



## TALIRUKKI 'VAMBO' SAAGIKUSEST JA SAAGISTABIILSUSEST PIKAAJALISES NPK VÄETUSKATSES RÄHKMULLAL

### THE PRODUCTIVITY AND YIELD STABILITY OF WINTER RYE VARIETY 'VAMBO' IN LONG TERM NPK FERTILIZATION TRIAL ON CALCARIC CAMBISOL

Valli Loide

*Eesti Taimakasvatuse Instituuts, J. Aamisepa 1, Jõgeva, Jõgeva vald 48309*

Saabunud: 09.09.2015  
Received:  
Aktsepteeritud: 01.10.2015  
Accepted:  
Avaldatud veebis: 29.10.2015  
Published online:  
Vastutav autor: Valli Loide  
Corresponding author:  
e-mail: [valli.loide@etki.ee](mailto:valli.loide@etki.ee)

**Keywords:** rye productivity, effectiveness of fertilizers, weather conditions, stability of yields.

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/2015\\_2\\_loide.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2015_2_loide.pdf)

**ABSTRACT.** The productivity and yield stability of winter rye has been investigated in long term fertilization trial on Calcaric Cambisol. The diploid rye variety 'Vambo' was one of the cultures used in the trial in years 1975 till 2014. The trial was established as six-year crop rotation (potato-late maturing spring barley-undersown early maturing spring barley-first year grass clover mixture-second year grass clover mixture-rye). In the trial the traditional agrotechnical measures were applied: ploughing, using of herbicides and plant protection measures. The trial consisted of 21 combined variants of NPK mineral fertilisers and farmyard manure variants of 30 and 60 t ha<sup>-1</sup>. NPK-fertilizers (kg ha<sup>-1</sup> as element) levels are as follow: 000 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 111 = N<sub>45</sub>P<sub>13</sub>K<sub>30</sub>; 222 = N<sub>90</sub>P<sub>26</sub>K<sub>60</sub>; 333 = N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>; 433 = N<sub>180</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>. Weather conditions of trial are given in figures 1–2.

Averagely of 19 years the rye yield from unfertilized plot (Figure 3) was 1.9 t ha<sup>-1</sup>, by using of mineral fertilizers in level 3 (N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>) the yield was 4.1 t ha<sup>-1</sup>. The effect of farmyard manure combined with mineral fertilizers was modest (Table 1) because the organic fertilizer was applied to the first culture in crop rotation (potato) and the last culture rye didn't get any benefit from that.

The weather conditions had bigger impact on yield than fertilization. Different fertilizing levels (Figure 4) have had positive effect on rye productivity, but the variability was remarkable. The increasing of productivity is most probably connected to the good weather conditions in September. But in the same time the variability in productivity was increased due to unfavourable conditions in September like the increasing of temperatures and decreasing of precipitation (dry periods in the beginning of rye growth). The best stability of yields was recorded in fertilization level 333 (N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>) where the average yield levels of 3–5 t ha<sup>-1</sup> was 84%. In the same time the fertilization levels 222 and 221 gave the same productivity 74 and 53% accordingly. Compared to the smaller rates of fertilization the plots with higher fertilization rates (NPK 222 and higher) resulted in smaller variability in yields (Figure 6).

© 2015 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2015 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

#### Sissejuhatus

Rukis (*Secale cereale* L.) on toiduviljana levinud Põhja- ja Ida-Euroopas ja Skandinaavias. Rukis kui Eesti rahva peamine leivavili on vähenõudlik kultuur ja kasvab hästi jahedamas kliimas. Talirukki juured on tugevama toitainete omastamise võimega ja kasutavad

paremini raskesti kättesaadavaid toitaineid (Reeman, Tuppiits, 1978). Rukis on olnud Eestis läbi aegade kõige stabiilsemaks ja ilmastiku suhtes kõige vastupidavamaks viljakultuuriks (Sirendi, 2014). Sordiaretustöö tulemusena aretati sort 'Vambo'. 'Vambo' on diploidne talirukis, mis erineb tunduvalt 'Sangaste'-

tüüpi sortidest kõrre ja pea pikkuse ning produktiivsuse poolest. Sordiõigused omistati talirukkile 'Vambo' 1973. aastal (Tupits jt, 1999). Vahetult uue ja kõrge saagipotentsiaaliga, 5500–6000 kg ha<sup>-1</sup>, (Tupits jt, 1999) sordina võeti rukis 'Vambo' A. Piho poolt rajatud pikaajalise külvikorra NPK väetuskatse kultuuriks, mille kestus katses kujunes seni ilmselt üheks pikimaks (40 aastat). Mullastiku suhtes on rukis suhteliselt leplik, rahuldavat saaki annab ka väheviljakatel, põuakartlikel ja happelistel muldadel (Tupits, 2007). Ka liivsavi lõimisega rähkmuld on rukki kasvatamiseks hea sobivusega muld (Kõlli, 1994).

