

LAIAREALISE KARTULIPÕLLU REASHARIMISE PÕIMMASINA TÖÖPROTSESSI UURIMINE

J. Olt

SUMMARY: *Study of the working process of the combined wide rows potato field processing machine. This paper presents the results of statistical treatment of the series of experiments, made by J. Olt with the combined wide rows potato field processing machine. It was found out that the thickness of soil, lifted to the top of potatoes furrow, is in cubic dependence on angle of attack and on the velocity of machine and has always the maximum value. All dependencies are illustrated by graphs.*

Sissejuhatus

Kartuli madal saagikus on tingitud eelkõige agrotehnoloogiliste võtete puudulikkusest ning ebatäiuslikust tehnikast. Saagikuse languse peamiseks põhjuseks on põldude umbrohtumus. Gruczek, Gastol, Gojski (1986) ja Kisseljov (1988) on kindlaks teinud, et 1 t umbrohtusid põllul vähendab saaki 0,6...0,7 t/ha, s.o. 25%. Samuti on tõestatud, et efektiivsete herbitsiidide laialdase kasutamise tõttu ei saa tulevikus loobuda kartulipõldude mehaanilisest hooldusest. Reasharimise eesmärk on luua taimede normaalseks kasvuks ja arenguks mullas võimalikult soodne õhu-, vee-, soojus- ja toitainerežiim kogu kasvuperioodi jooksul.

Huvitav on märkida, et arenenud kartulikasvatusega riikides on kartulikülvi reavahed aja jooksul suurenenud. Juba eelmisel kümnendil soovitasid inglased C. F. Bishop ja W. F. Maunder (1983) kartulivagu reavahega 75...90 cm ja ristlõikega umbes 750 cm². Sakslased B. Scholz (1984) ja R. Frießleben jt. (1984) aga leidsid, et kartulivao ristlõikepind võiks olla 1000 cm².

Karl Sinijärv (1980, 1982) alustas optimaalse reavahe otsinguid 1962. aastal eesmärgiga kiirendada tervendatud seemnekartuli paljundamist põllul. Aastatepikkuse töö tulemusena jõudis ta järeldusele, et kartuli toitepinda on vaja oluliselt suurendada, ja töötas välja laiareaalse seemnekartuli kasvatamise meetodi. K. Sinijärv leidis, et olenevalt sordist ja fraktsioonist võib seemnekartulit maha panna reavahega kuni 140 cm. Sinijärve (1982), Balabanovi ja Bogatõrjovi (1989) ning Mitrofanovi, Rogozini ja Iudini (1988) andmetel on nimetatud meetodi puhul vao mõõtmed järgmised:

- algusvao harja laius on 80...90 cm, kõrgus 10...14 cm, vao põhja laius umbes 30 cm;
- lõplikult kujundatud vao harja laius on ligikaudu 30 cm, kõrgus umbes 35 cm ja vao põhja laius 50...60 cm.

Selliste mõõtmetega kujuneb algusvao ristlõike pindalaks 1200...1400 cm², lõppvao puhul 1900...2100 cm². Laiem reavahe seab täiendavad nõuded külvide hooldamiseks. Olulisemad nendest on järgmised:

- enne kartuli tärkamist tuleb vao lai hari ühtlaselt kõrgele üles mullata ja tekitada vihmapüüde rennid;
- järgnevate reasharimiste käigus tuleb vago ümber kujundada, viia vao hari kõrgemaks ja kitsamaks. Kord-korralt sügavamini sisse mullatud taimevartel arenevad mulda viidud lehekaenlaist lisajuured, -võrsed, -stoloonid. Taimepuhmastel tekib hulgaliselt mugulaid, nende mass suureneb hoogsalt ja nad valmivad rutem.

Laiarealise kartulipõllu reasharimise tõhustamiseks on Olt, Stepanov ja Normak (1988), Olt ja Lipski (1994), Olt ja Marrandi (1992) ning Olt ja Reintam (1984) teinud rea ettepanekuid vastava masina loomiseks. Nende ettepanekute baasil on J. Olt konstrueerinud ja valmis ehitanud laiarealise kartulipõllu reasharimise põimmasina (joon. 1). Põimmasina peamine ülesanne on vao profiili kujundamine nii, et vao kõrgus suureneks reasharimise käigus 20...25 cm, kusjuures ristlõike pindala suureneks 500...700 cm². Et reasharimist sooritatakse seemnekartuli kasvuperioodi jooksul 4...6 korda, siis tuleb iga järgneva harimise

