aplinkos oru. Ši sistema naudojama norint padidinti karšto oro džiovyklų našumą arba kai sąlygos neleidžia pradėti džiovinimą natūraliu aplinkos oru.

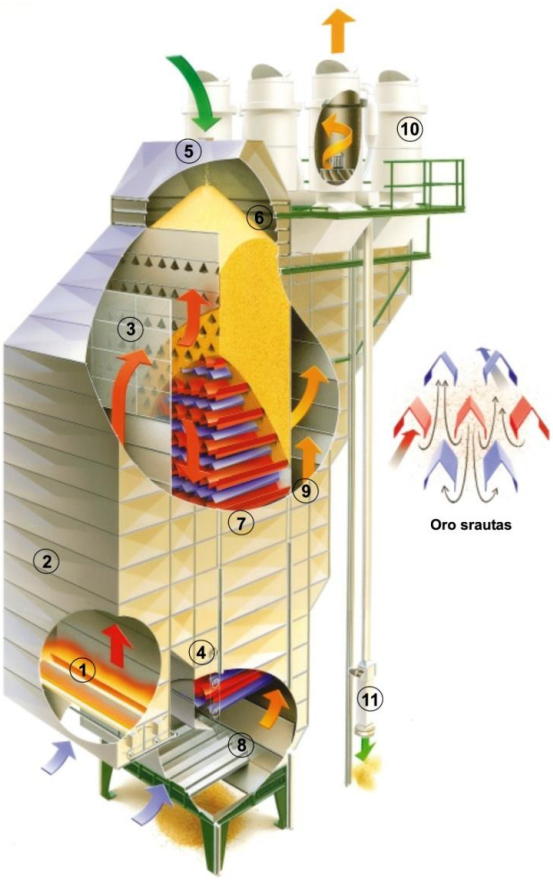
6.4. Šachtinės džiovyklos konstrukcija

6.4.1. Nuolatinio veikimo šachtinės džiovyklos technologinis procesas

Nuolatinio veikimo šachtinėse džiovyklose grūdai džiovinami tiekiant karštą džiovinimo agentą, t. y. oro ir degimo produktų mišinį arba karštą orą. Oras į džiovinimo ir aušinimo kameras gali būti pučiamas ar siurbiamas.

Šių džiovyklų technologinį procesą panagrinėkime *Cimbria* džiovyklos pavyzdžiu [4]. Ji yra nuolatinio veikimo, oras yra siurbiamas. Šachtinių džiovyklų pagrindinės dalys yra: grūdų tiekimo įrenginiai, priėmimo kamera, džiovinimo ir aušinimo kameros, grūdų iškrovimo, oro tiekimo, kaitinimo, valymo įrenginiai, valdymo sistemos (6.9 pav.).

Grūdai pakrovimo įrenginiais 5 tiekiami į priėmimo kamerą 6. Iš priėmimo kameros grūdai patenka į džiovinimo kamerą 7, prapučiami karštu džiovinimo agentu, kuris juos įkaitina ir sugeria iš jų drėgmę. Džiovinimo agentas paruošiamas karšto oro kameroje 2, tiesiogiai kaitinant dujiniais degikliais 1. Tarp karšto oro kameros ir džiovinimo kameros įrengiamas kibirkščių gaudymo ekranas 3. Apatinėje šachtos dalyje, t. y. aušinimo kameroje 4, grūdai atvėsinami aplinkos oru. Išdžiūvę ir atvėsinti grūdai iškrovimo mechanizmu išpilami iš džiovyklos. Oro judėjimą per grūdus užtikrina ciklofanas 10. Jis siurbia orą per džiovyklą ir prieš išmesdamas į atmosferą iš jo išvalo dulkes. Jos surenkamos dulkių surinkimo sistema 11. Džiovyklos našumas reguliuojamas iškrovimo mechanizmu 8.



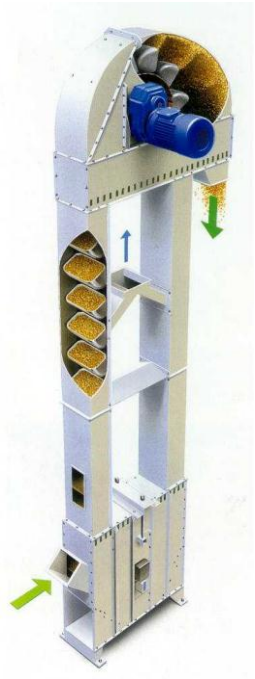
6.9 pav. *Cimbria* džiovyklos technologinė schema [4]:
1 – dujiniai degikliai; 2 – karšto oro kamera; 3 – kibirkščių gaudymo ekranas; 4 – aušinimo kamera; 5 – grūdų pakrovimo įrenginys; 6 – priėmimo kamera; 7 – džiovinimo kamera; 8 – iškrovimo mechanizmas; 9 – atidirbusio oro kamera; 10 – ciklofanas; 11 – dulkių surinkimo sistema

6.4.2. Grūdų tiekimo sistema

Grūdų tiekimo sistemą sudaro bunkeris, elevatorius, priėmimo kamera. Atskiros džiovyklos kai kurių dalių gali neturėti. Bunkeris skirtas atvežtiems grūdams supilti. Tai į apačią siaurėjanti dėžė, kurios apačioje sumontuotas transporteris grūdų tiekimui į elevatorių.

Elevatoriumi grūdai pakeliami į džiovyklos viršų. Paprastai grūdų pakėlimui džiovyklose montuojami kaušiniai elevatoriai (6.10 pav.).

Jie sudaryti iš begalinės juostos, prie jos pritvirtinti kaušeliai. Apatinėje elevatoriaus dalyje (6.11 pav.) kaušeliai, praeidami per grūdų sluoksnį, juos pasemia. Vidurinėje dalyje vyksta grūdų kėlimas, o viršutinėje (6.12 pav.) grūdai išpilami į priėmimo kamerą.



6.10 pav. Kaušinis elevatorius (*Cimbria*) [4]

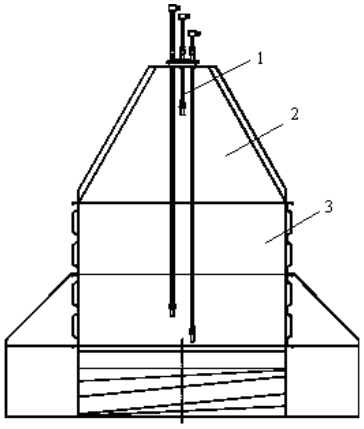
6.11 pav. Kaušinio elevatoriaus apatinė dalis (*Antti*) [7]

6.12 pav. Kaušinio elevatoriaus viršutinė dalis (*Antti*) [7]

Grūdų priėmimo kamera susideda iš viršutinės sekcijos, buferinių kamerų ir grūdų lygio jutiklių (6.13 pav.).