Rukis sisaldab palju toitaineid, mida muudes toiduainetes pahatihti napib, sealhulgas väärtuslikke kiudaineid, mineraalaineid, süsivesikuid, vitamiine jt. (Hansen jt, 2004; Kann, 2002; Mykkänen, 1995). Seetõttu, silmas pidades rukki tähtsust tervist edendava toiduviljana, tutvustatakse Eesti Rukkiaasta missiooni valguses alljärgnevalt ka pikaajalise NPK-väetuskatse tulemusi (aastaist 1975.–2012) talirukkiga 'Vambo' rähkmullal.

### Materjal ja meetodika

Uurimistöo koostati pikaajalise külvikorra NPK-väetuskatse 1975–2012. aasta katseandmete baasil, mis rajati A. Piho (1973) poolt 1965.–1966. a Kuusikul Põhja-Eestis kergele liivsavisele rähkmullale (*Calcaric Cambisol*). Katsemulla agrokeemilised näitajad katse algul: pH<sub>KCl</sub> 6,5–6,6; algmulla huumusesisaldus (Tjurin) 2,6%; liikuvate toitelementide sisaldus Egner-Riehm topeltlaktaat-väljatõmbes (DL) P – 14 mg kg<sup>-1</sup> (madal); K – 96 mg kg<sup>-1</sup> (keskmine). Katse oli neljas korduses kuni 1993. a, hiljem kahes korduses; katselapi mõõtmed 7,5 × 7,5 m. Rukis (*Secale cereale* L.) oli katses 6-väljalises külvikorras (kartul-hiline oder-varane oder allakülviga-1. a põldhein-2. a põldhein-rukis) 84 katselappi. Katses rakendati traditsioonilist agrotehnikat: künnipõhist, 0,22 m sügavusel mullaharimist, puhitud seeme – külvinorm 500 id. tera m<sup>-2</sup>, kõrrekoorimine, keemilist umbrohutõrjet ja taimekaitset. Katses on 21 NPK-väetistega ja tahke veise sõnnikuga kombineeritud väetusvariante.

Väetusvariandid:

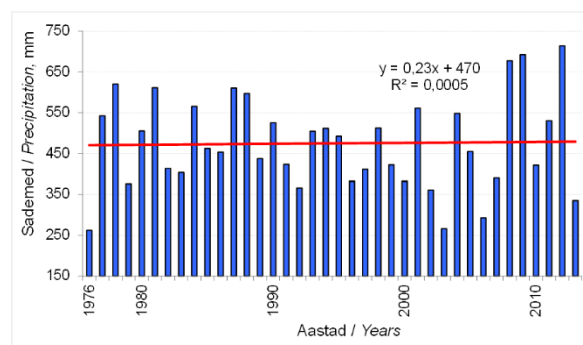
NPK, kg ha<sup>-1</sup> ja sõnnik t ha<sup>-1</sup>; variandi lühend

1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	000	12	N <sub>135</sub> P <sub>26</sub> K <sub>90</sub>	323
2	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	100	13	N <sub>135</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	332
3	N <sub>45</sub> P <sub>13</sub> K <sub>0</sub>	110	14	N <sub>135</sub> P <sub>39</sub> K <sub>90</sub>	333
4	N <sub>45</sub> P <sub>0</sub> K <sub>30</sub>	101	15	N <sub>180</sub> P <sub>39</sub> K <sub>90</sub>	433
5	N <sub>45</sub> P <sub>13</sub> K <sub>30</sub>	111	16	N <sub>90</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60+30*</sub>	222+30
6	N <sub>90</sub> P <sub>13</sub> K <sub>30</sub>	211	17	N <sub>135</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60+30</sub>	322+30
7	N <sub>90</sub> P <sub>13</sub> K <sub>60</sub>	212	18	N <sub>180</sub> P <sub>39</sub> K <sub>90+30</sub>	433+30
8	N <sub>90</sub> P <sub>26</sub> K <sub>30</sub>	221	19	N <sub>90</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60+60</sub>	222+60
9	N <sub>90</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60</sub>	222	20	N <sub>135</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60+60</sub>	322+60
10	N <sub>90</sub> P <sub>39</sub> K <sub>60</sub>	232	21	N <sub>180</sub> P <sub>39</sub> K <sub>90+60</sub>	433+60
11	N <sub>135</sub> P <sub>26</sub> K <sub>60</sub>	322			

