

## METOODILISI TÄIENDUSI TERAVILJADE-KAUNVILJADE SEGUKÜLVIDE UURIMISEKS

E. Lauk

Põllul kasvatatavad segukultuurid on enamikul juhtudel kahekomponendilised. Seejuures väärivad tähelepanu just sellised segukultuurid, milles üheks komponendiks on mingi teravili (nisu, kaer, oder jt.) ja teiseks komponendiks kaunvili (hernes, vikk jt.). Segukülvides on teravili kaunviljale ühtlasi tugikultuuriks, kuna just vikk ja hernes on lamanduvate vartega, mistõttu kaunviljade puhaskülvide saagi koristamise mehhaniseerimine on seotud teatud raskustega. Kaunviljast komponent on aga suuteline siduma õhulämmastikku ja võib ühtlasi parandada kaaskomponendi lämmastiktootumise tingimusi. Kindlasti on aga teravilja-kaunviljade segukülvidest saadav tootmine proteiinirikkam võrreldes teraviljade puhaskülvide saagiga ja sobib paremini loomasöödaks.

Teravilja-kaunviljade segukülvide korral on aga raskusi optimaalsete parameetrite leidmisega. See tähendab, raskusi on optimaalse külvisenormi ja seemnesegusse võetavate komponentide vahekorra leidmisega. 1994. ja 1995. aastal tegelesime kahest komponendist, suvivikist ja suvinisust koosneva segukülvi uurimisega ja optimaalsete parameetrite kindlaksmääramisega. Seejuures kasutati eksperimendi planeerimisel ja andmete töötlemisel alljärgnevat meetodikat.

Variandide planeerimisel otsustasime lähtuda juba varem meie poolt väetuskatsete jaoks väljatöötatud meetodikast, mis nõuab mõnevõrra suuremat variantide arvu, kuid võimaldab põldkatsed korraldada ühes korduses ja uurimistöö tulemusena saadud andmed läbi töötada regressioonanalüüsi abil (Lauk, 1994, 1995, 1996). Katses oli kokku 11 erinevat varianti (tabel 1). Esimene variant oli viki puhaskülv ja viimane variant (11. variant) nisu puhaskülv. Ülejäänud 9 olid aga viki-nisu segukülvi variandid, millistes komponentide vahekord muutus igas järgnevas variandis teineteise suhtes. Seejuures olid muutumise aluseks vastavate liikide puhaskülvisenormid: viki vastavalt 100 idanevat seemet m<sup>2</sup> kohta ja nisul 500 idanevat seemet m<sup>2</sup> kohta. Kui igas järgnevas variandis viki osatähtsus seemnesegus vähenes 10 % võrra lähtudes tema puhaskülvisenormist, siis samal ajal nisu osatähtsus seemnesegus suurenes 10 % võrra lähtudes nisu puhaskülvisenormist.

Põldkatses korraldati esimest varianti kahel katselapil, sest see võimaldab regressioonanalüüsil paremini määrata regressioonkõvera alguspunkti. Kõik ülejäänud variandid olid ühes korduses, see tähendab ühel katselapil, kuna regressioonanalüüs võimaldab välja arvutada katsevea ka ühe korduse olemasolul. Variandid paigutati katselappidele randomiseerimise teel.

**Tabel 1.** Variandid suviviki-suvinisu segukülvi optimaalse külvisenormi ja seemnesegu vahekorra uuringus / *Variants used in research into optimal seeding rates and seed mix proportions of mixed common vetch-spring wheat crop*

Variandi nr. <i>No of variant</i>	Külvisenorm, idanevat seemet m <sup>2</sup> kohta <i>Seeding rate, germinating seed per one m<sup>2</sup></i>			Viki osatähtsus puhaskülvisenormist, % <i>Percentage of pure vetch seeding rate, %</i>	Nisu osatähtsus puhaskülvisenormist, % <i>percentage of pure wheat seeding rate, %</i>
	vikk <i>vetch</i>	nisu <i>wheat</i>	kokku* <i>total*</i>		
1a	100	0	100	100	0
1b	100	0	100	100	0
2	90	50	140	90	10
3	80	100	180	80	20
4	70	150	220	70	30
5	60	200	260	60	40
6	50	250	300	50	50
7	40	300	340	40	60
8	30	350	380	30	70
9	20	400	420	20	80
10	10	450	460	10	90
11	0	500	500	0	100

\* Oli regressioonanalüüsil argumendiks

Katse viidi läbi kahel erineval foonil: lämmastikväetiseta mullal ja lämmastikväetisega väetatud mullal. Viimasel juhul anti lämmastikväetist (ammooniumnitraat) arvestusega 34 kg N hektari kohta vahetult taimede

tärgamise järel. Lootsime, et kahe erineva fooni olemasolu võimaldab meil ligikaudselt hinnata liblikõielisest komponendi (antud juhul vikk) osa lämmastiktootumise seisukohast lähtudes. Seega oli katses kokku 24 katse-lappi.

