

## LÄMMASTIKVÄETISE MÕJUST VIKI-NISU SEGUKÜLVIDES

R. Lauk, E. Lauk

**ABSTRACT.** *The effect of nitrogen fertilisation on vetch-wheat mixed crops. The study carried out on the experimental fields of the Department Field Crop Husbandry of the Estonian Agricultural University at Erika in 2000, 2001 and 2003 showed that ammonium nitrate had a positive effect on the total yield of mixed seeding of common vetch and wheat. At a seeding norm of 300 germinating seeds per m<sup>2</sup> (250 germinating wheat seeds and 50 germinating vetch seeds per m<sup>2</sup>) the average yield increase for three years was 206 kg ha<sup>-1</sup> with N<sub>34</sub> and 317 kg ha<sup>-1</sup> with N<sub>68</sub>. The increase in the yield of mixed seeding under the effect of nitrogen fertiliser occurred at the expense of a significant increase in the yield wheat component (331 and 544 kg ha<sup>-1</sup>, respectively), while the yield of the vetch component decreased with fertilisation. The effect of nitrogen fertiliser on the 1000 grain mass of wheat was positive. The protein content in dry matter of vetch seeds was 30% and the use of nitrogen fertiliser did not influence the protein content of vetch. The protein content of wheat seeds was significantly affected by the proportion of vetch in the seed mix. The effect of nitrogen fertiliser had a considerably weaker effect on the protein content of wheat seeds. The protein yield of mixed seeding on unfertilised soil was about 530–580 kg ha<sup>-1</sup> and it was not significantly influenced by the application of nitrogen fertiliser. The protein yield in the single crop of wheat with the use of nitrogen fertiliser (N<sub>68</sub>) amounted to a maximum of 419 kg ha<sup>-1</sup>, which was significantly less compared with the protein yield of mixed seeding of vetch and wheat on unfertilised soil.*

**Keywords:** *wheat, vetch, mixed crop, nitrogen fertilisation, ammonium nitrate, yield, protein yield.*

### Sissejuhatus

Meie varasemates uuringutes (Lauk jt, 1999) selgus, et viki-nisu segukülvid annavad nii teraviljale kui ka kartulile järgnedes suuremat saaki kui vastavate liikide puhaskülvid. Nimetatud seaduspärasus ilmnes eriti lämmastikväetiseta mullal, lämmastikuga väetamisel (N<sub>34</sub>) oli segukülvide eelis võrreldes teravilja puhaskülviga suhteliselt tagasihoidlik. Oluline oli siiski, et viki-nisu segukülvis oli lämmastikväetiseta mullal saagi proteiinisisaldus, aga samuti ka proteiinisaak tunduvalt suurem kui nisu puhaskülvis lämmastikuga väetamisel.

Et viki-nisu segukülvid andsid suhteliselt suuri seemne- ja proteiinisaake lämmastikväetiseta mullal, siis oleme soovitanud neid külve mahepõllunduse tingimustesse. Oleme rõhutanud, et ka tavapõllunduse tingimustes ei ole viki-nisu segukülvide väetamine lämmastikuga ilmtingimata vajalik, seega on võimalik kokku hoida kulutusi väetamisele ja vähendada koormust loodusele (Lauk jt, 2001).

Käesoleva uuringuga püüdsime veel kord kontrollida lämmastikväetise mõju viki-nisu segukülvides võrdlevalt viki ja nisu puhaskülvidega. Ühtlasi võtsime katsesse juurde veel ühe seeria, mille puhul kasutasime mõnevõrra suuremat lämmastikväetise normi kui varasemates uuringutes.

**Võtmesõnad:** nisu, vikk, segukülvid, lämmastikuga väetamine, ammooniumnitraat, saak, proteiinisaak.

### Uurimistöö tingimused ja meetodika

Uurimistöö viidi läbi 2000., 2001. ja 2002. aastal kolmeseerialise katsena. Variandid katseseeriates olid ühesugused ja need on ära toodud tabelis 1. Katseseeriad olid järgmised: esimene seeria – variandid olid lämmastikväetiseta mullal, teine seeria – variandid olid N<sub>34</sub> foonil ja kolmas seeria – variandid olid N<sub>68</sub> foonil. Lämmastikväetisena kasutati ammooniumsalpeetrit (ammooniumnitraat). Vastavalt taimekasvatuse instituudis väljatöötatud meetodikale (Lauk jt, 1996; Lauk, 1997) olid variandid katseseeriates ühes korduses, välja arvatud esimene variant, mis esines kahel katselapil (kahes korduses). Variandid olid katseseeriates ühes korduses eeldusega, et andmetöötlusel kasutatakse regressioonanalüüsi, mis võimaldab välja arvutada katsevea seeriates ka ühe korduse puhul.

Põldkatsed viidi läbi EPMÜ taimekasvatuse instituudi Eerika katsepõldudel, kerge liivsavi lõimisega kahkjäl mullal, mis rahvusvahelise WRB süsteemi järgi kannab nimetust *Albeluvisols* (Kõlli, Lemetti, 1999). Fosfor- ja kaaliumväetisi katsetes ei kasutatud, sest katsemulla P ja K tarve oli väike. Eelviljaks oli suvinisu, mida väetati lämmastikväetisega (N<sub>60</sub>).