\* külvikorras kasutatud sõnnik anti sügisel künni alla järgnevale, külvikorra esimesele kultuurile kartulile

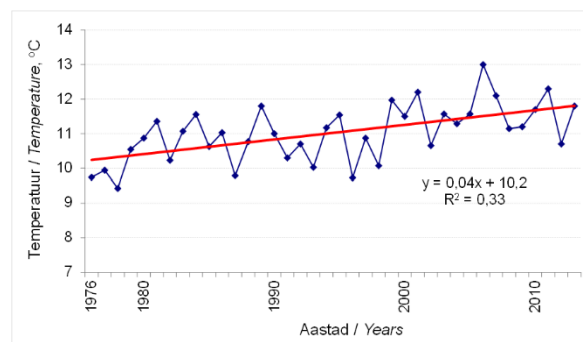
Kasutatud väetised kogu katseperioodil: ammooniumsalpeeter, lihtsuperfosfaat, kaaliumkloriid. PK-väetis viidi mulda teise kultiveerimisega, lämmastik anti pealtväetisena aprillikuus, sh ka N<sub>180</sub> (vastavalt meetodikale). Peenestatud teraviljapõhk segati koristuse järgselt kõrrekoorimisega mullaga ja viidi künniga mulda. Saak koristati optimaalsel ajal, määrati saak ja selle kuivaine. Tera- ja põhusaagi keemiline koostis (N, P, K) määrati kuivtuhastusmeetodil 1981–1989. a saakidest saagiga mullast eemaldatavate toitainete määramise eesmärgil. Katseaastate sademete ja temperatuuri andmed vegetatsiooniperioodil on toodud joonistel 1–4.

Katseandmete töötlemisel kasutati dispersioon ja regressioonanalüüsi.



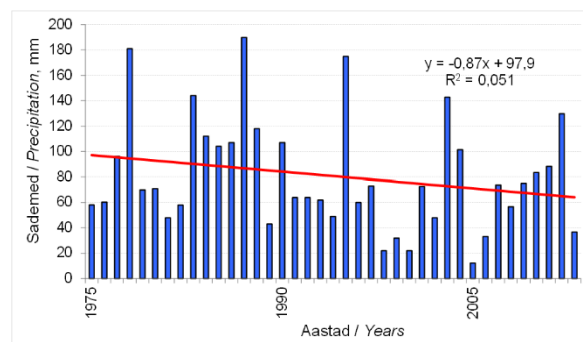
Joonis 1. Sademed ja nende trend vegetatsiooniperioodil aastatel 1976–2012 Kuusikul

Figure 1. Precipitation and their trends in vegetation periods in years 1976–2012 in Kuusiku



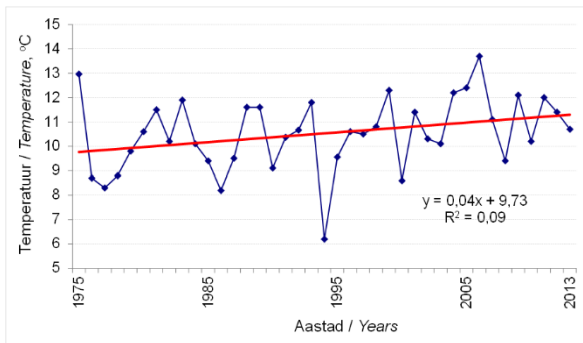
Joonis 2. Õhutemperatuurid ja nende trend vegetatsiooniperioodil aastatel 1976–2012 Kuusikul

Figure 2. The temperatures and their trends in vegetation periods in years 1976–2012 in Kuusiku



Joonis 3. Septembrikuu sademed rukki kasvu algul katseperioodil Kuusikul

Figure 3. The precipitation in September on different years during the trial period in Kuusiku