Kõik uurimistöö tulemusena saadud andmed, s.o. viki ja nisu seemnesaak eraldi, aga samuti kogusaak, kummagi komponendi seemnete proteiinisaldus ja proteiinisaaq töötati läbi regressioonanalüüsi abil.

Andmete töötlemise näiteks toon välja 1995. aasta saagiandmed üldproduktiooni kohta lämmastikväetiseta foonil (tabel 2). Enne regressioonanalüüsi korrigeeriti laekunud saagiandmed juhusliku vea suhtes. Oleme korrigeerimist soovitanud oma varasemates metoodilist laadi töödes, kuna korrigeerimine vähendab juhuslikku viga ning regressioonanalüüsil saadakse suuremad korrelatsiooni- ja determinatsiooni-kordajate väärtused (Lauk, 1994, 1995, 1996).

Tabelisse 2 on arvatud korrigeeritud tulemused järgmiselt:

- 1) variandile 1<sup>a</sup>:  $(2584 + 2158)/2 = 2371$ ;  
edasi libiseva keskmise arvutamise põhimõttel kolme saagipunkti alusel:
- 2) variandile 1<sup>b</sup>:  $(2584 + 2158 + 3136)/3 = 2626$ ;
- 3) variandile 2:  $(2158 + 3136 + 3285)/3 = 2860$  jne.  
ning viimasele variandile:
- 4) variandile 11:  $(3451 + 2 \times 3211)/3 = 3291$ .

Regressioonanalüüsile allutati korrigeeritud andmed, kusjuures kasutati ruutfunktsiooni:

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

milles:  $y$  – argumenti funktsioon, võrrandi põhjal arvatud saak (kg/ha),  
 $a$  – võrrandi vabaliige,  
 $b$  ja  $c$  – regressioonikordajad,  
 $x$  – argument, külvisenorm (idanevaid viki ja nisu teri kokku m<sup>2</sup> kohta).

**Tabel 2.** Suviviki ja suvinisu segukülvi kogusaak / The total yield of mixed common vetch and spring wheat seed

Variandi nr. <i>No of variant</i>	Külvisenorm, idanevat seemet m <sup>2</sup> kohta <i>Seeding rate, germinating seed per one m<sup>2</sup></i>			Hektarisaak, kg <i>Yield, kg/ha</i>		
	vikk <i>vetch</i>	nisu <i>wheat</i>	kokku <i>total</i>	registreeritud <i>registered</i>	korrigeeritud <i>corrected</i>	kalkuleeritud võrrandi kohaselt <i>calculated by the equation</i>
1a	100	0	100	2584	2371	2480
1b	100	0	100	2158	2626	2480
2	90	50	140	3136	2860	3084
3	80	100	180	3285	3624	3572
4	70	150	220	4452	4206	3944
5	60	200	260	4880	4366	4201
6	50	250	300	3764	4214	4341
7	40	300	340	3996	4032	4365
8	30	350	380	4337	4331	4272
9	20	400	420	4661	4149	4064
10	10	450	460	3451	3774	3740
11	0	500	500	3211	3291	3300

Näiteks saadi 1995. a. korrigeeritud andmete regressioonanalüüsil järgmised tulemused (kogusaagi osas lämmastikväetiseta mullal):

$$y = 461,445 + 23,8116x - 0,03627x^2, \text{ kus } r = 0,970 \text{ ja } s_y = 188,$$

kus  $r$  = korrelatsioonikoeffitsient,  
 $s_y$  = regressiooni standardhälve.