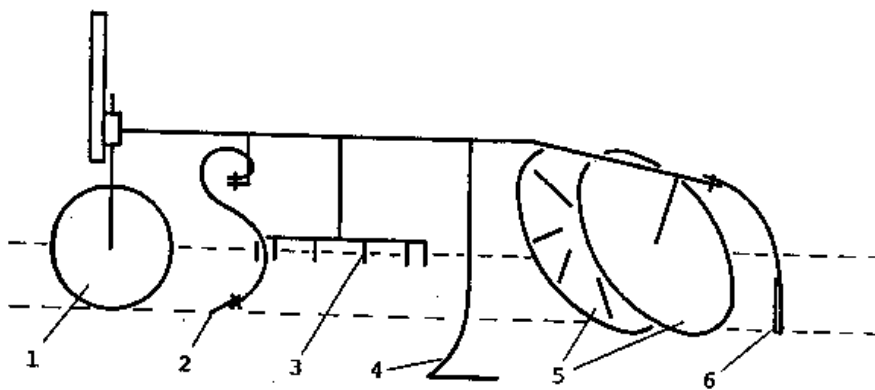
käigus tõsta vao harjale 4...8 cm paksune mulla kiht. Põldkatsetes uuriti põimmasina suutlikkust täita nimetatud nõuet ning selgitati peamised tegurid, mis seda võiksid mõjutada.



Joonis 1. J. Oldi konstrueeritud ja ehitatud laiarealise kartulipõllu reasharimise põimmasin
Figure 1. The combined wide rows potato field processing machine, constructed by J. Olt

Põimmasina kirjeldus

Põimmasina põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 2. Kobestuskäpad on ette nähtud vaokülgede kobestamiseks. Vurrärke ülesandeks on mullakoorigu purustamine, umbrohtude tõrjumine ja mulla kobestamine vaoharjal. Vurrärke pulgad teevad nn. diagonaaläestamist. Vao harja paremaks kopeerimiseks on vurrärke kinnitatud raami külge parallelogramm-mehhanismi abil. Vurrärke ringlülil on püstse pöörlemisteljega, ringlülil läbimõõt on suurem kui vaoharja laius, kuid väiksem reavahelaiusest, ja pöörlemistelg asub vaoharja keskteljest ettenähtud kaugusel (Olt, Stepanov, Normak, 1988). Kui tekib oht, et tärkavad kartulipealsed saavad viga, siis tuleb vurrärke põimmasinast kõrvaldada.



Joonis 2. Põimmasina põhimõtteline skeem: 1 – tugiratas, 2 – kobestuskäpp, 3 – vurräke, 4 – hanijalgkäpp, 5 – muldamisorgan, 6 – vaomoodusti
Figure 2. The principal scheme of the combined machine, where 1– supporting wheel, 2 – ripper tine, 3 – spinharrow, 4 – duckfoot share, 5 – ridge structure, 6 – furrow former

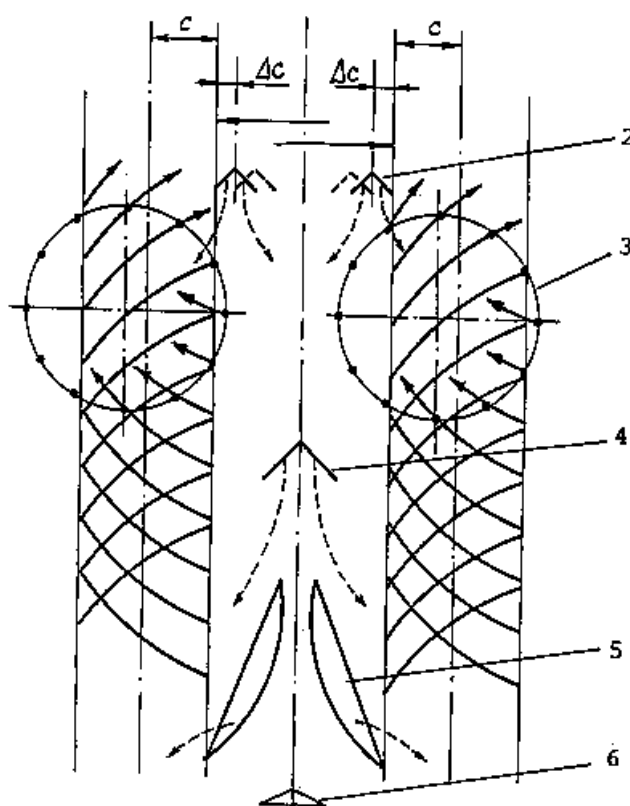
Universaalse hanijalgkäpa ülesandeks on umbrohtude hävitamine ja mulla kobestamine vaovahes. Täiendavaks ülesandeks on kobestatud vaopõhja aluse mulla vao keskelt vao külgedele suunamine (vt. kriipsjoon, joon. 3). Hanijalgkäpp on kinnitatud kultivaatori raami külge parallelogramm-mehhanismiga, millesse on sisse ehitatud sõltumatu kivikaitse nn. ülemine

murduv lüli (Olt, Marrandi 1992). Muldamisorganid kujutavad endast kaldu asetsevate pöörlemistelgedega sfäärilisi kettaid, mille külge on kinnitatud pulgad või labanoad (Olt, Reintam, 1984). Sellised rootorid kobestavad vao külje täies ulatuses ja tõstavad mulla vao vahelt vao harjale. Muldamisorganite parameetrid on valitud arvestusega, et need ei vigastaks muldamise ajal kartulipealseid.