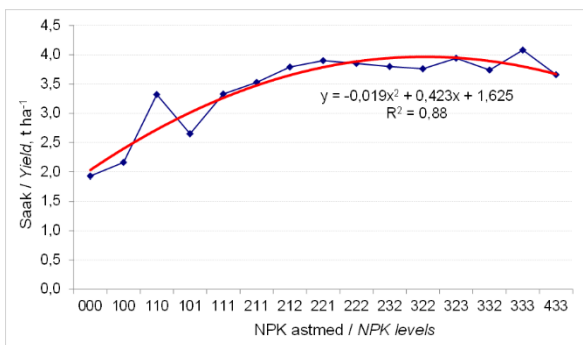


**Joonis 4.** Septembrikuu temperatuurid rukki kasvu algul katseperioodil Kuusikul

**Figure 4.** The temperatures in September on different years during the trial period in Kuusiku

### Tulemused ja arutelu

Pikaajalise katse talirukki terasaagi tulemuste analüüsi selgus et, väetamata mullalt (joonis 5) saadi 19 saagiaasta keskmisena teri  $1,9 \text{ t ha}^{-1}$  (PD05 0,35). Väetiste kasutamisel saadi  $\text{N}_{135}\text{P}_{39}\text{K}_{90}$ -variandi mullalt aga suurim 19 aasta keskmine terasaak,  $4,1 \text{ t ha}^{-1}$  (PD05 0,44).



**Joonis 5.** Talirukki saagikus sõltuvalt NPK-väetustasemest

Sõnniku mõju koos mineraalväetistega külvikorras rukki terasaagile oli tagasihoidlik (tabel 1), kuna sõnnik anti külvikorra esimesele kultuurile kartulile ja rukkile kui külvikorras viimasele kultuurile sõnniku järelmõju enam ei ulatunud.

**Tabel 1.** Mineraalväetiste ja sõnniku koosmõju talirukki terasaagile ( $\text{t ha}^{-1}$ ) külvikorras

**Table 1.** The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on grain yield of winter rye ( $\text{t ha}^{-1}$ )

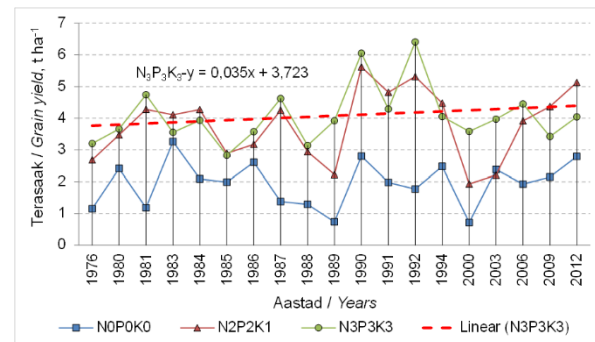
NPK aste	NPK level	NPK	NPK+30*	NPK+60	PD LSD 95%
222	( $\text{N}_{90}\text{P}_{26}\text{K}_{60}$ )	3,9	3,8	3,9	0,14
322	( $\text{N}_{135}\text{P}_{26}\text{K}_{60}$ )	3,8	4,0	4,0	0,29
433	( $\text{N}_{180}\text{P}_{39}\text{K}_{90}$ )	3,7	3,9	3,8	0,15
PD LSD 95%		0,24	0,30	0,15	

\* – mineraalväetis koos sõnnikuga 30 ja 60  $\text{t ha}^{-1}$

Sõnniku järelmõju efektiivsust kahandas ilmselt ka külvikorras kasvanud põldheina (timut + ristik) mõjul märgatavalt suurenenud mulla huumusesisaldus, mis moodustas 3,0–3,3%. Tahkesõnniku positiivne järelmõju avaldus rukki terasaagile põhimõtteliselt sama

külvikorraga katses, ainult põldheina kooslusest puudus ristik, kuid oluliselt huumusvaesemal (1,5–1,6%) leetunud saviliivmullal (Kärblane jt, 1999). Sõnniku kasutamisel külvikorras on mitmeid kasulikke omadusi, mis teatud tingimustes võivad oluliselt parandada saagikust ja saagi kvaliteeti. Leedu uurijad (Lisova jt, 1996) on leidnud, et sõnniku kasutamine külvikorras suurendas 2–3,5 korda rukki vastupanuvõimet haigestuda seenhaigustesse.