**Tabel 1.** Variandid katseseeriates

**Table 1.** Variants used in series of experiment

Variandi number <i>No of variant</i>	Külvisenorm, idanevat seemet m <sup>2</sup> / <i>Seeding rate, germinating seeds per one m<sup>2</sup></i>		
	suvivikk/ <i>vetch</i>	nisu/ <i>wheat</i>	kokku/ <i>total</i>
1a	100	0	100
1b	100	0	100
2	90	50	140
3	80	100	180
4	70	150	220
5	60	200	260
6	50	250	300
7	40	300	340
8	30	350	380
9	20	400	420
10	10	450	460
11	0	500	500

2000. aasta meteoroloogilised tingimused olid teraviljade kasvuks soodsad. Kevadet iseloomustas soe ja sademetevaene periood, mis kestis mai III dekaadini. Mai III dekaadil tuli sademeid pikaajalise keskmisega võrreldes 40 mm rohkem. Juuli ja augusti esimene dekaad oli pikaajalise keskmisega võrreldes jahedam ja sademeterikkam. Vegetatsiooniperioodi lõpu poole muutusid ilmad taas soojemaks ja sademetevaesemaks, mis kergendas tunduvalt segavilja koristamist. Katse koristati 28. augustil.

2001. aasta mai ja juuni olid õhutemperatuuridelt lähedased paljude aastate keskmisele, kuid juuli tervikuna oli keskmisest 3 °C võrra soojem. Kõik kevad- ja suvekuud olid pikaajalise keskmisega võrreldes sademeterikkamad. Juunis, juulis ja augustis oli sademeid 1,3–1,5 korda normist rohkem. Rohkete sademete tõttu oli viki vegetatiivne kasv väga intensiivne ning vikk ületas nisu pikkuskasvult 25–30 cm võrra. Nisu jäi segukülvis alarindesse. Katse koristati 15. augustil.

2002. a vegetatsiooniperioodi võib pidada tavalisest tunduvalt soojemaks ja sademetevaeseks. Aprill ja mai olid keskmiste õhutemperatuuride poolest tunduvalt soojemad. Mai I dekaadi õhutemperatuur oli 5 kraadi võrra normist kõrgem. Alates mai II dekaadi algusest hakkasid taimed kannatama niiskusepuuduse all, sest alates 1. maist kuni 10. juunini oli sademeid 3,5 korda normist vähem (norm selle perioodi kohta on 63 mm) ja põud jätkus. Ainult 10 päevaks juuni III dekaadil tõusis mullaniiskus tänu sademetele optimaalse lähedaseks, aga juba juuli alguses langes mullaniiskus uuesti alla kriitilise taseme. Eriti halb oli seis juuli II dekaadil, mil keskmine õhutemperatuur oli 5 kraadi võrra normist kõrgem ja vihma ei sadanud. Tervikuna oli juuli 3 °C võrra normist soojem, vihma sadas 30 mm võrra normist vähem. Kõrge õhutemperatuur ja veepuudus kiirendasid mõlema taimeliigi arengut ja nad valmisid ligikaudu 20–25 päeva tavalisest varem. Täisküpsus saabus juba augusti esimestel päevadel. Katse koristati 5. augustil. Lühikesest vegetatsiooniperioodist tingituna (taimed omastasid toitaineid mullast ja sünteesisid orgaanilist ainet lühema perioodi kestel) katses olnud liikide saagipotentsiaal sellel aastal täiel määral ei realiseerunud. Viki saagipotentsiaal realiseerus alla 50% ning vikk jäi segukülvis nisuga alarindesse.

Koristamise järel registreeriti saagid komponentide arvestuses eraldi ja summaarse saagina. Täiendavalt määrati nii viki kui ka nisu 1000 seemne massid. Eesti Põllumajandusülikooli taimebiokeemia laboratooriumis määrati saagiproovide lämmastiksisaldus, mille baasil arvutati saakide proteiinisaldused, aga samuti proteiinisagid.

Andmetöötlus toimus kõigis katseseeriates regressioonanalüüsi abil järgmise üldistava võrrandi kohaselt:

$$y = a + bx + cx^2.$$

#### Võrrandis:

$y$  – argumendi funktsioon: saak, proteiinisak, 1000 seemne mass, proteiinisaldus (kg ha<sup>-1</sup>, g, %),

$a$  – võrrandi vabaliige (konstant),

$b$  ja  $c$  – regressioonikordajad,

$x$  – argument; argumendiks regressioonanalüüsil on võetud külvisenorm, idanevat seemet ruutmeetritele (vikk + nisu), ja see varieerus piirides 100–500.

Vastavalt väljatöötatud meetodikale (E. Lauk, Y. Lauk, 2000) arvutati kõigile regressioonivõrranditele välja usalduspiirid 95%-lise usutavusega ( $U_{95\%}$ ). Lämmastikväetise mõju usutavuse hindamiseks arvutati välja piirdiferentsid vastavate võrrandite usalduspiiride liitmise kaudu ( $U_{95\%I} + U_{95\%II}$  või  $U_{95\%I} + U_{95\%III}$ ) 95%-lise usutavusega ( $PD_{95\%}$ ). Siin  $U_{95\%I}$  on väetamata mulla regressioonivõrrandi usalduspiirid,  $U_{95\%II}$  on väiksema lämmastikunormiga ( $N_{34}$ ) väetatud mulla regressioonivõrrandi usalduspiirid ja  $U_{95\%III}$  on suurema lämmastikunormiga ( $N_{68}$ ) väetatud mulla regressioonivõrrandi usalduspiirid.