Põimmasina eksperimentaalne uurimine

Põimmasina eksperimentaalseks uurimiseks on valmistatud katseseade, mille parameetrid on järgmised:

- põimmasina haardelaius 2,8 m
- hanijalgkäpa töölaius 0,4 m
- muldamisorgani läbimõõt 0,65 m
- muldamisorgani rüнденurk α 0–40°
- muldamisorgani kaldenurk β 40–55°



Joonis 3. Põimmasina tööd kirjeldav skeem, kus 2–6 on tööorganid (joon. 2), c – kaitseriba
Figure 3. The scheme, describing the working process of combined machine, where 2–6 the working structures (Fig. 2), c – the zone of protect

Põimmasina tööd kirjeldav skeem on näidatud joonisel 3. Iga töökäiguga nihutatakse kobestuskäppi 2 $\Delta c=3-7$ cm võrra vaovähe keskjoone suunas, eesmärgiga vältida taimejuurte vigastamist. Mullaosakesed liiguvad tööorganilt peamiselt kriipsjoonega näidatud suunas. Vaoharjal on pidevjoonega kujutatud äkkepulkade trajektoolid.

Kuigi põimmasina kõikidel tööorganitel on oma kindel osa vao kujundamisel ja taimede kasvukeskkonna loomisel, keskendutakse antud töös peamiselt muldamisorganite töövõime eksperimentaalsele uurimisele. Esialgelt võeti arvesse muldamisorgani konstruktiivsed (labade kuju, nende paigutus ja arv muldamisorganil; labad asendati pulkadega) ja tehnoloog-

gilised parameetrid (muldamisorgani kaldenurk ja rüнденurk; masina liikumise kiirus). Esialgsete uuringute tulemusel selgus, et protsessi mõjutavad peamiselt kaks tegurit, need on muldamisorgani rüнденurk α ja masina liikumise kiirus v_m . Teiste tegurite osatähtsus muldamisprotsessis on vähem oluline.

Seemnekartuli kasvukohaks sobivad kergepoolse lõimisega viljakandvad parasniisked mullad. Vastavalt sellele olid valitud ka katsepõllud. Katsed viidi läbi viiel erineval põllul, igalt võeti 5 mullaproovi vahetult enne katse läbiviimist. Nende proovide keskmised andmed on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Mullaproovid katsepõldudel
Table 1. Tests of soil from experimental fields

Näitaja /	Katsepõldude numbrid /				
	1	2	3	4	5
Niiskus, % /	16,52	16,40	15,79	14,91	14,13
Huumus, % /	5,04	3,14	2,67	4,11	6,61
Mulla liik /	kerge liivsavi	kerge liivsavi	keskmine liivsavi	kerge liivsavi	kerge liivsavi

Katsemetoodika

Põimmasina muldamisorgani poolt vao harjale tõstetud mullakihi paksus määrati järgmiselt. Enne töökäiku fikseeriti vao harja kõrgus nivelliiriga H-3 harja keskel kolmes punktis sammuga 50 m, kusjuures esimene punkt paiknes 20 m kaugusel põllu otsast. Seejärel sooritati töökäik ning fikseeriti samades kohtades vao harja kõrgus. Mainitud kõrguste vahe ongi otsitav mullakihi paksus Δh . Ühel vaol sooritatud kolme mõõtmise aritmeetiline keskmine andis ühe mõõtmistulemuse. Mõõtmiskorduste arv iga seadistuse puhul oli 10.

Põimmasina töökäigud võib jaotada eeltöökäikudeks ja põhitöökäikudeks. Eeltöökäikudel (2–3 töökäiku) toimub peamiselt kartuli tärkamiseelne ja -aegne reasharimine, kui vagu on madal ja toimub kartulivao proportsioonide ümberkujundamine. Põhitöökäikudel ehk täismuldamistel (2–3 töökäiku) tõstetakse muld vao külgedelt taimevarte ümber ja vahele. Selgus, et mõlemad töökäigud nõuavad erinevat seadistamist. Põimmasina seadistused olid järgmised:

- eeltöökäiguks seati muldamisorganite rüнденurgad α 5-kraadise intervalliga, vastavalt 5, 10, 15, 20 ja 25 kraadi; põimmasina liikumise kiirusi muudeti intervalliga 0,36 m/s, vastavalt 1,78, 2,14, 2,50 ja 2,86 m/s;
- põhitöökäiguks vähendati rüнденurki vastavalt 2, 6, 10, 14 ja 18 kraadi.