Väetistest enam mõjutas saagikust aga ilmastik. Rukis on teraviljadest ka parima saagistabiilsusega teravili: Saksamaal Berlin-Dahlemini katsepunktis oli 35 aasta andmetel talirukki saagi varieeruvuskoeffitsient 17% (Chmielewski, Köhn, 1999). Joonisel 6 on toodud rukki saagikuse rukki kerge tõusuga ja suure varieeruvusega trendi eri väetustasemetel.



**Joonis 6.** Talirukki terasaagi trendid katseperioodil

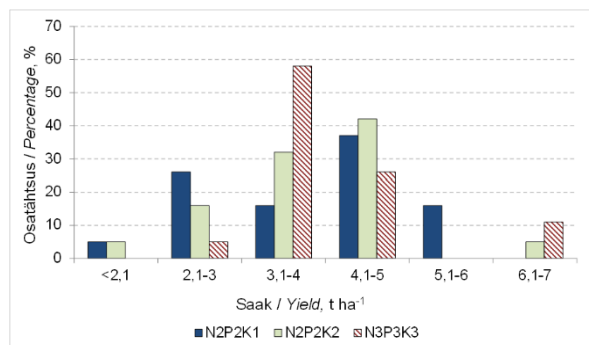
**Figure 6.** The trends of winter rye grain yield during the trial period

Saagikuse tõusu võib seletada ilmselt rukkile jt taliteraviljadele järjest soodsamaks muutuva ilmastiku mõjuga katse hilisemal perioodil. Rukki terasaak varieerus väetamata foonil vahemikus  $0,7\text{--}3,3 \text{ t ha}^{-1}$ , mis kinnitab rukki suur võimet omastada toitaineid soodsate ilmastikutingimuste korral ka toitainetevaesest mullast. Soodsates ilmastikutingimustes on samuti ka mulla mineraliseerumine ja sealt toitainete vabamine intensiivsem. NPK väetustasemetel 221 ja 333 variantide saagid varieerusid vastavalt vahemikes  $1,9\text{--}5,6$  ja  $2,8\text{--}6,4 \text{ t ha}^{-1}$  mullast.

Lisaks ilmastikutingimustele mõjutab saagikuse varieeruvust ka väetamine. Väetusvariantide  $\text{N}_{90}\text{P}_{26}\text{K}_{30}$ ;  $\text{N}_{90}\text{P}_{26}\text{K}_{60}$  ja  $\text{N}_{135}\text{P}_{39}\text{K}_{90}$ , (joonisel 7 vastavalt 221, 222, 333), terasaagid olid katseperioodil valdavalt vahemikus  $3\text{--}5 \text{ t ha}^{-1}$ . Sagedamini esines saagikust  $3\text{--}4 \text{ t ha}^{-1}$  (osatähtsus 58%) väetusvariandi  $\text{N}_{135}\text{P}_{39}\text{K}_{90}$  (333) puhul. Rukis 'Vambo' saagipotentsiaalile,  $5500\text{--}6000 \text{ kg ha}^{-1}$ , (Tupits jt, 1999) vastav terasaak,  $6,1\text{--}6,4 \text{ t ha}^{-1}$ , saadi katseperioodil ainult kahel aastal. Rekordsaagiks on teadaolevalt sort 'Vambo' andnud  $8 \text{ t}$  teri hektarilt (Tupits, 2012).

Ilmastiku mõju saagikusele mõjutab ka kasutatud väetiste efektiivsust. Väetamine mõjutab aga omakorda saagistabiilsust. Maksimaalse saagi andnud variandis  $\text{N}_{135}\text{P}_{39}\text{K}_{90}$  (NPK aste 333) kasutati NPK väetisi aga  $264 \text{ kg ha}^{-1}$  ja  $1 \text{ kg NPK}$ -väetisega saadi  $16 \text{ kg}$  teri.