Kõik artikli tabelites esitatud arvulised väärtused arvutati välja regressioonivõrrandite abil. Seejuures kõikide arvutamisel aluseks võetud regressioonivõrrandite usutavuse aste oli üle 99%.

## Uurimistöö tulemused ja arutelu

Uurimistöö tulemusena selgusid segukülvide komponentide saagid puhaskülvides ja segukülvis ning viki-nisu segukülvide saagid erinevate seemnesegu vahetavate juures, aga samuti lämmastikväetise mõju saakidele kolme aasta keskmisena (tabel 2). Väetamata mullal oli nisu puhaskülvi saak tunduvalt suurem kui viki puhaskülvi saak. Lämmastikuga väetamisel suurenes saagierinevus veelgi, sest viki puhaskülvis oli lämmastikväetise mõju negatiivne, samal ajal kui nisu puhaskülvis saadi kahe aasta keskmisena lämmastiku mõjul märgatavat enamsaaki. Huvitav on märkida, et nisu kasvuks olid tingimused väetamata mullal nii 2000. kui ka 2001. a (nisu puhaskülvi saak oli vastavalt 3380 ja 3360 kg teri hektarilt) ühesugused. Ühtlasi see tähendab, et nimetatud katse aastatel olid nisusaagid N-väetiseta mulla kohta suhteliselt suured. Põuasel 2000. a oli nisu puhaskülvi saak N-väetiseta mullal 2060 kg ha<sup>-1</sup>. Tundub, et põud siiski nisusaaki väga oluliselt ei mõjutanud, sest meie varasemates uuringutes saadi nisu samasugustes tingimustes samuti 2000 kg ha<sup>-1</sup> (Lauk jt, 1999). Lämmastikväetise mõju nisusaagile oli suurim 2000. aastal, mil  $N_{68}$  mõjul suurenes saak 1000 kg võrra hektari kohta, ning väikseim põuasel 2002. a (saak suurenes hektari kohta 400 kg võrra), mil nisu lämmastikväetise normi suurendamisele ei reageerinud, sest limiteerivaks faktoriks muutus ilmselt niiskusepuudus. Kolme aasta keskmisena oli lämmastikväetise ( $N_{68}$ ) efektiivsus nisu puhaskülvi väetamisel 7,8 kg teri 1 kg lämmastiku kohta.

Viki kasvuks ja saagi moodustamiseks olid aga tingimused aastati erinevad. Vikile sobis sademeterikas 2001. aasta – saak puhaskülvis oli väetamata mullalt 2460 kg ha<sup>-1</sup>. 2000. ja 2002. aastal oli viki seemnesaak samasugustes tingimustes vastavalt 1375 ja 740 kg ha<sup>-1</sup>. Seega võivad vikisaagid puhaskülvis aastati erineda enam kui kolm korda. Eriti tundlik on vikk kahe mõjufaktori, põua ja kõrgete õhutemperatuuride koosinemise suhtes (2002. aasta). Kolme aasta keskmisena ilmnes lämmastikväetise negatiivne mõju viki seemnesaagile nii puhaskülvis kui ka segukülvis. Negatiivne mõju oli eriti ilmne just viki kasvuks soodsal 2001. aastal, mil puhaskülvis vähenes seemnesaak olenevalt lämmastikunormist 150–200 kg võrra hektari kohta. Segukülvides oli lämmastikväetise mõju viki seemnesaagile veelgi suurem kui puhaskülvis ja negatiivne mõju suurenes seoses viki osatähtsuse vähenemisega seemnesegus. Et lämmastikväetise mõju nisust komponendi saagile segukülvis oli positiivne, siis võib seda põhjendada nisu konkurentsivõime suurenemisega.

Viki-nisu segukülvides olid saagid kolme aasta keskmisena tunduvalt suuremad kui viki puhaskülvis ning sõltusid otseselt külvisenormist ja komponentide vahetavast seemnesegust. Seos külvisenormi ja segukülvi saagi vahel oli väga tugev, korrelatsioonikoefitsientide (R) arvulised väärtused olid olenevalt lämmastiktootumise tasemest vahemikus 0,989–0,998. Antud uurimuse puhul viki-nisu segukülvil võrreldes nisu puhaskülvi saagi seisukohalt lähtudes olulisi eeliseid ei olnud. Väetamata mullal saadi segukülvist veidi suurem saak kui nisu puhaskülvist juhul, kui vikki võeti seemnesegusse arvestusega 12–25 idanevat seemet ruutmeetri kohta. Lämmastiku foonil jäid aga segukülvide saagid kõikidel juhtudel nisu puhaskülvide saakidest väiksemaks.