Katse tulemused, andmetöötlus ja analüüs esitatakse alljärgnevalt.

Regressioonivalemid

Eksperimentaalses uurimistöös koostatakse tihti nn. tabeliga antud funktsioone, milles argumentiks on katsetes etteantud suuruste arvulised väärtused ja funktsiooniks uuritavate suuruste katsetes saadud arvulised väärtused. Tavaliselt üritatakse leida nn. regressioonipolünoomi, mis annab uuritavate suuruste vahelise analüütilise seose ja võimaldab prognoosida funktsiooni väärtusi nendel argumenti väärtustel, mille korral eksperimenti pole teostatud.

Regressioonipolünoomi otsime kujul

$$P_m(x) = \sum_{i=0}^m d_i x^i, \quad (1)$$

kus m on polünoomi aste. Võrduses (1) kordajad d_i leitakse tingimusest, et polünoomi (1) väärtuste $P_m(y_j)$ ja katsetes saadud suuruste z_j ($j=1, 2, \dots, N$) vahede ruutude summa

$$S(y_j) = \sum_{j=1}^N \left[\sum_{i=0}^m d_i y_j^i - z_j \right]^2$$

samade argumentide väärtuste y_j korral peab olema minimaalne. Ekstreemumi tarviliku tingimuse kohaselt peab olema

$$\frac{\partial S(y_j)}{\partial d_i} = 0, \quad (i = 0, 1, \dots, m).$$

Leides need osatuletised, saame lineaarvõrrandite süsteemi $Bd=b$ vektori d elementide d_p ($p=0, 1, \dots, m$) suhtes. Selle süsteemi maatriksi B elemendid $B_{p,q}$ ($p=0, 1, \dots, m; q=0, 1, \dots, m$) ja vabaliikmete vektori b elemendid b_p ($p=0, 1, \dots, m$) avalduvad kujul

$$B_{p,q} = \sum_{i=0}^N y_i^{p+q}, \quad (2)$$

$$b_p = \sum_{i=0}^N y_i^p z_i, \quad (3)$$

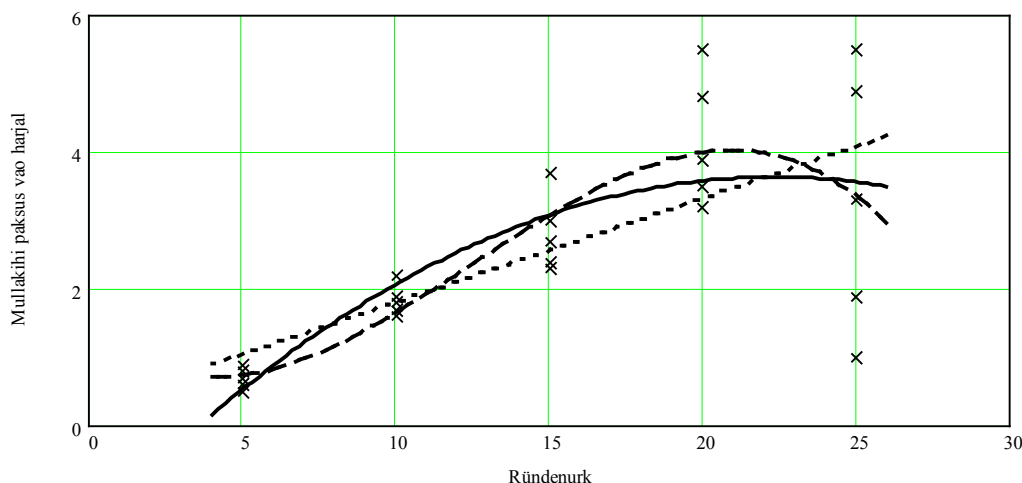
kus y_i ($i=0, 1, \dots, N$) on katses etteantud suurused ja z_i ($i=0, 1, \dots, N$) – neile vastavad mõõdetud suurused. Lineaarse võrrandisüsteemi $Bd=b$ lahendi saab esitada kujul

$$d = B^{-1}b, \quad (4)$$

kus B^{-1} on maatriksi B pöördmaatriks. Valemeid (1)–(4) on mugav kasutada arvutiprogrammides. Need valemid võimaldavad regressioonipolünoomi leidmisel varieerida ka selle astet m .

Mullakihi paksuse sõltuvus rüнденurgast

Joonistel 4 ja 5 on kujutatud põimmasina konstantse kiiruse v_m ja erinevate rüнденurkade korral saadud katseandmed (ristid) ja valemite (1)–(4) abil leitud regressioonisirge (punktjoon), regressiooniruutparabooli (pidev joon) ning regressioonikuupparabooli (kriipsjoon) graafikud.