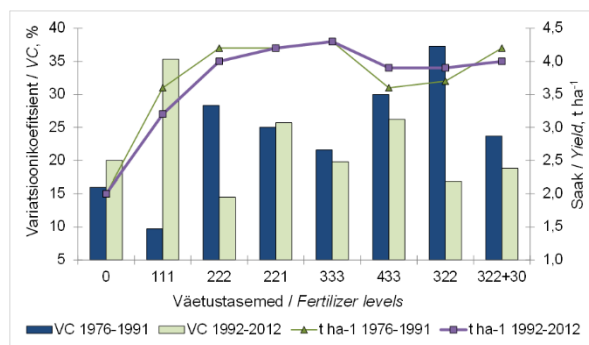
Väetiste kasutuse efektiivsusest osutus tulemuslikumaks väetusvariant  $N_{90}P_{26}K_{30}$  (ja juhul kui soovitakse põhk põllult eemaldada, siis suurema koguse K eemaldumise tõttu arvestuslikult  $N_{90}P_{26}K_{60}$ ), mille puhul kasutati väetisi tegevaines kokku  $146 \text{ kg ha}^{-1}$  ja 1 kg väetisega saadi 27 kg teri. Väetusvariandi  $N_{90}P_{26}K_{30}$  (aste 221) terasaak jäi suurimast,  $N_{135}P_{39}K_{90}$ -variandi hektarisaagist ainult 200 kg võrra väiksemaks. Nelja tonni terasaagiga eemaldati toiteelemente  $N_{48}P_{14}K_{20}$  (koos põhuga  $N_{88}P_{19}K_{72}$ ).



**Joonis 7.** Talirukki eri saagikuste osakaal katseperioodil sõltuvalt väetustasemest

**Figure 7.** The share of rye yield (in %) depending of fertilization level

Vaadeldes aastamõju eri väetusvariantide saagikuse stabiilsusele (joonis 8), näeme et kogu katseperioodi rukki kõige väiksem saagikuse varieerumine, keskmine variatsioonikoefitsient 18, oli väetamata variandil. Ilmselt on see tingitud väetamata variandi madal saagikus, kus saakide omavaheline erinevus on aastati väiksem.



**Joonis 8.** Talirukki saagikuse varieeruvus sõltuvalt väetustasemest, variandi keskmine saak katse eri etappidel (PD 95%: VC-1976–1991 – 7,1; VC-1992–2012 – 5,6; saak – 0,6)

**Figure 8.** The variability of yield depending on fertilization levels, average variant yield in different stanges of trial (LDS 95%: VC-1976–1991 – 7.1; VC-1992–2012 – 5.6; yield – 0.6)

Järgnes väetusvariant  $N_{135}P_{39}K_{90}$  (333), kus saadi ka suurim keskmine terasaak. Optimaalselt väetatud variandi terasaakide katseperioodi keskmine varieeruvus oli 21%. Saagikuse varieeruvust esines kõige enam madalamate väetustasemetel (111, 222, 322) korral, vastavalt 35, 28 ja 37%. Teadaolevalt on taime-toitainete rikkamal mullal kasvanud taimed suurema vastupanuvõimega ilmastiku mõjutustele. Mitme eri muldadel läbiviidud katsete andmetel on olnud põuatingimustes väetatud katselappide saagikadu väiksem kui väetamata katselappidel (Hannolainen jt,

2003). Ka antud katses ilmnes väetamata ja vähese väetiste kasutamise korral saagikuse suurem varieeruvus katse hilisemal perioodil (1992–2012), mil esines rohkem põuda, mis raskendas toitainete omastamist taimede poolt. Seega vastukaaluks suurematele kulu-tustele väetistele ja paremale saagistabiilsusele väheneb madala saagikusega aastate osatähtsus ning koos sellega kaasnev tootmiskulu (Loko, Koik, 2006).

Teada on, et peamiseks saaki limiteerivaks faktoriks on vesi. E. Haller (1969) on oma uurimistöös märkinud, et põllukultuuride saagikus sõltub juba idanemisaegsest vee-, õhu- ja toiterezhiimist. Seega talirukki terasaagile on määravaks septembrikuu ilmastikutingimused, mis mõjutavad taimede algarengut. Rukki hea saagi eelduseks on soe ja päikesepaisteline kasvualgus algus ja jahe talvitumisejärgne vegetatsiooniperiood (Chemielewski, Köhn, 1999). Pikaajalise vaatlustulemuste põhjal on teada et, rukis vajab saagi moodustamiseks vegetatsiooniperioodi algusest kuni saagi koristuseni üle  $+5^{\circ}\text{C}$  soojust 994 kraadi ja sademeid 255 mm (Tupits, Sooväli, 2007). Taimejuurte levikust sõltub veekättesaadavus. Teraviljad omastavad mullast vett ja toitaineid idujuurtega ja alates võrsumisest ka lisajuurtega. Taimed jõulise ja ulatusliku juurestikuga omastavad saagi moodustamiseks vett ja toitaineid suuremalt pinnalt ja on ühtlasi vastupidavamad ilmastikuoludele (Haller, 1969; Merrill jt, 2002; Dempewolf jt, 2014).