Meie varasemates samalaadsetes uuringutes (Lauk jt, 1999) andis viki-nisu segukülvi väetamata mullal tunduvalt suuremat saaki kui nisu puhaskülvi, kuid siis oli nisu puhaskülvi saak palju madalam (2000 kg ha<sup>-1</sup>) kui käesolevas uurimuses. Samas selgus ka tollal, et nisu puhaskülvi saagi suurendamine 3000 kg ha<sup>-1</sup> lämmastikväetise kasutamise kaudu vähendas tunduvalt segukülvi efekti. Järelikult, kui nisu puhaskülvi saagitase ületab 3000 kg hektari kohta, siis kaotavad viki-nisu segukülvid oma eelise nisu puhaskülvide ees. See seaduspärasus kehtib siiski ainult juhul, kui eelviljaks on teravili. Ka 2002. a, mil nisu puhaskülvi saak oli väetamata mullal ligikaudu 2000 kg ha<sup>-1</sup>, ei omanud viki-nisu segukülvi saagid olulist eelist nisu puhaskülvi ees. Antud juhul peab siiski arvestama, et tegemist oli viki kasvuks äärmiselt ebasoodsa aastaga.

Lämmastikväetis suurendas küll viki-nisu segukülvi saaki, kuid mõjutas seda tunduvalt vähem kui nisu puhaskülvi saaki. Põhjuseks on asjaolu, et lämmastiku mõju segukülvide komponentide saagile oli vastupidine: väetis suurendas küll nisust komponendi saaki, aga vähendas samal ajal viki komponendi saaki.

**Tabel 2.** Lämmastikväetise mõju viki ja nisu puhaskülvides ning viki-nisu segukülvides komponentide erineva seemnesegu vahekorra juures (kolme aasta keskmised andmed; kg ha<sup>-1</sup>)

**Table 2.** The formation of wheat and vetch monocultural and mixed crops depending on the amount of seed sown and on nitrogen availability as averaged over three years (kg ha<sup>-1</sup>)

Külvisenorm, seemet m <sup>2</sup> kohta vikk + nisu = kokku <i>Seeding rate, seeds per one m<sup>2</sup> vetch + wheat = total</i>	Saak lämmastikväetiseta mullalt <i>Without nitrogen fertiliser</i>	Lämmastikväetise mõju <i>Influence of nitrogen fertiliser</i>	
		N <sub>34</sub>	N <sub>68</sub>
Vikist komponendi saak / <i>Yield of vetch, kg ha<sup>-1</sup></i>			
100 + 0 = 100	1524	-86	-73
76 + 124 = 200	1342	-87	-128
64 + 186 = 250	1218	-98	-169
50 + 250 = 300	1071	-118	-182
38 + 312 = 350	1271	-144	-208
25 + 375 = 400	903	-179	-233
12 + 438 = 450	713	-220	-258
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	33	52
Nisust komponendi saak / <i>Yield of wheat, kg ha<sup>-1</sup></i>			
76 + 124 = 200	825	243	238
64 + 186 = 250	1189	294	417
50 + 250 = 300	1549	331	544
38 + 312 = 350	1903	354	619
25 + 375 = 400	2252	363	643
12 + 438 = 450	2558	357	614
0 + 500 = 500	2936	338	533
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	64	99
Segukülvi kogusaak / <i>Total yield of mixed seeds, kg ha<sup>-1</sup></i>			
76 + 124 = 200	2170	115	134
64 + 186 = 250	2422	168	235
50 + 250 = 300	2633	206	317
38 + 312 = 350	2805	228	378
25 + 375 = 400	2937	234	420
12 + 438 = 450	3029	225	441
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	77	111

Viki 1000 seemne mass sõltus oluliselt külvisenormist ja ühtlasi komponentide vahekorra seemnesegus (tabel 3). Seejuures lämmastikväetiseta mullal oli seos külvisenormi ja viki 1000 seemne massi vahel väga tihe (R=0,951). Kõige väiksem oli viki 1000 seemne mass viki puhaskülvis. Segukülvis nisuga oli viki 1000 seemne mass seda suurem, mida vähem võeti vikki seemnesegusse. Maksimaalselt suurenes viki 1000 seemne mass kuni 8 grammi võrra. Lämmastikväetise mõju viki 1000 seemne massile oli erinev. Lämmastikväetis suurendas viki 1000 seemne massi viki puhaskülvis, kuid segukülvis, viki suhteliselt väikesel osatähtsusel seemnesegus, oli lämmastiku mõju viki 1000 seemne massile negatiivne.

Nisu 1000 tera mass katsetes sõltus samuti oluliselt segukülvi külvisenormist ja segukomponentide vahekorra seemnesegus (väetamata mullal R=0,990). Maksimaalne oli nisu 1000 tera mass puhaskülvis, vähenedes segukülvis tunduvalt seoses viki osatähtsuse suurenemisega seemnesegus. Nisu 1000 seemne mass vähenes segukülvis kuni 3,8 g võrra. Lämmastikväetise mõju nisu 1000 seemne massile oli positiivne, mis oli ühtlasi ka üheks nisu terasaagi suurenemise põhjuseks lämmastikväetise mõjul. Seejuures lämmastikväetise positiivne mõju suurenes seoses nisu osatähtsuse vähenemisega segukülvi seemnesegus.

Vikiseemnete proteiinisaldus muutus sõltuvalt lämmastikväetisest, külvisenormist ja komponentide vahekorra seemnesegus tühisel määral ja oli uurimuses piirides 30,0–30,6% kuivaines. Tabeli 4 andmed näitavad, et nisu proteiinisaldus sõltus oluliselt külvisenormist ja komponentide vahekorra seemnesegus, seos oli väga tugev (R=0,961–0,992). Väiksem oli nisuterade proteiinisaldus nisu puhaskülvis ning suurenes segukülvis seda enam, mida rohkem võeti seemnesegusse vikki. Lämmastikväetise mõju nisuterade proteiinisaldusele oli mitu korda väiksem kui külvisenormi mõju. Nisu puhaskülvis oli lämmastiku mõju nisuterade proteiinisaldusele positiivne ja sõltus lämmastikväetise normist. Suurema lämmastikväetise normi juures saadi ka suurema proteiinisaldusega saak.