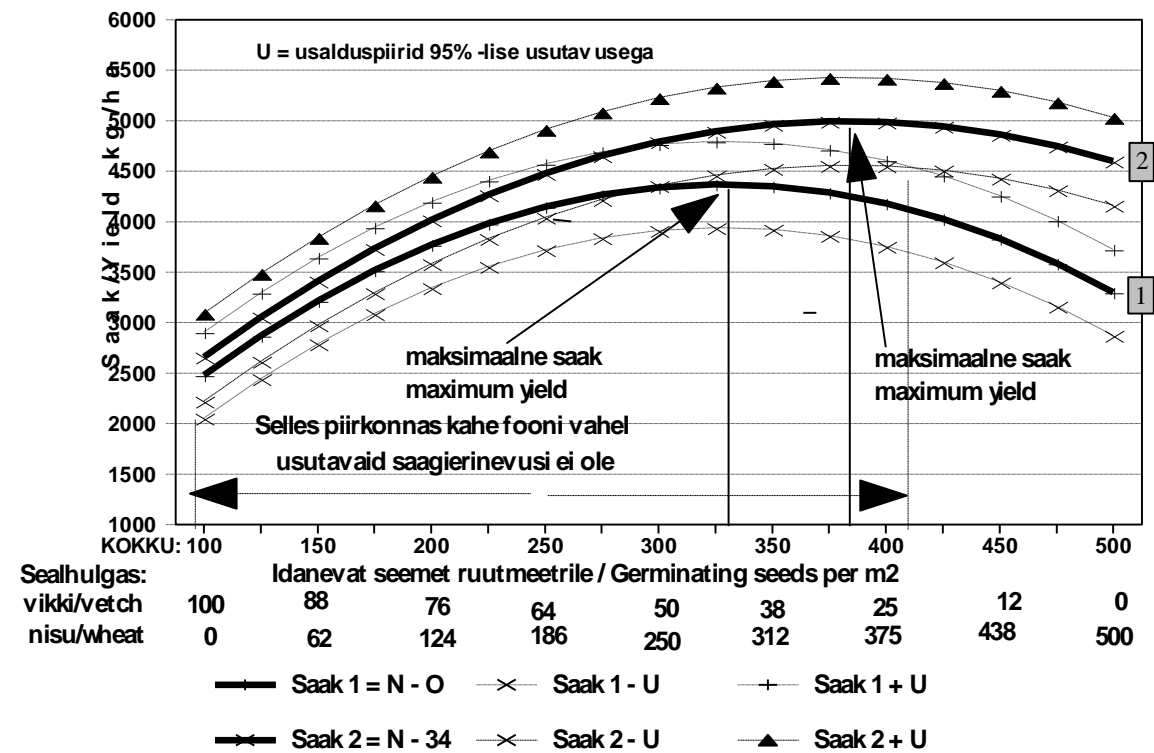
Võrdluse eesmärgil on tabelis 2 näidatud ka võrrandi põhjal arvatud saagid. Joonisel 1 on aga kujutatud graafiliselt seost külvisenormi ja saagi vahel nii väetamata mullal kui ka lämmastikväetise kasutamisel. Regressioonanalüüsil selgus, millise külvisenormi juures saadi maksimaalne saaki. Samas selgub optimaalne seemne-

segu vahekord maksimaalse produktiooni saamiseks kummalgi juhul, kui laskuda üldiselt külvisenormilt (vikk ja nisu kokku) üksikliikide külvisenormide juurde.

Autori arvates on segukülvide uurimine regressioonanalüüsi abil osutunud väga efektiivseks, sest uurimistöö tulemuste põhjal võime teha väga mitmeid järeldusi (Lauk, Jaama, 1995; Leis, Lauk, 1996).

1. Võib väita, et suviviki ja suvinisu segukülvid annavad suurema saagi kui vastavate liikide puhaskülvid.
2. On võimalik võrrelda kummagi liigi puhaskülvide saake omavahel.
3. On võimalik leida optimaalne külvisenorm ja komponentide vahekord seemneseigus maksimaalse saagi saamiseks kahel erineval foonil: lämmastikväetiseta mullal ja lämmastikväetisega väetamisel.
4. Saab hinnata lämmastikväetise mõju saagile nii suviviki kui ka nisu puhaskülvides, aga samuti viki-nisu segukülvides viki erineva osatähtsuse puhul seemneseigus.
5. Saab kaudselt hinnata suviviki kui liblikõielise taimede õhulämmastiku sidumise võimet, kusjuures võrdluse lähtepunktiks oli suvinisu puhaskülvi lämmastikväetiseta mullal. Võib väita, et lämmastikväetiseta mullal suviviki võtmine seemneseigusse mõjutab üldproduktiooni sama palju, kui suurendab teravilja saaki 100 kg ammoniumsalpeetri andmine hektarile. Viki- ja nisusaagi lämmastikusisalduse määramise järel aga selgus, et efekt on tegelikult 3 korda suurem.