Kuigi sademete ja temperatuuri trend oli kogu vegetatsiooniperioodi keskmisena (joonised 1 ja 2) tõusev ehk ilmad on järjest sajusemaks ja soojemaks muutunud, siis septembrikuu (joonised 3 ja 4) sademete hulk oli langeva ning temperatuur tõusva trendiga ja väga varieeruvad. Sademeid oli septembrikuus katse esimese poolel (1975–1991) keskmiselt 107 mm ja katseperioodi teisel, hilisemal poolel 70 mm ning temperatuur vastavalt 10,0 ja  $10,8^{\circ}\text{C}$ . Teraviljadele soodsate ja ebasoodsate ilmastikutingimuste analüüsitulemustest ilmnes, et talivilju ohustab septembrikuus liigniiskus. Keskmine 40 aasta hüdrotermiline koefitsient (HTK) oli 2,9. Kuusiku katseala viimased 20 aastat olid kuivemad, keskmine HTK oli vähenenud 2,0ni e parasniiskeni (Loide, 2015) e siis ilmastikutingimused on paranenud viimasel ajal rukki kasvu algaasis Kuusiku katsealal.

Käesolevaks ajaks on sort 'Vambo' juba taandumas uute sortide ees, mis on veelgi suurema saagikusega ja parema kvaliteediga, nagu näiteks suurem langemisarv ja mahukaal (Riiklike..., 2014). Saagikusest ei jää rukis teistest teraviljadest maha – Eestis on rukki rekordsaagiks seni saadud  $9,7 \text{ t ha}^{-1}$  2012. aastal Viljandimaal (Ameerikas, 2014). Talirukki mitmetele headele omadustele vaatamata moodustab rukis ainult 5% vabariigi teravilja külvipinnast, oder ja nisu vastavalt 40 ja 46% (Eesti..., 2014). Katseandmetest on selgunud, et hea eelviljana suurendas rukki kasvatamine vaheldumisi suviõdra teravilja keskmist saagikust odra monokultuuris kasvanud odraga võrreldes 10–13% (Häusler, Hannolainen, 2006). Peale tervisliku toiduvilja on rukkil küllalt palju arenguruumi ka teistes kasutusvaldkondades, mis suurendaks nõudlust rukki järele ja rukki



külvipind võiks oluliselt laieneda. Kuigi rukist ei ole peetud sageli sobivaks teraviljaks kasutamiseks loomakasvatuses, kasutatakse rukist loomakasvatuses paljudes riikides haljassöödana, segus teiste teraviljadega nuumveiste ja -sigade söödaratsioonis (Boros, 2007).

### Järeldused

Käesoleva uurimistöö tulemusi kokkuvõttes võib öelda, et talirukis kui vähenõudlik teraviljakultuur, on ka hea saagi ja saagistabiilsusega küllaldase väetamise korral. Parima keskmise saagikuse tagas väetusvariant, kus kasutati mineraalväetisi tasemel  $N_{135}P_{39}K_{90}$  ja 19 aasta talirukki 'Vambo' keskmine terasaak oli  $4,1 \text{ t ha}^{-1}$  ning väetamata variandi mullalt  $1,9 \text{ t ha}^{-1}$ . Väetusvariandi  $N_{135}P_{39}K_{90}$  kõige suurema, 58% osatähtsusega, saagikus oli  $3\text{--}4 \text{ t ha}^{-1}$ , üle  $6 \text{ t ha}^{-1}$  terasaakisid esines katseperioodil ainult kahel aastal, osatähtsus 11%. Katseperioodi teise poole ilmastikutingimused olid taimede kasvuks ja arenguks soodsamad, mis samuti mõjutasid positiivselt rukki saagikust ja saagistabiilsust. Tulemustele lisab väärtust veel see, et need on saadud ühe ja sama sordiga ning puudub eri sortidest tulenev segav faktor. Mineraalväetiste ja sõnniku koostõugu rukki terasaagile jäi tagasihoidlikuks, kuna sõnnik anti külvikorra esimesele kultuurile (kartulile) ja rukkile kui külvikorra viimasele kultuurile sõnniku mõju enam ei ulatunud.