Viršutinėje sekcijoje yra flanšas grūdų tiekimo įrenginiui prijungti, apžiūros langas bei lygio jutiklių tvirtinimo vieta.

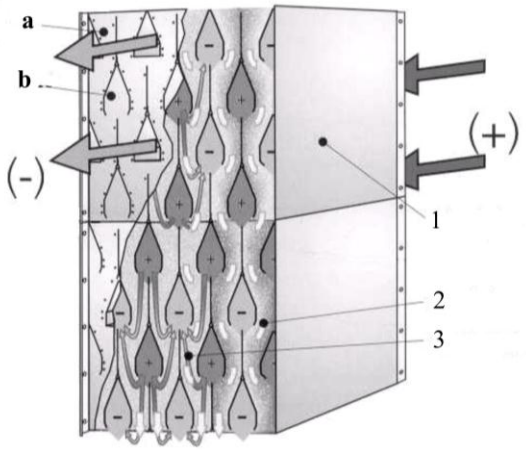
Buferinės kameros užtikrina pastovų grūdų tiekimą į aušinimo kamerą, nepriklausomai nuo tiekiamo grūdų srauto intensyvumo. Standartinėse džiovyklose būna dvi buferinės kameros. Pageidaujant užsakovui džiovykloje gali būti sumontuota iki keturių buferinių kamerų. Grūdų lygio jutikliai įtaisyti buferinių kamerų viršuje ir apačioje. Jie leidžia automatiškai valdyti grūdų užpylimą į džiovyklą ir palaikyti reikiamą grūdų lygį priėmimo kameroje. Jutikliai susideda iš korpuso, membranos, mikro jungiklio, reguliavimo varžto. Veikia nuo grūdų sluoksnio spaudimo. Atskirose džiovyklose jutikliai montuojami ant kreipiančiųjų. Kreipiančiosiomis galima jutiklius kilnoti aukštyn žemyn, kartu keičiant grūdų sluoksnio storį kameroje.



6.13 pav. Grūdų priėmimo kamera [4]:
1 – grūdų lygio jutikliai; 2 – viršutinė sekcija; 3 – buferinė kamera

6.4.3. Džiovinimo ir aušinimo kameros

Daugelyje šachtinių džiovyklų džiovinimo ir aušinimo kameros susideda iš vienos ar kelių eilių sekcijų. Sekcijų viduje įtaisyti loveliai džiovinimo agentui ir orui tiekti (6.14 ir 6.15 pav.). Šių lovelių apatinė dalis ir vienas lovelio galas atviri. Vienos lovelių eilės galai atviri į karšto oro sekciją, kitos į atidirbusio agento kamerą. Džiovinimo agentas ar oras per atvirą lovelio galą patenka į grūdų sluoksnį, perkošia jį ir, patekęs į kitos eilės lovelį, išteka iš kameros. Taip viršutinėse sekcijose, kur tiekiamas džiovinimo agentas, vyksta grūdų džiovinimas, o apatinėse sekcijose, kur tiekiamas aplinkos oras, vyksta aušinimas.



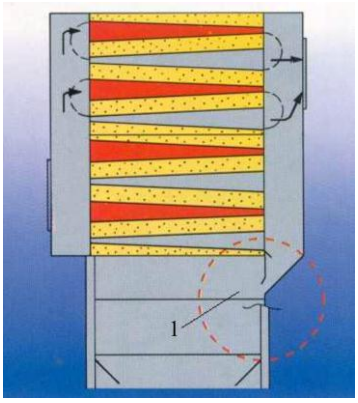
6.14 pav. Džiovinimo ir aušinimo kamerų schema [4]:
a – lovelio galas atviras į atidirbusio agento kamerą (-);
b – lovelio galas atviras į karšto oro sekciją (+);
1 – grūdų bunkeris; 2 – grūdai; 3 – oro srautas

Loveliai daromi kintamo skerspjūvio ploto (6.16 pav.). Taip pasiekiamas tolygesnis oro paskirstymas grūdų sluoksnyje. Oro tiekimo loveliai siaurėjantys, o išleidimo – platėjantys. Loveliai montuojami pakaitomis. Tokiu būdu kiekvieną tiekiantį orą lovelį supa keturi nuvedantys orą loveliai (6.14 pav.).

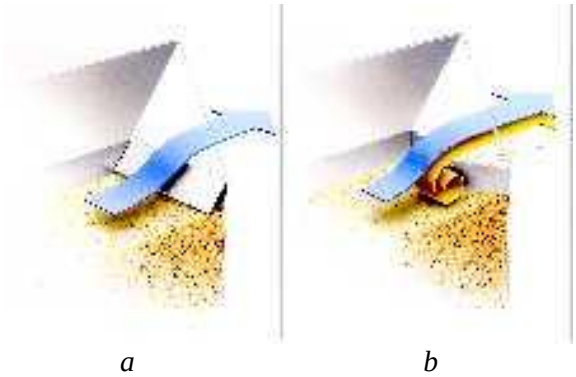
Orui ištekant iš išleidimo lovelio, dėl susidariusio oro sūkuriavimo grūdai gali būti išnešami lauk (6.17 pav., *b*), ypač lengvesni ir skrajesni.

Grūdų išnešimui sumažinti *Cimbria* džiovyklose prie išleidimo lovelio atviro galo montuojamas specialus slenkstis, panaikinantis oro sūkuriavimą (6.17 pav., *a*). Tai leidžia padidinti tiekiamo oro srautą ir džiovinimo efektyvumą.

6.15 pav. *Cimbria* džiovyklos džiovinimo kamera [4]

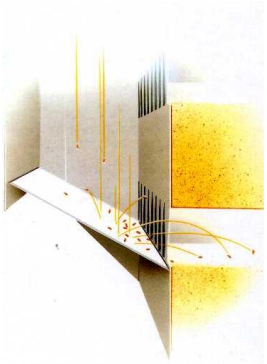


6.16 pav. *Antti* džiovyklos lovelių išdėstymo schema [7]:
1 – išpūstų grūdų grąžinimas

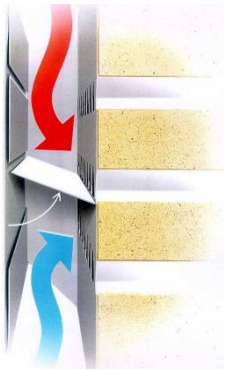


6.17 pav. Oro ištekėjimas iš džiovinimo ir aušinimo kamerų [4]:
a – su slenksčiu; *b* – be slenksčio

Grūdai, oro srovės vis dėlto išnešti iš džiovinimo kameros, yra gražinami atgal (6.18 pav.). Grūdai, patekę į oro išleidimo ortakį, krenta žemyn ir atsimušę į pasvirusį skydelį vėl patenka į džiovinimo kamerą. Tas pats skydelis leidžia reguliuoti aušinimo zonos dydį, priklausomai nuo aplinkos oro parametrų (6.19 pav.).