Tähelepanu väärib asjaolu, et kõik see oli saavutatud väga lihtsalt ja suhteliselt väikese eksperimentaalse töö mahuga (põldkatses oli ainult 24 katselappi).



Joonis 1. Viki-nisu segukülvi saagigraafikud kogusaagi osas (1, 2) 1995. a. ja graafikute usalduspiirid (U)  
 Figure 1. Yield diagrams (1, 2) of mixed vetch-wheat seeding in 1995 and their confidence intervals (U)

Tekib küsimus, kuidas hinnata lämmastikväetise mõju olulisust segukülvis, sest võib eeldada, et lämmastikväetise mõju saagile peaks ilmnema eeskätt nisu puhaskülvis. Kuid viki puhaskülvis ja viki-nisu segukülvis teatud komponentide vahekorra juures ei tarvitse lämmastikväetise mõju olla oluline, sest vikk rahuldab oma lämmastiktootumise vajadused mingis osas õhulämmastiku arvel, seda muidugi mügarbakterite kaasabil. Lämmastikväetise mõju olulisuse hindamiseks tuleks mõlemale regressioonikõverale (lämmastikväetiseta mullal ja lämmastiku foonil) arvutada usalduspiirid järgmise valemiga:

$$U_{95\%} = s_y \times t_{\text{tabel}} (p = 5\%),$$

kus  $U_{95\%}$  – regressioonikõvera usalduspiirid 95 %-lise usutavusega (eksimisvõimalus 5 %),  
 $s_y$  – regressiooni standardhälve,

$t_{\text{tabel}} (p = 5\%)$  – Studenti teoreetiline kriteerium 5 %-lise usaldusläve juures. Võetakse vastavatest tabelitest jääkvariatsiooni vabadusastmete arvu kohaselt.

Regressioonikõveraid kujutatakse joonisel graafiliselt koos neile välja arvutatud usalduspiiridega (joonis 1). Lämmastikväetise mõju usutavust hinnatakse regressioonikõverate usalduspiiride kattumise või mittekattumise alusel. Antud uurimuses lämmastikväetis viki puhaskülvis ja suhteliselt suure viki osatähtsuse puhul segukülvi seemneseigus saagile mõju ei avaldanud, sest regressioonikõveratele arvutatud usalduspiirid kattuvad. Lämmastikväetise usutav mõju saagile ilmnes aga nisu puhaskülvis ja suhteliselt väikese viki osatähtsuse puhul seemneseigus (regressioonikõverate usalduspiirid ei kattud).

## Kirjandus

- Lauk E. Uut põldkatsete meetodikas ja andmetöötluses. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik, nr. 178. – Agronoomia. Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, lk. 147...152, 1994.
- Lauk E. Regression Analysis: A good method for analysing the field experiments data. – Proceedings of the Fourth Regional Conference on Mechanisation of Field Experiments (IAMFE/BALTIC '95). Kaunas/Dotnuva, Lithuania, August 8-10, 1995. Uppsala, Sweden, July 1995, p. 35...41, 1995.
- Lauk E. Method for the determination of fertilisation times: experiment methodology and data processing. – Proceedings of the Tenth International Conference on Mechanization of Field Experiments (IAMFE/France '96). Paris/Versailles, France, July 8-12, 1996. Uppsala, Sweden, p. 156...160, 1996.
- Lauk E., Jaama E. The productivity and the crops' quality of the mixed culture of spring wheat and common vetch. – Transactions of the Estonian Agricultural University, No. 182. – Agronomy. Estonian Agricultural University, Tartu, p. 68...75, 1995.
- Leis J., Lauk E. Suviviki kasvatamine koos suvinisuga. Külvipinna üld-produktsioon 1994. ja 1995. aastal ning viki osatähtsus saagis. – Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik nr. 187A. – Tartu, lk. 82...88, 1996.

## Methodological Additions to Research into Cereal-Leguminous Mixed Crops

E. Lauk

Summary

In this paper the author gives a survey of the methods for designing the methodology of a field experiment with two-component mixed crops communities, using the regression analysis. This method including data processing by regression analysis allows us to carry out the experiment in one replication, thus reducing the amount of experimental work.

According to the methodology both pure seeds of both cultures and mixed crops with different component content of the seed mix have to be included in the experiment. In the case of mixed crops of legumes and cereals the experiment should be carried out with different nitrogen fertilizer backgrounds. This allows us to estimate a share of the leguminous component in fixing atmospheric nitrogen. It is of great efficiency to use the regression analysis in research. It allows us to estimate rather accurately the optimum cereals-legumes ratio for obtaining the maximum production.