**Tabel 3.** Viki-nisu segukülvi komponentide 1000 seemne massid puhaskülvis ja segukülvis kolme aasta keskmisena ning N-väetise mõju sellele näitajale, g

**Table 3.** The effect of the amount of seed sown, seed mix ratio and N-fertiliser on vetch and wheat 1000-seed weight as averaged over three years

Külvisenorm, seemet m <sup>2</sup> kohta vikk + nisu = kokku <i>Seeding rate, seeds per one m<sup>2</sup> vetch + wheat = total</i>	Lämmastikväetiseta mullal <i>Without nitrogen fertiliser</i>	Lämmastikväetise mõju <i>Influence of</i>	
		N <sub>34</sub>	N <sub>68</sub>
Viki 1000 seemne mass / 1000-seed weight of vetch, g			
100 + 0 = 100	65,4	1,7	0,9
76 + 124 = 200	68,4	0,2	0,4
64 + 186 = 250	69,7	-0,6	0,0
50 + 250 = 300	70,8	-1,4	-0,6
38 + 312 = 350	71,8	-2,2	-1,3
25 + 375 = 400	72,6	-3,0	-2,2
12 + 438 = 450	73,2	-3,8	-3,3
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	1,0	0,9
Nisu 1000 tera mass / 1000-seed weight of wheat, g			
76 + 124 = 200	30,98	1,18	1,64
64 + 186 = 250	30,95	1,37	1,71
50 + 250 = 300	31,18	1,45	1,66
38 + 312 = 350	31,68	1,41	1,52
25 + 375 = 400	32,44	1,26	1,26
12 + 438 = 450	33,47	0,99	0,90
0 + 500 = 500	34,76	0,61	0,42
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	0,25	0,45

Nisuterade oluliselt suuremat proteiinisaldust segukülvides vikiga oleme täheldanud ka varasemates uuringutes (E. Lauk, R. Lauk, 1999). Loogiliselt tuleks sellest järeldada, et vikk parandab segukülvis kaaskomponendi nisu lämmastiktootumise tingimusi. Tegelikult see nii ei ole. Mõnevõrra teistsuguse meetodika järgi läbiviidud uurimus näitas (selles uurimuses kasutatud meetodika seda ei võimalda), et nisu kooskasvatamisel vikiga väheneb lämmastiku kasutamine nisu poolt, sest kooskasvatamisel vikiga sisaldus nisu terasaagis kaaluliselt tunduvalt vähem lämmastikku kui nisu puhaskülvi saagis, kuigi lämmastiku suhteline (protsentuaalne) sisaldus terades oli vastupidine (E. Lauk, R. Lauk, 2001). Selles uurimuses oli nisu külvisenorm nii puhaskülvis kui ka segukülvis vikiga ühesugune.

Nisuterade oluliselt suurem proteiinisaldus kooskasvatamisel vikiga viitab teravale konkurentsile liikide vahel ja just sellele, et vegetatsiooniperioodi teisel poolel, vähemalt nisu õitsemisest alates, on nisul raskendatud lämmastikuta ekstraktiivainete süntees. Selle tulemusena suureneb kooskasvatamisel vikiga valguliste ühendite osatähtsus nisuterades ja nisul moodustuvad tunduvalt väiksemad terad, nagu näitavad ka antud uurimuses nisu 1000 tera massid. Lämmastikuta ekstraktiivainete süntees nisul on pidurdatud seetõttu, et nisutaimede alumiste lehtede ja kõrrelülideni ei jõua piisavalt fotosünteesiliselt aktiivset päikesekiirgust.

Viki-nisu segukülvi saagi proteiinisaldus oli suurem kui nisu puhaskülvi saagil ja väiksem kui viki puhaskülvi saagil ning sõltus otseselt viki osatähtsusest seemnesegus ja saagis ( $R=0,995$ ). Segukülvi proteiinisaldus oli suhteliselt suur võrreldes nisu puhaskülvi saagiga ja juhul, kui viki osatähtsus seemnesegus oli suhteliselt väike. Lämmastikväetis segukülvi saagi proteiinisaldust praktiliselt ei mõjutanud.

Nisu proteiinsaak puhaskülvis väetamata mullal oli tunduvalt väiksem kui viki puhaskülvi proteiinsaak samasugustes tingimustes. Suurem lämmastikunorm (N<sub>68</sub>) tõstis nisu puhaskülvi proteiinsaagi viki puhaskülvi proteiinsaagi tasemeni. Viki-nisu segukülvides saadi tunduvalt suurem proteiinsaak kui nisu puhaskülvis ning segukülvi proteiinsaak oli suurem ka viki puhaskülvi proteiinsaagist. Maksimaalse proteiinsaaki (480 kg ha<sup>-1</sup>) saadi segukülvist külvisenormiga 250–300 idanevat seemet ruutmeetri (sealhulgas 50–64 vikiseemet). Lämmastikväetise mõju nisu proteiinsaagile puhaskülvis, aga samuti segukülvis vikiga oli positiivne. Samas oli lämmastiku mõju viki proteiinsaagile negatiivne. Lämmastikväetis suurendas mõnevõrra viki-nisu segukülvi proteiinsaaki juhul, kui viki osatähtsus seemnesegus ja saagis oli suhteliselt väike. Kuid segukülvi proteiinsaagi seisukohalt oli lämmastikväetise efektiivsus tunduvalt väiksem kui nisu puhaskülvi väetamisel.