6.18 pav. Išneštų iš džiovinimo kameros grūdų gražinimas *Cimbria* džiovykloje [4]



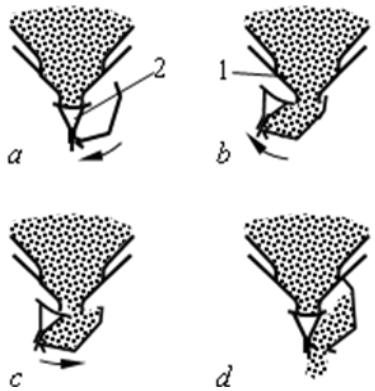
6.19 pav. Džiovinimo ir aušinimo zonų atskyrimas *Cimbria* džiovykloje [4]

Dviejose vietose, t. y. džiovinimo kameros bei aušinimo kameros apačioje, įrengti temperatūros matavimo jutikliai. Vienas jų matuoja įkaitusių grūdų temperatūrą, kitas – išleidžiamų grūdų temperatūrą.

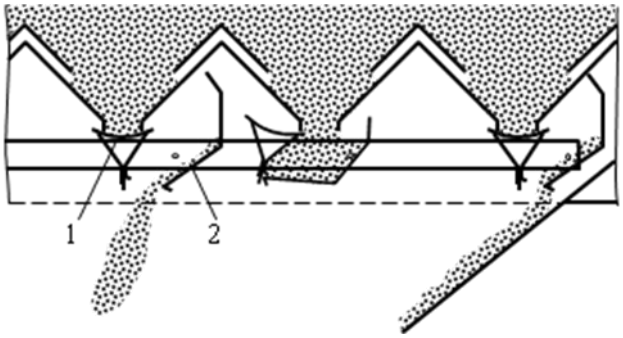
6.4.4. Grūdų iškrovimo mechanizmas

Grūdų iškrovimo mechanizmas skirtas grūdų išpylimui iš džiovyklos ir tuo pačiu jos našumui reguliuoti. Skirtingose džiovyklose įrengiami skirtingi iškrovimo mechanizmai. *Cimbria* džiovyklose sumontuoti plataus lovinio profilio vožtuvai (6.20 pav.).

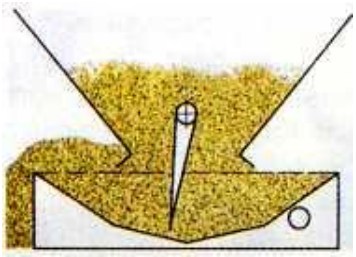
Iš pradžių vožtuvas būna uždarytas (*a*). Kas tam tikrą laiką vožtuvas atsidaro ir grūdai subyra į plačius lovius (*b*). Loviams prisipildžius vožtuvas užsidaro (*c, d*), kartu iš lovių išpilami grūdai (*d*). Dėl staigių periodinių grūdų pasislinkimų džiovinimo ir aušinimo kamerose bei plačios išleidimo angos ši sistema sumažina užsikimšimą šiaudais ir kitomis priemaišomis. Loviai prisipildo ir išpilami pakaitomis, t. y. kas antras (6.21 pav.).



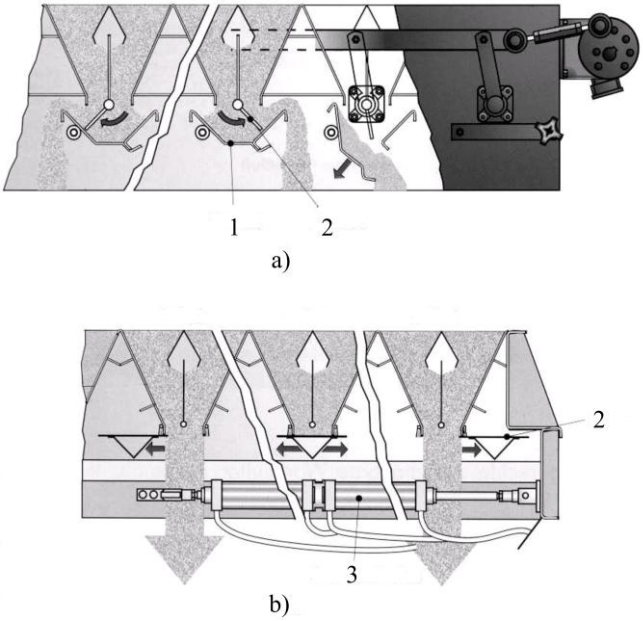
6.20 pav. *Cimbria* džiovyklos iškrovimo mechanizmo veikimas [4]:
1 – vožtuvas; 2 – lovys



6.21 pav. *Cimbria* džiovyklos iškrovimo įrenginio darbo schema [4]:
1 – vožtuvas; 2 – lovys



6.22 pav. *Antti* džiovyklos iškrovimo mechanizmas [7]



6.23 pav. Grūdų iškrovimo mechanizmai:
a – su mechanine pavara; *b* – su pneumatine pavara;
1 – sklendė, 2 – švytuoklė, 3 – pneumocilindras

Tai užtikrina gerą grūdų maišymąsi. Intervalas tarp iškrovimų kontroliuojamas valdymo pulto. Kiekviena iškrovimo partija turi pastovų tūrį (32 l), todėl ši sistema leidžia užtikrinti tikslią grūdų judėjimo džiovykloje kontrolę.

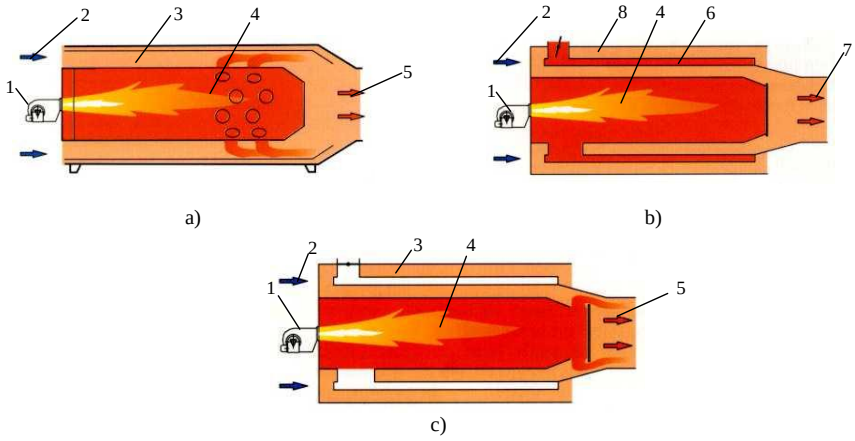
Antti džiovyklose įrengtas švytuoklinis iškrovimo mechanizmas (6.22 pav.).