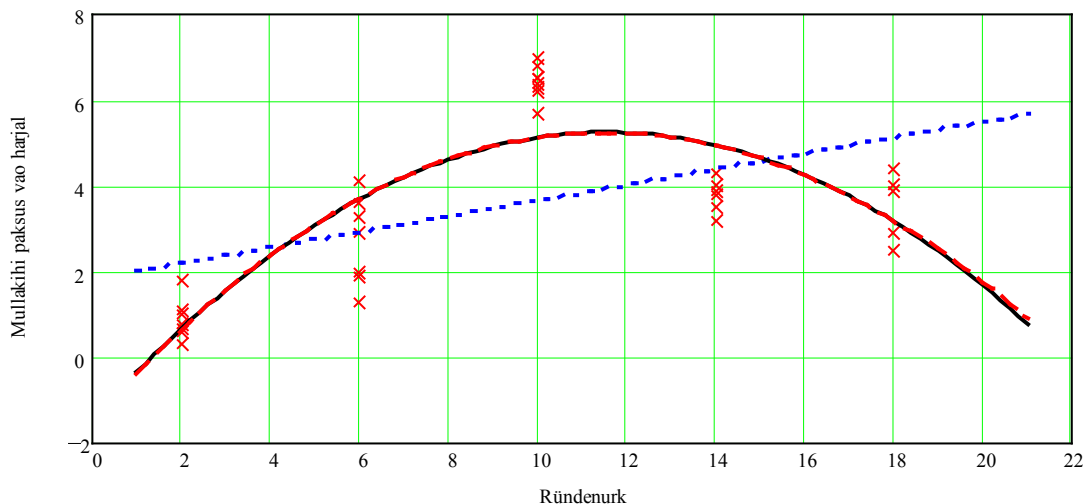


Joonis 4. Regressioonipolünoomid ja katseandmed põimmasina eeltöökäigul, kui $v_m=2,14$ m/s
Figure 4. Regresspolynoms and tests data on the preliminary working stroke of combined potato field processing machine, when $v_m=2.14$ m/s

Jooniselt 4 selgub, et eeltöökäigul on regressioonipolünoomid lähestikku. Katseandmete keskmine kõrvalekalle regressioonipolünoomi vastavast väärtusest on minimaalne regressioonikuupparabooli korral ja võrdne 0,62 cm. Seega põimmasina eeltöökäigul konstantse kiirusega $v_m=2,14$ m/s määrab ligikaudu vaoharjale tõstetud mullakihi paksuse Δh sõltuvuse rüнденurgast α valem

$$\Delta h \approx 1,37 - 0,48\alpha + 0,0515\alpha^2 - 0,00138\alpha^3, \quad (5)$$

kus kordajad on arvutatud valemi (4) abil.



Joonis 5. Regressioonipolünoomid ja katseandmed põimmasina põhitöökäigul, kui $v_m=2,50$ m/s

Figure 5. Regresspolynoms and tests data on the working stroke of combined potato field processing machine, when $v_m=2.50$ m/s

Jooniselt 5 on näha, et põimmasina põhitöökäigul konstantse kiirusega $v_m=2,50$ m/s langevad regressiooniruutparabool ja regressioonikuupparabool ligikaudu kokku. Katseandmete keskmine kõrvalekalle regressioonipolünoomi vastavast väärtusest on minimaalne regressioonikuupparabooli korral ja võrdne 0,95 cm. Seega põimmasina põhitöökäigul konstantse kiirusega $v_m=2,50$ m/s määrab ligikaudu vaoharjale tõstetud mullakihi paksuse Δh sõltuvuse rüнденurgast α valem

$$\Delta h \approx -1,52 + 1,192\alpha - 0,0541\alpha^2 + 0,00013\alpha^3, \quad (6)$$

kus kordajad on arvatud valemi (4) abil.

Mullakihi paksuse sõltuvus põimmasina liikumise kiirusest

Joonistel 6 ja 7 on kujutatud põimmasina muldamisorganite konstantse rüнденurga $\alpha=15^\circ$ ja erinevate masina liikumise kiiruste korral saadud katseandmed (ristid) ja valemite (1)–(4) abil leitud regressioonisirge (punktjoon), regressiooniruutparabooli (pidev joon) ja regressioonikuupparabooli (kriipsjoon) graafikud.