**Tabel 4.** Viki-nisu segukülvi komponentide ja segukülvi proteiinisaldused ja -saagid ning lämmastikväetise mõju nendele näitajatele kolme aasta keskmisena

**Table 4.** The effect of N-fertilisation and the amount of seed sown on wheat grain protein content and on the protein yields of the mixed crops and of the mixed crop components as averaged over three years

Külvisenorm, seemet m <sup>2</sup> kohta vikk + nisu = kokku <i>Seeding rate, seeds per one m<sup>2</sup> vetch + wheat = total</i>	Lämmastikväetiseta mullal <i>Without nitrogen fertiliser</i>	Lämmastikväetise mõju <i>Influence of</i>	
		N <sub>34</sub>	N <sub>68</sub>
Nisuterade proteiinisaldus kuivaines / <i>Protein content of wheat grains in dry matter, %</i>			
76 + 124 = 200	16,3	-0,1	0,6
64 + 186 = 250	15,7	0,0	0,6
50 + 250 = 300	15,0	0,1	0,7
38 + 312 = 350	14,4	0,3	0,9
25 + 375 = 400	13,8	0,4	1,1
12 + 438 = 450	13,2	0,6	1,5
0 + 500 = 500	12,6	0,8	1,9
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	0,3	0,3
Segukülvi proteiinisaldus kuivaines / <i>Protein content of mixed seeds in dry matter, %</i>			
76 + 124 = 200	24,9	-0,6	-0,5
64 + 186 = 250	22,6	-0,7	-0,7
50 + 250 = 300	20,5	-0,6	-0,7
38 + 312 = 350	18,6	-0,5	-0,5
25 + 375 = 400	16,8	-0,2	-0,1
12 + 438 = 450	15,2	0,2	0,5
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	0,8	0,6
Nisust komponendi proteiinisisaak / <i>Protein yield of wheat, kg ha<sup>-1</sup></i>			
76 + 124 = 200	107	34	40
64 + 186 = 250	145	41	65
50 + 250 = 300	189	47	84
38 + 312 = 350	225	51	97
25 + 375 = 400	258	52	105
12 + 438 = 450	289	52	107
0 + 500 = 500	316	50	103
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	7	10
Vikist komponendi proteiinisisaak / <i>Protein yield of vetch, kg ha<sup>-1</sup></i>			
100 + 0 = 100	405	-23	-20
76 + 124 = 200	354	-23	-35
64 + 186 = 250	320	-25	-42
50 + 250 = 300	281	-30	-50
38 + 312 = 350	237	-36	-57
25 + 375 = 400	187	-45	-64
12 + 438 = 450	131	-56	-72
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	11	14
Segukülvi proteiinisisaak / <i>Total yield of protein, kg ha<sup>-1</sup></i>			
76 + 124 = 200	466	3	0
64 + 186 = 250	478	9	10
50 + 250 = 300	479	14	19
38 + 312 = 350	469	18	27
25 + 375 = 400	446	20	34
12 + 438 = 450	413	20	40
	PD <sub>95%</sub> /LSD <sub>95%</sub>	15	18

## Kokkuvõte

1. Lämmastikväetise efektiivsus oli viki-nisu segukülvide väetamisel tunduvalt väiksem kui nisu puhaskülvide väetamisel, sest lämmastiku mõju segukülvi komponentide saagile oli erinev: lämmastikväetis suurendas küll nisust komponendi saaki segukülvis, aga samal ajal vähendas vikist komponendi saaki.
2. Segukülvis lämmastikväetise negatiivne mõju viki seemnesaagile suurenes seoses viki osatähtsuse vähenemisega seemnesegus, mida võib põhjendada nisu konkurentsivõime suurenemisega.
3. Antud uurimuse puhul viki-nisu segukülvil võrreldes nisu puhaskülviga saagi seisukohalt lähtudes olulisi eeliseid ei olnud. Väetamata mullal saadi segukülvist veidi suurem saak võrreldes nisu puhaskülviga juhul, kui vikki võeti seemnesegusse arvestusega 12–25 idanevat seemet ruutmeetri kohta. Lämmastiku foonil jäid aga segukülvide saagid kõikidel juhtudel nisu puhaskülvide saakidest väiksemaks.
4. Viki ja nisu 1000 seemne mass sõltus oluliselt külvisenormist ja komponentide vahekorra. Mõlema segukülvi komponendi 1000 seemne mass vähenes seoses viki osatähtsuse suurenemisega seemnesegus. Lämmastikväetise mõju nisu 1000 seemne massile oli positiivne, mis oli ühtlasi ka üheks nisust komponendi terasaagi suurenemise põhjuseks.
5. Nisuterade proteiinisaldus sõltus oluliselt külvisenormist ja komponentide vahekorra seemnesegus, seos oli väga tugev ( $R=0,961-0,992$ ). Väiksem oli nisuterade proteiinisaldus nisu puhaskülvis ning suurenes segukülvis seda enam, mida rohkem võeti seemnesegusse vikki. Lämmastikväetise mõju nisuterade proteiinisaldusele oli mitu korda väiksem kui külvisenormi mõju. Nisu puhaskülvis oli lämmastiku mõju nisuterade proteiinisaldusele positiivne ja sõltus lämmastikväetise normist.
6. Viki-nisu segukülvi proteiinisaldus oli suhteliselt suur võrreldes nisu puhaskülviga ka juhul, kui viki osatähtsus seemnesegus oli suhteliselt väike. Lämmastikväetis segukülvi saagi proteiinisaldust praktiliselt ei mõjutanud.
7. Nisu proteiinisaaq puhaskülvis väetamata mullal oli tunduvalt väiksem kui viki puhaskülvi proteiinisaaq samasugustes tingimustes. Suurem lämmastikunorm ( $N_{68}$ ) tõstis nisu puhaskülvi proteiinisaaqi viki puhaskülvi proteiinisaaqi tasemeni.
8. Viki-nisu segukülvides saadi tunduvalt suurem proteiinisaaq kui nisu puhaskülvis ning segukülvi proteiinisaaq oli suurem ka viki puhaskülvi proteiinisaaqist. Maksimaalne proteiinisaaq ( $480 \text{ kg ha}^{-1}$ ) saadi segukülvist külvisenormiga 250–300 idanevat seemet ruutmeetrile (sealhulgas 50–64 vikiseemet). Lämmastikväetis suurendas mõnevõrra viki-nisu segukülvi proteiinisaaqi juhul, kui viki osatähtsus seemnesegus ja saagis oli suhteliselt väike. Kuid segukülvi proteiinisaaqi seisukohalt oli lämmastikväetise efektiivsus tunduvalt väiksem kui nisu puhaskülvi väetamisel.