Gali būti ir kitokie iškrovimo mechanizmai. Tai vienokios ar kitokios sklendės su pavara (6.23 pav.). Pavara skirta judinti sklendes. Stovint sklendėms vietoje grūdai iš džiovyklos nebyra, kuo intensyviau jos pradeda švytuoti, tuo daugiau grūdų išbyra. Pavaros gali būti mechaninės (6.23 pav., *a*) arba pneumatinės (6.23 pav., *b*).

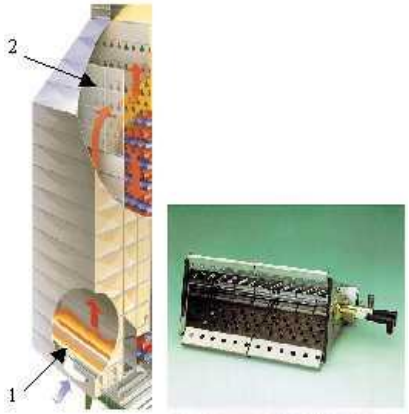
6.4.5. Kūrykla

Sėkmingas aukštos temperatūros džiovyklos darbas priklauso nuo kūryklos galingumo. Kūrykla visais atvejais su minimaliomis energijos sąnaudomis turi užtikrinti reikiamą į grūdus tiekiamą šilumos kiekį.

Kūryklos būna tiesioginio ir netiesioginio kaitinimo. Tiesioginio kaitinimo kūryklose oras įkaitinamas jį maišant su degimo produktais (6.24 pav., *a*). Degimo produktai susimaišę su aplinkos oru, t.y. džiovinimo agentas, ventiliatoriumi tiekiamas į džiovinamą produkciją.

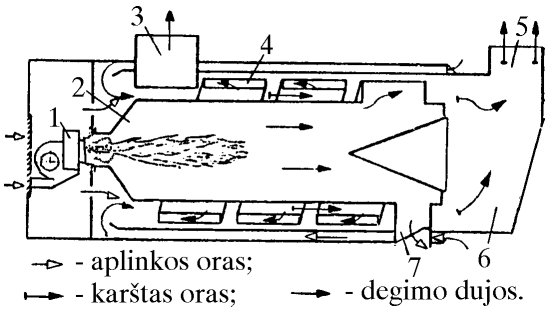


6.24 pav. Kūryklų darbo principas [7]:
a – tiesioginio kaitinimo kūryklos; *b* – netiesioginio kaitinimo kūryklos; *c* – netiesioginio kaitinimo kūryklos tiesioginio kaitinimo režimu; 1 – degiklis; 2 – aplinkos oras; 3 – oro tiekimo vamzdis; 4 – degimo kamera;5 – oro ir degimo dujų mišinys; 6 – degimo produktų išleidimo vamzdis; 7 – karštas oras; 8 – šilumokaitis



a *b*

6.25 pav. *Cimbria* džiovyklose naudojami dujiniai degikliai [4]:
a – bendras vaizdas; *b* – degiklis; 1 – degiklių eilė; 2 – kibirkščių gaudymo ekranas



6.26 pav. Džiovyklos M-819 kūryklos technologinė schema [6]:
1 – degiklis; 2 – degimo kamera; 3 – degimo produktų išleidimo vamzdis; 4 – šilumokaitis; 5 – degimo agento tiekimo vamzdis; 6 – jungiamoji dalis; 7 – apsauginis vožtuvas

Cimbria nuolatinio veikimo šachtinėje džiovykloje naudojami moduliniai dujiniai degikliai (6.25 pav., *b*). Jie montuojami eilėmis karšto oro kameros apačioje (6.25 pav., *a*). Degiklių eilės ilgis priklauso nuo džiovyklos pločio. Karštas oras yra tiekiamas per kibirkščių gaudymo ekraną 2 į džiovinimo kamerą.

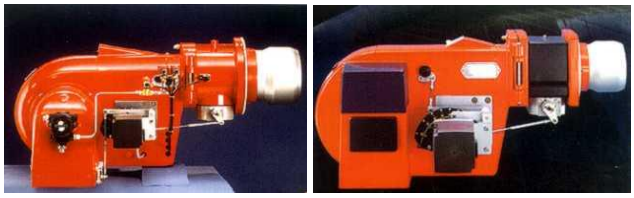
6.26 pav. pateikta netiesioginio kaitinimo kūryklos, dirbančios skystuoju kuru, technologinė schema.

Aplinkos oras, patekęs į kūryklą pro galinės sienelės žaliuzes, pasidalina į dvi dalis. Mažesnioji oro dalis patenka į degiklį 1 ir išpurškia kurą į degimo kamerą 2. Degimo dujos teka šilumokaičiu 4. Atidavusios šilumą degimo dujos per vamzdį 3 patenką į kaminą ir išeina lauk.

Kita, didesnioji oro dalis, patekusi pro galinę sienelę, taip pat oras, patekęs pro plyšius priekinėje kameros sienelėje, apiplauna šilumokaitį. Įkaitęs oras per jungiamąją dalį 6 ir per džiovinimo agento tiekimo vamzdį 5 patenka į ertmę tarp džiovinimo kamerų.

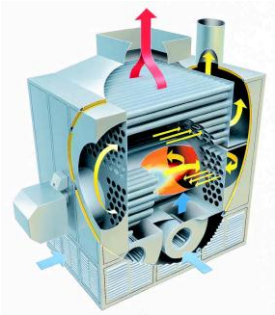
Degikliai gali būti pritaikyti dirbti skystuoju ar dujiniu kuru (6.27 pav.). Tokios ir panašios konstrukcijos kūryklos yra daugelyje džiovyklų (6.28 ir 6.29 pav.).

Netiesiogiai orui šiluma gali būti perteikiama ir panaudojant karštą vandenį ar garą. Tam naudojami šildytuvai (6.30 pav.). Taip perteikiant šilumą oras mažiau įkaista ir džiovinimo procesas yra „švelnesnis“.

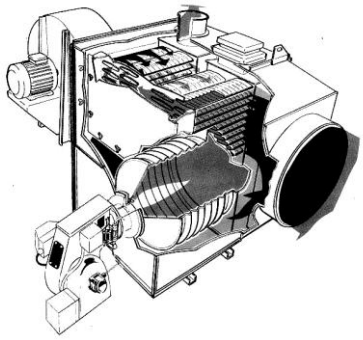


a *b*

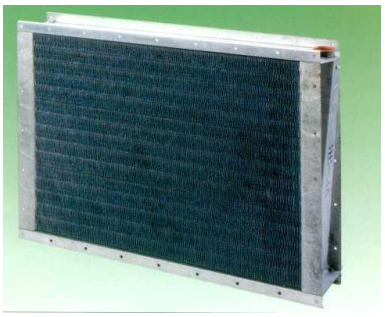
6.27 pav. Skystojo (*a*) ir dujinio (*b*) kuro degikliai [7]



6.28 pav. *Cimbria* netiesioginio kaitinimo kūrykla [4]



6.29 pav. Netiesioginio kaitinimo *Antti* džiovyklos kūrykla [7]



6.30 pav. Oro kaitinimo karštu vandeniu ar garu šildytuvas [4]

6.4.6. Oro tiekimo įrenginiai

Orui tiekti gali būti naudojami paprasti ventiliatoriai, ventiliatoriai su mechaniniu oro valymu ar ventiliatoriai su ciklonais.