Jooniselt 6 selgub, et muldamisorganite konstantse rüнденurgaga $\alpha=15^\circ$ põimmasina eeltöökäigul on regressioonipolünoomid üsna erinevad. Katseandmete keskmine kõrvalekalle regressioonipolünoomi vastavast väärtusest on minimaalne regressioonikuupparabooli korral ja võrdne 0,53 cm. Seega põimmasina eeltöökäigul konstantse rüнденurgaga $\alpha=15^\circ$ määrab ligikaudu vaoharjale tõstetud mullakihi paksuse Δh sõltuvuse põimmasina liikumise kiirusest v_m valem

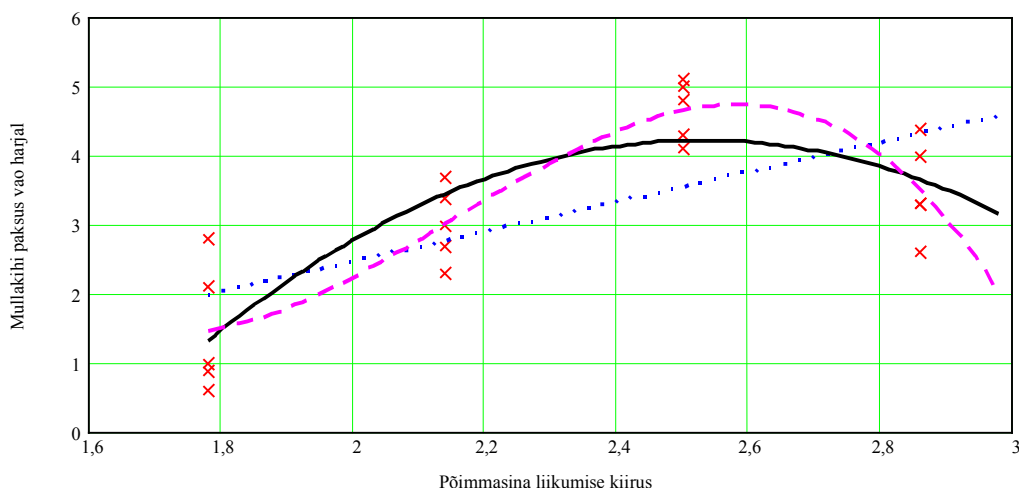
$$\Delta h \approx 93,31 - 137,247v_m + 66,4352v_m^2 - 10,28807v_m^3, \quad (7)$$

kus kordajad on arvatud valemi (4) abil.

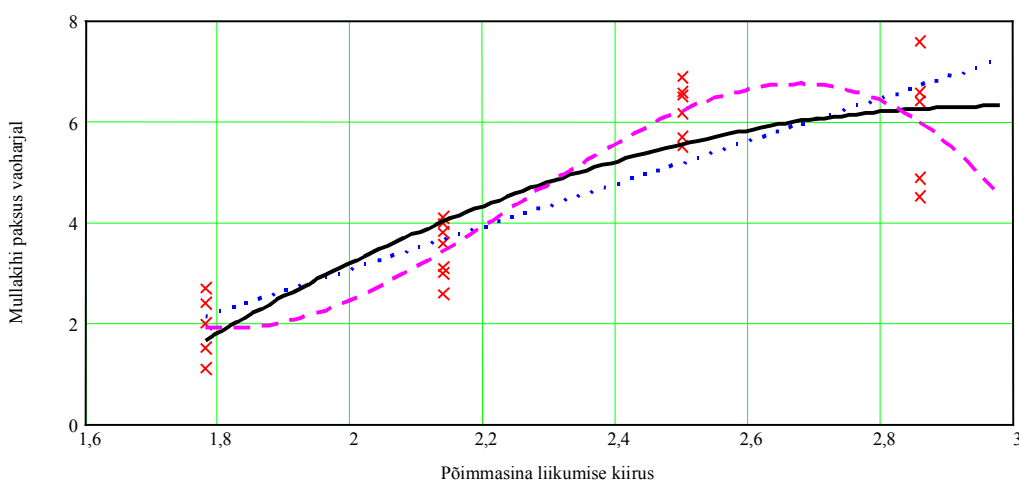
Jooniselt 7 on näha, et põimmasina muldamisorganite põhitöökäigul konstantse rüнденurgaga $\alpha=10^\circ$ erinevad kõik vaadeldavad regressioonipolünoomid üksteisest. Katseandmete keskmine kõrvalekalle regressioonipolünoomi vastavast väärtusest on minimaalne regressioonikuupparabooli korral ja võrdne 0,60 cm. Seega põimmasina põhitöökäigul konstantse rüнденurgaga $\alpha=10^\circ$ määrab ligikaudu vaoharjale tõstetud mullakihi paksuse Δh sõltuvuse rüнденurgast ja põimmasina liikumise kiirusest v_m valem

$$\Delta h \approx 158,15 - 222,345v_m + 102,7521v_m^2 - 15,24838v_m^3, \quad (8)$$

kus kordajad on arvatud valemi (4) abil.