## Tänuavaldus

Avaldame tänu Eesti Teadufondile uurimistöö rahastamise eest (grant 4815).

## Kirjandus

- Kõlli, R., Lemetti, I. 1999. Eesti muldade lühiiseloostus I. Normaalsed mineraalmullad. – Tartu. – 122 lk.
- Lauk, E. 1997. Metoodilisi täiendusi teraviljade-kaunviljade segukülvide uurimiseks. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised nr 4, Tartu, lk 57–60.
- Lauk, E., Jaama, E., Leis, J. 1996. Methodological additions to research on mixed seeds of agricultural cultures. – Proceedings of the Tenth International Conference on Mechanization of Field Experiments (IAMFE/France '96). Paris/Versailles, France, July 8–12, p. 46–51.
- Lauk, E., Lauk, R. 1999. Saagi formeerumine viki-nisu ja viki-kaera segukülvides. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik nr 203. Agronoomia. – Tartu, lk 79–85.
- Lauk, E., Lauk, R. 2001. Liikide vastastikusest mõjust tera- ja kaunviljade segukülvides. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised nr 15, Tartu, lk 5–8.
- Lauk, E., Lauk, R., Lauk, Ü. 1999. Some results of the research on growing cereals and leguminous crops in mixtures. – Agroecological Optimization of Husbandry Technologies. Agronomy. Jelgava, p. 45–56.
- Lauk, E., Lauk, R., Lauringson, E., Talgre, L. 2001. Segukülvide koht keskkonda säästvas põllumajanduses. Efektiivne keskkonda säästev põllumajandus. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik nr 212, Tartu, lk 104–111.
- Lauk, E., Lauk, Y. 2000. Methodology of experiment and data processing in research works on herbicides. – Aspects of Applied Biology 61, IAMFE/AAB: The 11<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Mechanization of Field Experiments. – Published by Association of Applied Biologists, c/o Horticulture Research International; Wellesbourne, Warwick CV35 9EF, UK, p. 41–46.

## The effect of nitrogen fertilisation on vetch-wheat mixed crops

R. Lauk, E. Lauk

### Summary

The research was conducted in 2000, 2001 and 2002 as a three-series trial. The variants in the trial series were identical; they are given in Table 1. The trial series were as follows: Series 1 – the variants were established on no-N-fertiliser soil; Series 2 – the variants were established on N<sub>34</sub>-fertilised soil; and Series 3 – the variants were established on N<sub>68</sub>-fertilised soil. The N-fertiliser used was ammonium nitrate. Pursuant to the methodology formulated at the Department of Field Crop Husbandry (Lauk *et al.*, 1996; Lauk, 1997), the trial series variants were established in one replication, except for the first variant, which was used on two trial plots (in two replications). Opting for one replication was based on the premise that data processing would involve regression analysis, which enables the calculation of trial error in the series even from one replication.

The field trials were conducted in the experimental fields of the Department of Field Crop Husbandry of the Estonian Agricultural University at Eerika. The fields had pseudopodzolic soils, which according to the international WRB system are called *Albelvisols* (Kõlli, Lemetti, 1999). Phosphor and potassium fertilisers were not used in the trials, since the experimental soils' need for P and K was small. In both years, the preceding crop was spring wheat fertilised with N<sub>60</sub>.

After harvest, the yields were registered both separately by the components and as a total yield. Additionally, the 1000-seed weight was determined for both vetch and wheat. At the Plant Biochemistry Laboratory of the Estonian Agricultural University the N-content of the samples was determined, from which the protein content of the yields as well as the protein yields were calculated.