Džiovyklose naudojami ir ašiniai, ir išcentriniai ventiliatoriai. Naudojant paprastus ventiliatorius, džiovyklose būtina įrengti oro valymo sistemas. Ventiliatoriai su mechaniniu oro valymu (6.31 pav.) ir ventiliatoriai su ciklonais (6.32 ir 6.33 pav.) patys išvalo orą.

6.31 pav. Ventiliatorius su mechaniniu oro valymu [4]

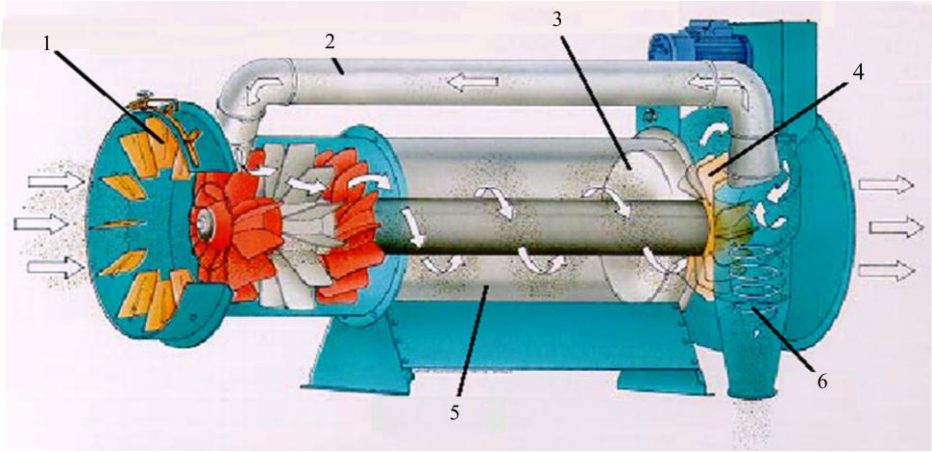
6.32 pav. Ventiliatorius su mini ciklonu [4]

6.33 pav. Ventiliatorius su maksi ciklonu [4]

Ventiliatorių su ciklonais veikimo schema pateikta 6.34 pav.

Ventiliatorius suteikia orui sukamąjį judesį. Jį sustiprina korpuse sumontuotos kreipiančiosios. Intensyvus oro sukimasis išskiria dulkes iš viso oro tūrio į mažą frakciją.

Atsiskyręs užterštas oras nuo švaraus patenka į minicikloną. Čia nusėda dulkės, o oras grįžtamuoju vamzdžiu grįžta į įrenginio pradžią. Oro valymo efektyvumas siekia: ventiliatorių su mechaniniu valymu – 84 %, ventiliatorių su mini ciklonais – 98 %, o ventiliatorių su maksi ciklonais net 99 %.



6.34 pav. Ventiliatoriaus su maksi ciklonu veikimo schema [4]:
1 – ventiliatorius; 2 – grįžtamasis vamzdis; 3 – dulkių separatorius; 4 – srauto išlyginimo sparnuotė; 5 – cilindras; 6 – mini ciklonas

6.4.7. Kontrolės ir valdymo sistema

Valdymo ir kontrolės sistemos paskirsto energiją visiems džiovyklos įrenginiams, valdo džiovinimo procesą, perspėja šviesos ir garso signalais nukrypus džiovinimo procesui nuo užsiduotų parametrų. Ji būna sudaryta iš jėgos, valdymo ir blokavimo, šviesinės-garsinės signalizacijos, registracijos, temperatūros matavimo, nelygaus fazių apkrovimo apsaugos, žaibo išlydžių apsaugos grandinių.

Džiovinimo proceso kontrolei registracijos ir temperatūros matavimo grandinės turi registratorių, prie kurio prijungti davikliai. Jie matuoja tiekiamo džiovinimo agento temperatūrą ir grūdų temperatūrą.

6.35 pav. pateiktas *Cimbria* stacionarinės nuolatinio veikimo džiovyklos kontrolės pulto bendras vaizdas. Kontrolės pultas palaiko džiovinimo proceso parametrus, atsižvelgiant į leistiną grūdų įkaitimo temperatūrą ir norimą išdžiovintų grūdų drėgnį. Pasiekus leistiną džiovinimo temperatūrą, išjungiamas degiklis. Džiovinimo temperatūrai sumažėjus 3–4 °, degiklis vėl įjungiamas.

6.35 pav. *Cimbria* džiovyklos kontrolės pultas [4]

Nuolatinio veikimo džiovyklose valdomas grūdų išleidimo greitis. Nuo išleidimo greičio ir nuo pradinio grūdų drėgnio priklauso, kiek galima įkaitinti grūdus.

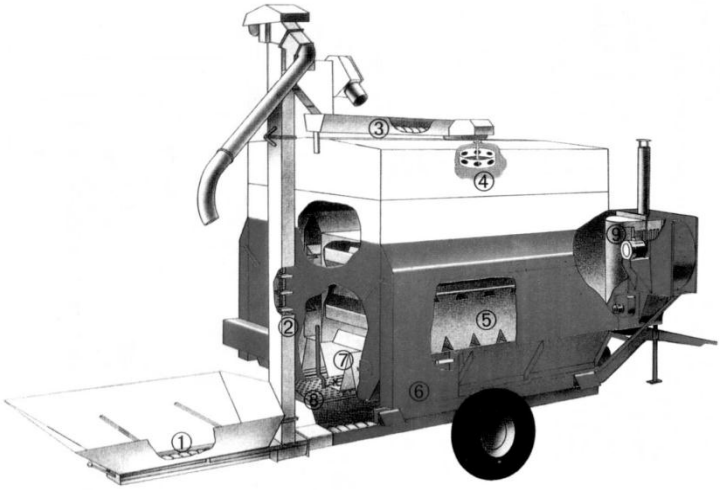
Kontrolės ir valdymo sistemose įrengtos įvairios apsaugos, suveikiančios džiovinimo proceso parametrams nukrypus nuo nustatytų. Pavyzdžiui, viršijus nustatytą džiovinimo temperatūrą ar sutrikus grūdų judėjimui džiovykloje, automatiškai išjungiamas degiklis. Viršutinėje džiovyklos dalyje įtaisomi jutikliai, neleidžiantys perpildyti džiovinimo kameros. Apie visus nukrypimus nuo nustatytų džiovinimo parametrų signalizuoja šviesinė-garsinė signalizacija.