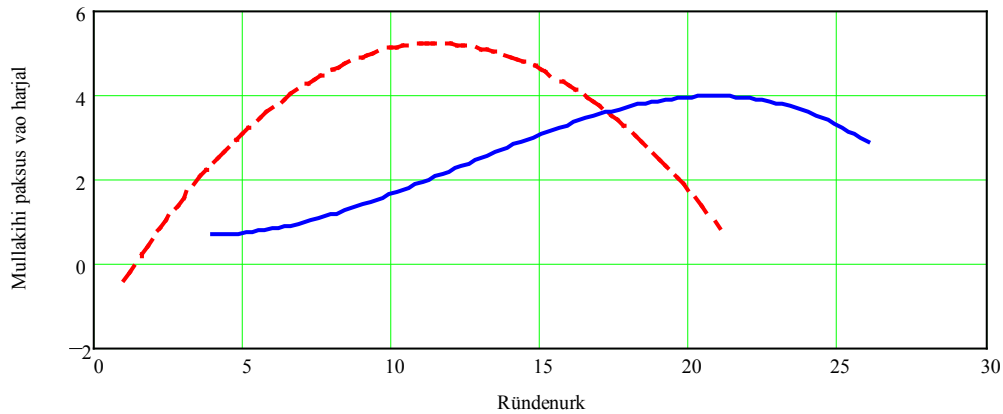
Joonis 6. Regressioonipolünoomid ja katseandmed põimmasina eeltöökäigul, kui $\alpha=15^\circ$
Figure 6. Regresspolynoms and tests data on the preliminary working stroke of combined potato field processing machine, when $\alpha=15^\circ$



Joonis 7. Regressioonipolünoomid ja katseandmed põimmasina põhitöökäigul, kui $\alpha=10^\circ$
Figure 7. Regresspolynoms and tests data on the basic working stroke of combined potato field processing machine, when $\alpha=10^\circ$

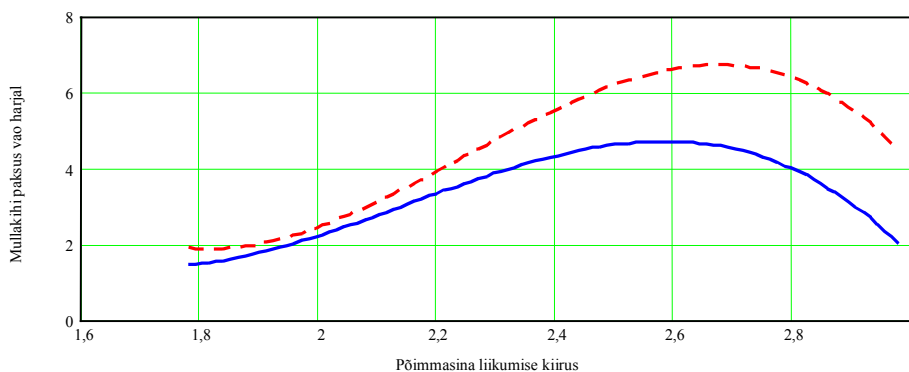
Töökäikude analüüs

Katseandmete lähendamise tulemusena on selgunud, et kartulivao harjale tõstetud mullakihi paksuse sõltuvust rundenurgast ja põimmasina liikumise kiirusest eel- ja põhitöökäigul iseloomustavad kuupparaboolid (5)–(8). Nendele paraboolidele vastavad graafikud on töökäikude võrdlemiseks esitatud joonistel 8 ja 9. Jooniselt 8 on näha, et eeltöökäigul (pidev joon) on optimaalseks rundenurgaks ligikaudu 21° ja põhitöökäigul (kriipsjoon) 11° . Nende rundenurkade korral on kartulivao harjale tõstetud mullakiht maksimaalse paksusega. Sellise maksimumi olemasolu on tingitud asjaolust, et väikeste ja suurte rundenurkade korral osa mullast ei jõua vao harjale.



Joonis 8. Mullakihi paksuse sõltuvus rüdenurgast eel- ja põhitöökäigul
Figure 8. The dependence of the thickness of soil layer on angle of attack at preliminary and basic working strokes

Jooniselt 9 selgub, et eeltöökäigul (pidev joon) on põimmasina optimaalseks kiiruseks 2,6 m/s ja põhitöökäigul (kriipsjoon) 2,7 m/s. Nende kiiruste korral on kartulivao harjale tõstetud mullakiht maksimaalse paksusega. Väikeste kiiruste korral osa mullast ei jõua vao harjale, suurte kiiruste korral aga lendab muld osaliselt üle vao harja.



Joonis 9. Mullakihi paksuse sõltuvus põimmasina kiirusest eel- ja põhitöökäigul
Figure 9. The dependence of the thickness of soil layer on velocity of combined wide rows potato field processing machine at preliminary and basic working strokes

Joonised 8 ja 9 näitavad, et eeltöökäigul on väikeste rüdenurkade ja kõikide kiiruste korral vao harjale tõstetud mullakiht õhem kui põhitöökäigul. Selline asjaolu on tingitud sellest, et eeltöökäigul, kui vagu on madal, täidab mulla tõstmise funktsioone peamiselt sfääriline ketas. Põhitöökäigul hakkavad tööle labanoad ja ketta osatähtsus väheneb märgatavalt. Kui eeltöökäigul on rüdenurk väike, siis ketas oma funktsioone ei täida, kui suur, siis vao hari jääb ebahütlaseks. Kui põhitöökäigul rüdenurk on väike, siis allaliikuvad labanoad hakkavad muldamisorgani tööd häirima, kui suur, siis labanoad haaravad mulda kaasa ainult vao külje keskosast.