The data was processed using regression analysis according to the following generalising equation:

$$y = a + bx + cx^2,$$

#### where

$y$  is the arguments' function: yield, protein yield, 1000-seed weight, protein content (kg ha<sup>-1</sup>; g; %),

$a$  is the absolute term (constant) of the equation,

$b$  and  $c$  are regression coefficients,

$x$  is the argument; in regression analysis the argument was taken to be the amount of germinating seeds per square metre (vetch + wheat), which ranged between 100–500. All the numerical values presented in the tables of this article were computed using regression equations. The reliability rate for all the regression equations on which the calculations were based was higher than 99%.

#### Results:

The research resulted in determining the yields of the mixed crop components in both monocultural and mixed variants and of vetch-wheat mixes established at different seed mix ratios as well as of the influence of N-fertilisation on the yields (Table 2). On unfertilised soil, the yield of monocultural wheat was considerably higher than that of monocultural vetch. N-fertiliser led to even greater differences in yield, since N-fertilisation had a negative effect on monocultural vetch whereas it significantly boosted the three-year average yields of monocultural wheat. In mixed crops, the negative effect of N-fertilisation on vetch seed yield was even greater than in monocultural variants, and increased proportionally to a decrease in the share of vetch in the seed mix. The reason may be increased competitiveness of wheat, since the effect of N-fertilisation on the wheat component of a mix was positive.

Vetch-wheat mixes produced considerably greater yields than vetch monocultures, and the yields were in direct dependence on the amount of seed sown and the ratio of the seed mix components. In this research, a vetch-wheat mix did not have any significant advantage over a wheat monoculture in terms of the yield. Our previous studies to a similar conditions (Lauk *et al.*, 1999) show that on unfertilised soil vetch-wheat mixes yielded far greater than wheat monocultures; however, then the monocultural wheat yields were considerably smaller (2000 kg ha<sup>-1</sup>) than those observed in this study. Additionally, it appeared then that attempts to raise wheat monoculture yields to 3000 kg ha<sup>-1</sup> by using N-fertilisation resulted in a considerably lower efficiency of mixed crops. Consequently, when wheat monoculture yields exceed the margin of 3000 kg per hectare, vetch-wheat mixes lose their advantage over wheat monocultures.

Vetch 1000-seed weight evidenced considerable dependence on the amount of seed sown as well as on the ratio of the components in the seed mix (Table 3). On a soil with no N-fertiliser, the correlation between the amount of seed sown and vetch 1000-seed weight was very close (R=0.975). Vetch 1000-seed weight was the smallest in the monocultural variant. In a mix with wheat, vetch 1000-seed weight was the greater the smaller the share of vetch in the seed mix. Wheat 1000-seed weight in the trials was also heavily dependent on the amount of seed sown in a mixed crop and the ratio of one seed mix component to the other (in unfertilised soil R=0.995). It



peaked in a monocultural crop and decreased considerably in a mixed crop as the share of vetch increased in the seed mix. The effect of N-fertiliser on wheat 1000-seed weight was positive.

Data from Table 4 show that wheat protein content depended significantly on the amount of seed sown and the ratio of the seed mix components, the correlation being very strong ( $R=0.980-0.992$ ). Wheat grain protein content was the lowest in the monocultural form and increased in a mixed crop, climbing the higher the greater the share of vetch in a seed mix. The effect of N-fertiliser on wheat grain protein content was several times smaller than that of the amount of seed sown and, moreover, rather inconsistent. In monocultural wheat, the effect of nitrogen on wheat grain protein content was positive and depended on the amount of N-fertiliser. The larger amount of N-fertiliser resulted in a higher protein content in the yield.

Monocultural vetch yielded considerably more protein than monocultural wheat. The protein yields of vetch-wheat mixes were greater than those of the monocultures of the mixed crop components. In terms of protein yields, vetch-wheat mixes had a considerable advantage over wheat monocultures. The yields of protein were somewhat higher under the greater amount of N-fertiliser provided the share of vetch in the seed mix was relatively small.

#### **Conclusions:**

In this research, the conditions for wheat growth were favourable. Therefore, the yields of monocultural wheat considerably exceeded those of monocultural vetch on both unfertilised and N-fertilised soil. Due to the relatively high yields of wheat on unfertilised soil vetch-wheat mixes had no significant advantage over wheat monocultures insofar as the yield was concerned.

The effect of N-fertiliser on the yields of the mixed crop components was different: it led to increased wheat yields and reduced vetch yields in both the monocultural and the mixed variants. Accordingly, the efficiency of N-fertiliser in vetch-wheat mixes remained relatively modest.

The 1000-seed weight of both vetch and wheat depended significantly on the ratio of the seed mix components. Increased vetch levels in the seed mix led to considerable losses in the 1000-seed weight of either mixed crop component. The effect of N-fertiliser on wheat 1000-seed weight was positive.

Wheat protein content increased considerably in a mix with vetch proportionately to increased vetch levels in the seed mix. N-fertilisation of a vetch-wheat mix reduced the yield protein content, since nitrogen reduced the share of vetch in the yield. Monocultural vetch yielded considerably more protein than monocultural wheat. The protein yields of vetch-wheat mixes were greater than those of the monocultures of the mixed crop components. The protein yields were somewhat higher under the greater amount of N-fertiliser provided the share of vetch in the seed mix was relatively small.