6.5. Mobiliosios recirkuliacinės grūdų džiovyklos konstrukcija

6.5.1. Technologinis procesas

Šių džiovyklų technologinį procesą panagrinėkime *Mepu* džiovyklos pavyzdžiu [5]. Grūdų džiovyklą sudaro priėmimo bunkeris 1 (6.36 pav.), elevatorius 2, sraigtinis transporteris 3, barstytuvas 4, džiovinimo kamera 5, iškrovimo kanalai 6, dozavimo sistema 7, išleidimo lovys su transporteriu 8, kūrykla 9, rėmas.

Grūdai supilami į priėmimo bunkerį 1 (6.36 pav.). Jo dugne įtaisyta sraigė, kuri grūdus transportuoja į elevatorių. Elevatorius 2 grūdus pakelia į viršų ir perduoda juos sraigtiniam transporteriui. Tarp elevatoriaus ir sraigtinio transporterio sumontuoti dalijimo piltuvas ir preliminaraus grūdų valymo įrenginys. Piltuvas grūdus nukreipia arba iškrovimo link, arba džiovinimo kameros link. Toliau grūdai sraigtiniu transporteriu 3 pernešami į barstytuvą 4. Barstytuvas grūdus tolygiai paskleidžia grūdų bunkeryje 5. Grūdams slenkant bunkeriu, ventiliatoriumi į juos tiekiamas kūrykloje pakaitintas oras. Bunkerio apačioje sumontuotas dozavimo įrenginys 7, kuris užtikrina pastovų ir tolygų grūdų judėjimą. Iš dozavimo įrenginio grūdai patenka į išleidimo lovį. Iš lovio 8 grūdai transporteriu pernešami į elevatorių 2. Toliau ciklas kartojasi. Ciklo trukmė apie 1 valandą. Kiekvieno ciklo metu grūdai preliminaraus valymo įrenginiu yra valomi.



6.36 pav. Mobilioji džiovykla *Mepu* [5]:
1 – priėmimo bunkeris, 2 – elevatorius, 3 – sraigtinis transporteris, 4 – barstytuvas, 5 – džiovinimo kamera, 6 – iškrovimo kanalai, 7 – dozavimo įrenginys, 8 – išleidimo lovys su transporteriu, 9 – kūrykla

Pasiekus norimą grūdų drėgnį, išjungiamas oro pakaitinimas ir grūdai prapučiami aplinkos oru. Aušinimo ciklas trunka apie 1 valandą.

Ataušinti grūdai elevatoriumi 2 pakeliami į dalijimo piltuvą, iš jo nukreipiami į išpylimo vamzdį.

6.5.2. Priėmimo bunkeris

Priėmimo bunkeris – tai į apačią siaurėjanti dėžė, kurios apačioje įtaisytas sraigtinis transporteris. Į priėmimo bunkerį drėgni grūdai supilami tiesiogiai iš savivartės transporto priemonės arba pasinaudojant įvairių transporterių sistema. Bunkerio apačioje esantis sraigtinis transporteris grūdus perneša į elevatorių. Transporterio konstrukcija džiovinimo metu leidžia jį atjungti nuo likusios sistemos dalies. Standartinėje komplektacijoje priėmimo bunkeris montuojamas taip, kad grūdų pylimas vyktų iš šono džiovyklos. Atskirais atvejais priėmimo bunkeris gali būti sumontuotas taip, kad pylimas būtų vykdomas iš galo džiovyklos. Grūdų lygio jutikliai (6.37 pav.) įtaisyti grūdų kameros viršuje ir apačioje. Jie leidžia automatiškai valdyti grūdų pylimą į džiovyklą ir palaikyti reikiamą grūdų lygi priėmimo kameroje. Jutikliai susideda iš korpuso, membranos, mikro jungiklio, reguliavimo varžto. Veikimo principas – nuo grūdų sluoksnio spaudimo. Atskirose džiovyklose jutikliai montuojami ant kreipiančiųjų. Kreipiančiosiomis daviklį galima kilnoti aukštyn žemyn, kartu keičiant grūdų sluoksnio storį kameroje.

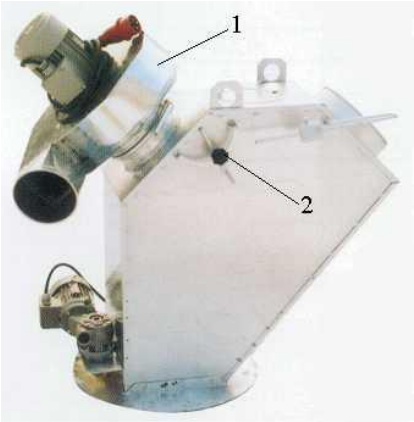
6.37 pav. Grūdų lygio jutikliai [5]

6.5.3. Grūdų tiekimo sistema

Grūdų tiekimo sistemą sudaro elevatorius, preliminaraus valymo įrenginys, dalijantis piltuvas, sraigtinis transporteris ir barstytuvas.

Elevatoriumi grūdai pakeliami virš džiovyklos ir pilami į dalijantį piltuvą. Elevatorius, užkrovimo transporteris ir iškrovimo transporteris turi vieną bendrą pavaros mechanizmą. Elevatoriaus konstrukcija leidžia sumažinti jo, kartu ir visos džiovyklos, aukštį transportavimo metu. Elevatorius kartu su priėmimo bunkeriu gali būti atjungiamas nuo džiovyklos ir panaudojamas įvairiems tikslams pernešant įvairius krovinius.

Tarp elevatoriaus ir dalijančio piltuvo yra sumontuotas preliminaraus valymo įrenginys (6.38 pav.). Grūdai valomi nusiurbiant



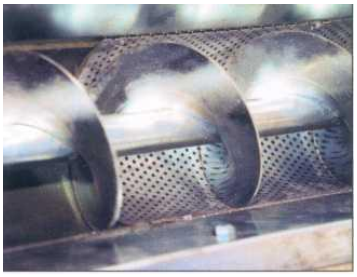
6.38 pav. Preliminarinio valymo įrenginys[5]:
1 – ventiliatorius; 2 – reguliavimo sklendė

ventiliatoriaus 1 sukurtu oro srautu lengvas priemaišas. Oro srauto greitis, kad kartu su priemaišomis nebūtų ištraukiami grūdai, reguliuojamas sklende 2.

Dalijantis piltuvas skirtas grūdų srauto valdymui. Džiovinimo metu grūdai nukreipiami į horizontalų sraigtinį transporterį, esantį virš džiovyklos, o iškrovimo metu grūdai nukreipiami į išpylimo transporterį.

Sraigtinis transporteris grūdus nu-neša į barstytuvą. Piktžolių sėklų pašali-nimui sraigtiniame transporteryje su-montuotas cilindrinis sietas (6.39 pav.).