Järeldused

Katseandmete analüüsi tulemusi aluseks võttes saame teha järgmisi praktilisi järeldusi:

- kirjeldatud vabaaktiivse muldamisorganiga põimmasin on suuteline tõstma vao harjale nõutava paksusega kihi kobedat mulda,
- vabaaktiivmasin sobib hästi Eesti kivistele põldudele,

- põimmasina tehnoloogiline seadistamine põllul on lihtne, vajaliku mullakihi saamiseks vaoharjale tuleb valida muldamisorgani ründnurk α ja masina liikumise kiirus v_m ,
- eeltöökäiguks sobib ründnurk $18...23^\circ$ ning töökiirus $1,9...2,4$ m/s,
- põhitöökäiguks sobib ründnurk $8...13^\circ$ ning töökiirus $2,2...2,8$ m/s,
- vao kõrguse suurenedes tuleb vähendada ründnurka ja suurendada liikumise kiirust,
- universaalse hanijalgkäpa soovitavaks töösügavuseks vaovahes on $10...15$ cm,
- reasharimise parema kvaliteedi saavutamiseks tuleb jälgida, et vaomoodusti jätkaks terava vao.

Kirjandus

- Balabanov, Bogatõrjov: Балабанов П. Р., Богатырев А. И. В Волго-Вятской зоне. – Картофель и овощи, № 2, с. 24...28, 1989.
- Bishop, Maunder: Бишоп К., Мондер Ф. Механизация производства и хранения картофеля. Пер. с англ. А. С. Каменского; Под ред. Г. Д. Петрова. – М.: Колос, 1983. – 256 с.
- Frießleben R., Gall H., Frießleben G. Einfluß der Fahrspuren auf Kartoffelertrag und Bodenstruktur sowie Möglichkeiten zu ihrer Verminderung. – Agrartechnik, H. 7, S. 295...298, 1984.
- Gruczek T., Gastol J., Gojski B. Einfluß von Unkrautern auf die mechanischen Beschädigungen von Kartoffeln während der Ernte sowie auf die Leistung der Erntemaschinen. – Tag.- Ber. Akad. Landwirtsch. – Wiss. DDR. Jg. 250. S. 63...67, 1986.
- Kisseljov jt.: Киселев В. Н. и др. Сокращение потерь плодовоовощной продукции картофеля. – Обзорная информация, ВНИИТЭИ агропром, Москва, с. 6...14, 1988.
- Mitrofanov, Rogozin, Iudin: Митрофанов Ю. И., Рогозин А. В., Июдин Г. И. Технология возделывания картофеля на грядах. – Картофель и овощи, № 2, с. 8...11, 1988.
- Olt, Lipski: А.С. 1873321 СССР; МКИ⁵ А 01 В 49/00; 59/00. Комбинированная почвообрабатывающая машина, Ю. Ольт и Н. Липский. Оpubл. 07.05.94; бюл. 17.
- Olt, Marrandi: А.С. 1772910 СССР; МКИ⁴ А 01 В 61/04. Почвообрабатывающее орудие, Ю. Ольт и Т. Марранди. 1992.
- Olt, Reintam: А.С. 1130182 СССР; МКИ³ А 01 В 39/14. Орудие для обработки междурядий пропашины культур, Ю. Ольт и А. Рейнтам; Эстонская сельскохозяйственная академия. – Оpubл. 23.12.84; бюл. 47.
- Olt, Stepanov, Normak: А.С. 1414336 СССР; МКИ⁴ А 01 В 49/02. Комбинированная почвообрабатывающая машина, Ю. Ольт, Ю. Степанов и П. Нормак. Оpubл. 07.08.88; бюл. 29.
- Scholz B. Wie lassen sich Reihenschaden bei der Pflege und Beregnung von Kartoffeln vermeiden? – Landtechnik, H. 6, S. 282...284, 1984.
- Sinijärv: А.С. 738551 СССР; МКИ³ А 01 G 1/00. Способ выращивания семенного картофеля в питомниках семеноводства, Синиярв К. Я.; Эстонская сельскохозяйственная академия. – Оpubл. 07.06.80; бюл. 21.
- Sinijärv: Синиярв К. Я. Способ ускоренного размножения семенного картофеля в питомниках семеноводства. – Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ, Сиб. отделение. Новосибирск, вып. 40, 41, с. 47...50, 1982.