Barstytuvas (6.40 pav.) tolygiai paskleidžia grūdus bunkeryje. Jis sudarytas iš besisukančios skylėtos lėkštės. Barstytuvas ir sraigtinis transporteris turi bendrą pavarą.



6.39 pav. Sraigtinis transporteris su sietu [5]

6.40 pav. Barstytuvas [5]

6.5.4. Džiovinimo kamera

Bunkeryje grūdai džiovinami karštu oru, o išdžiūvę atvėsinami aplinkos oru. Jis pagamintas iš cinkuotos skardos. Bunkerio viduje, abiejose jo pusėse, sumontuoti loveliai oro tiekimui. Oras iš kūryklos patenka į bunkerio viduryje esančią ertmę tarp lovelių eilių ir toliau į pačius lovelius. Šių lovelių apatinė dalis atvira, taip pat atviras vienas lovelio galas. Vienos lovelių eilės galai atviri į vieną sekcijos pusę, kitos į kitą. Džiovinimo agentas ar oras per atvirą galą patenka į lovelį ir pro atvirą apatinę dalį į grūdų sluoksnį, perkošia jį ir, patekęs į kitos eilės lovelį, išeina į oro išleidimo ortakius (6.14 pav.).

Iš pradžių, kai tiekiamas džiovinimo agentas, vyksta grūdų džiovinimas, o vėliau tiekiant aplinkos orą, vyksta aušinimas.

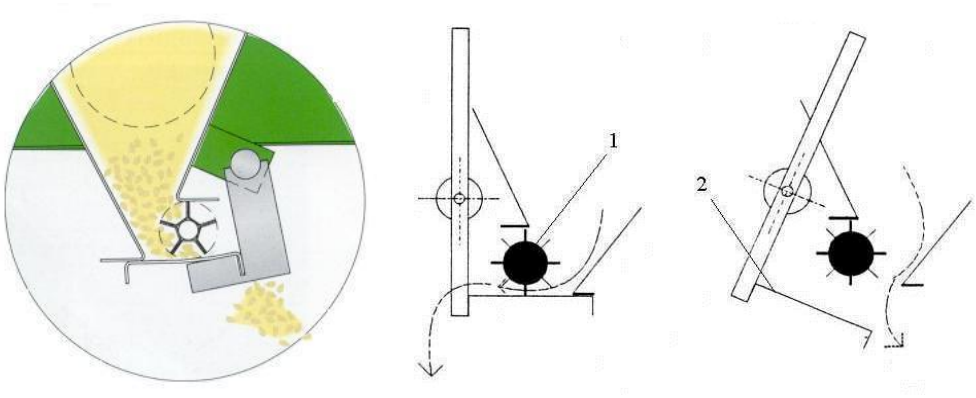
Oro išleidimo ortakiai sumontuoti abiejose džiovyklos pusėse. Oras, sugėręs iš grūdų drėgmę, nukreipiamas į džiovyklos galą. Džiovyklos kairėje pusėje esančiame išleidimo ortakyje sumontuotas termostatas, kuris valdo džiovinimo procesą.

Viršutinės lovelių eilės, džiovinant nepilnai užkrovus bunkerį, gali būti uždaromos sklendėmis. Jų valdymo rankenėlės yra gale džiovyklos.

6.5.5. Grūdų iškrovimo sistema

Grūdų iškrovimo sistemą sudaro dozavimo įrenginys 7 (6.36 pav.), išleidimo lovys 8 ir iškrovimo transporteris.

Dozavimo įrenginį (6.41 pav.) sudaro keli tiekikliai 1 (velenėliai su penkiomis mentelėmis) ir išleidimo sklendė 2.



6.41 pav. Dozavimo įrenginys [5]: 1 – tiekiklis, 2 – išleidimo sklendė

Tiekiklius suka elektros variklis per strektinį-svirtinį mechanizmą. Keičiant svirties ilgį, keičiamas tiekiklio velenėlio sukimosi dažnis. Išleidimo sklendės džiovinimo ir aušinimo metu yra uždarytos. Jos atidaromos rankenėlėmis, esančiomis džiovyklos gale, bunkerio iškrovimo metu.

Iš dozavimo įrenginio grūdai patenka į išleidimo lovį ir nuslenka į iškrovimo transporterį. Slenkant grūdams loviu, juos veikia oro srovė ir papildomai valo grūdus ir pašalina drėgmę. Transporteris nuneša grūdus į elevatorių. Darbo ciklas prasideda iš naujo.

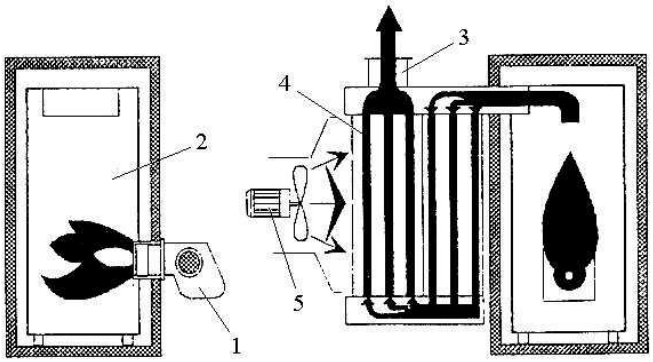
6.5.6. Kūrykla

Sėkmingas aukštos temperatūros džiovyklos darbas daug priklauso nuo kūryklos galingumo. Ji visais atvejais su minimaliomis energijos sąnaudomis turi užtikrinti reikiamą į grūdus tiekiamą šilumos kiekį. *Mepu* mobilių džiovyklų kūryklų galingumas būna 170–300 kW.

Mepu kūryklos yra netiesioginio kaitinimo. Jose oras įkaitinamas specialiuose šilumokaičiuose. Netiesioginio kaitinimo kūryklų naudingo veiksmo koeficientas 20–25 % mažesnis nei tiesioginio kaitinimo kūryklų.

Šilumos mainų schema MEPU kūryklose pateikta 6.42 pav. Netiesioginio kaitinimo kūryklose ventiliatoriaus 5 tiekiamas aplinkos oras, patekęs į kūryklą, pasidalina į dvi dalis. Mažesnioji oro dalis patenka į degiklį 1 ir išpurškia kurą į degimo kamerą 2. Degimo dujos teka šilumokaičiu 4. Atidavusios šilumą degimo dujos išeina pro kaminą 3 į aplinką.

Kita, didesnioji, oro dalis apiplauna šilumokaitį. Įkaitęs oras patenka į bunkerio viduje tarp lovelių esančią ertmę.

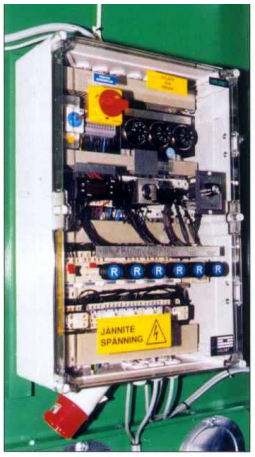


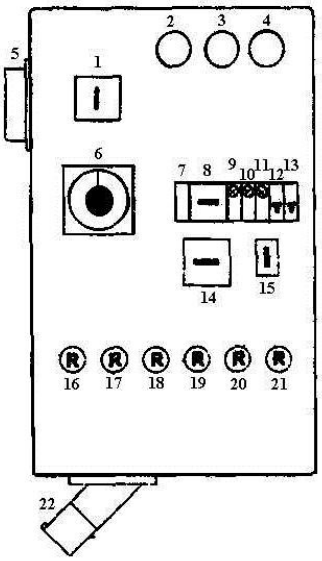
6.42 pav. Šilumos mainų katile schema [6]:
1 – degiklis, 2 – degimo kamera, 3 – kaminas, 4 – šilumokaitis, 5 – ventiliatorius

Degikliai gali būti pritaikyti dirbti skystuoju ar dujiniu kuru (6.27 pav.). Atskiru užsakymu kūrykla gali būti aprūpinta įrenginiu, leidžiančiu kūrenti medžio pjuvenomis.

6.5.7. Proceso valdymo spinta

Maitinimo ir valdymo spinta (6.43 pav.) sumontuota džiovyklos priekyje, šalia kūryklos.





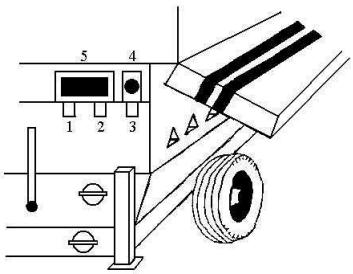
6.43 pav. Maitinimo ir valdymo spinta [5]:
1 – pagrindinis jungiklis; 2 – oro termostatas (nustatytas 40 °C); 3 – degiklio termostatas (nustatytas 80 °C); 4 – aukščiausios leistinos temperatūros termostatas (nustatytas 90 °C); 5 – džiovinimo reguliatorius; 6 – aušinimo laikmatis; 7 – darbo laiko skaitiklis; 8 – aušinimo signalinė lemputė; 9 – džiovinimo signalinė lemputė; 10 – degiklio kliūtis; 11 – šakutės lizdo saugiklis; 12 – signalinių lempučių saugiklis; 13 – automatikos jungiklis; 14 – degiklio jungiklis; 15 – transportinės sistemos pertraukiklis; 16, 17, 18, 19, 20, 21 – automatiniai jungikliai: elevatoriaus; viršutinio transporterio, valymo įrenginio, ventiliatoriaus, tiekiančio orą į išleidimo lovį, dozavimo įrenginio, pagrindinio ventiliatoriaus

Elektros kabelis prijungiamas prie elektros maitinimo rozetės. Įjungus pagrindinį jungiklį 1 į padėti „I“, užsidega signalinės džiovyklos lemputės, viena virš degiklio, kita ant džiovyklos galo. Visos kitos džiovyklos funkcijos įsijungia automatikos jungikliu 14.

Recirkuliacinėse džiovyklose džiovinimo procesas nutraukiamas grūdams pasiekus norimą grūdų drėgnį. Džiovinant pirmą grūdų partiją, reguliatorius suderinamas norimam gauti grūdų drėgniui. Džiovinimo proceso metu drėgnomačiu matuojamas grūdų drėgnis. Grūdams pasiekus norimą drėgnį (pvz., 14 %), reguliatoriaus rankenėlė sukama atgal, kol išsijungia degiklis. Toliau prasideda aušinimo procesas. Kitų partijų džiovinimas vyksta kontroliuojant automatikai.

Recirkuliacinėse džiovyklose taip pat valdoma grūdų recirkuliacijos bei aušinimo trukmė.

Elevatoriaus, valymo įrenginio ir barstytuvo elektros maitinimo kabeliai prijungiami prie šakučių lizdų, esančių džiovyklos gale (6.44 pav.). Čia taip pat yra avarinis transportavimo sistemos jungiklis 4.



6.44 pav. Maitinimo ir valdymo įrenginiai ant galinės džiovyklos sienos [5]:
1 – elevatoriaus šakutės lizdas, 2 – viršutinio transporterio šakutės lizdas, 3 – valymo įrenginio šakutės lizdas, 4 – avarinis jungiklis, 5 – signalinė lemputė

Kontroliniai klausimai	*1. Kokio drėgnio grūdai tinkami ilgalaikiam saugojimui?*
	2. Koks grūdų džiovinimo būdas taikomas dažniausiai?
	3. Kokias sąlygas būtina užtikrinti grūdus džiovinant žemos temperatūros džiovyklose?
	4. Kokia leistina maksimali grūdų įkaitimo temperatūra?
	5. Kokie žemos temperatūros džiovyklų privalumai ir trūkumai.
	6. Kokie aukštos temperatūros džiovyklų privalumai ir trūkumai.
	7. Kuo skiriasi periodinio ir nuolatinio veikimo džiovyklų technologinis darbo procesas?
	8. Kaip oras teka džiovinimo kameroje?
	9. Kaip oras įkaitinamas netiesioginio kaitinimo kūryklose?
	10. Ką daryti pastebėjus, kad džiovinimo kameroje pavojingai aukšta grūdų temperatūra?

Literatūros sąrašas

1. Žemės ūkio mašinos: [vadovėlis] / Sudarytojas V. Gerulaitis. Vilnius, 1994. 231 p.
2. Морозов В. В., Щепилов Н. Я. Зерноочистительно-сушильные комплексы и поточные линии. Великие Луки, 2002. 366 с.
3. Novošinskas H., Raila A., Steponaitis V. Augalininkystės produktų laikymo technologijos, sandėliai ir įrengimai. Kaunas, 1999. 59 p.
4. Continuous Flow Dryers [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.cimbria.com/en-GB/Home/Solutions/Drying/ProductDetails.aspx?GroupID=GROUP65>. [Žiūrėta 2011 m. balandžio 15 d.].
5. Mepu grain handling technology at the cutting edge [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.mepu.fi/eng/products/grainhandling>. [Žiūrėta 2011 m. kovo 4 d.].
6. Зерносушилка М-819. (инструкция пользователя). 1998. 36 с.
7. Agrosec Grain Handling [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.agrosec.fi/en/index.php?id=3>. [Žiūrėta 2010 m. spalio 4 d.].
8. Kenneth J. Grain Drying [Elektroninis išteklius]. Prieiga per internetą: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/smgrains/ae701-1.htm>. [Žiūrėta 2010 m. vasario 24 d.].

SL 399. 2012.09.12. Aut. sp. l. 12,0. Užsakymo Nr. 38. Leido ASU Leidybos centras – 2012. Studentų g. 11,
LT-53361 Akademija, Kauno r.