Autor kinnitab artikliga seotud huvide konflikti puudumist.  
The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

### Tänuavaldus

Tänuõnad kuuluvad eelkõige meie seast lahkunud talirukki 'Vambo' aretajatele H. Tuppsale ja H. Leesmentile, pm teaduste doktorile A. Pihole kui katse autorile. Suur tänu Põllumajandusuuringu Kuusiku katsekeskuse agronoomile mag. M. Häuslerile pikaajalise töö eest katse korraldamisel ning kõigile neile, kes on katse korraldamises abiks olnud.

### Kasutatud kirjandus

- Ameerikas, M. 2014. The Cultivation Contest in 2005–2014. Viljelusvõistlus 2005–2014. pp. 38, [http://www.balticagro.ee/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2fFiles%2fFiles%2fBalticAgroEstonia%2fSeminarid%2f2014\\_seminarid%2fPold\\_2014%2fVV2014\\_Margus\\_Ameerikas.pdf](http://www.balticagro.ee/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2fFiles%2fFiles%2fBalticAgroEstonia%2fSeminarid%2f2014_seminarid%2fPold_2014%2fVV2014_Margus_Ameerikas.pdf) (in Estonian).
- Boros, D. 2007. Quality aspects of rye for feed purposes. – *International Symposium on Rye Breeding & Genetics*. Germany, pp. 80–85.
- Chemielewski, F.-M., Köhn, W. 1999. Relationships between yield and weather conditions in winter rye based long-term observations. UFZ Report International Symposium from 3 to 5 June 1999, Hall "Long-term fertilization experiments as the basis for sustainable land use and quantification of biogeochemical cycles". No 24, pp. 41–44. (in German)
- Dempewolf, H., Eastwood, R., Guarino, L., Khoury, C.K., Müller, J.K., Toll, J. 2014. Adapting Agriculture to Climate Change: A Global Initiative to Collect, Conserve, and Use Crop Wild Relatives. – *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38:4. 2014-11-18, Taylor&Francis Online.
- Eesti... 2014. Development plan for the cereals sector in Estonian 2014–2020. <http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-teraviljasektor-2014-2020.docx> 17.11.2014 (in Estonian)
- Haller, E. 1969. Effect of germination condition on crop yield. – Tallinn, Valgus, pp. 276. (in Estonian)
- Hannolainen, E., Kärblane, H., Kanger, J. 2003. Effects of drought on crop yields and fertilization. – *Maamajandus*, No. 2, 36–37. (in Estonian)
- Hansen, H.B., Moller, B., Andersen, S.B., Jorgensen, J.R., Hansen, A. 2004. Grain characteristics, chemical composition and functional properties of rye (*Secale cereale* L.) as influenced by genotype and harvest year. – *Journal of agricultural and food chemistry*, 52, 2282–2291.
- Häusler, M., Hannolainen, E.-G. 2006. Effect of crop rotation on grain yield in different soil types. – *ERIA collection of scientific works*, LXXI, Saku, pp. 91–102. (in Estonian).
- Kann, A. 2002. Rye bread in our diet. – *Estonian Rye Book*. (Ed. V. Pilt). – Tallinn, Ilo, pp. 26–31. (in Estonian)
- Kõlli, R. 1994. Suitability of uses and agroclusters of the soils. Muldade kasutussobivus ja agrorühmad. – Tartu, Eesti Põllumajandusülikool, p. 85. (in Estonian)
- Kärblane, H., Kevvai, L., Kanger, J. 1999. Effect of cattle manure on the yields of grain, potatoe and hay. – *Põllumajandus*, No. 10, 2–4. (in Estonian)
- Lisova, R., Greimas, G., Tripolskaja, L. 1996. The effect of fertilization systems on the Spread of tungal diseases in cereal crops for different crop rotations and preceding crops. – *Agriculture scientific articles of the Lithuanian Institute of Agriculture* 52. Dotnuva-Akademija, 72–87.
- Loide, V. 2015. The influence of fertilization and hydrothermal properties of weather conditions on cereal yield. – *Agronomia* 2015. Tartu, 80–85. (in Estonian)
- Loko, V., Koik, E. 2006. The finaal report of the project "Clarification of the profitability of crop production in relation to the input prices, production technologies, the size of the production facilities and procurement prices". [http://www.pikk.ee/upload/files/Teadusinfo/Lopparuanne\\_113\\_2002\\_2006.pdf](http://www.pikk.ee/upload/files/Teadusinfo/Lopparuanne_113_2002_2006.pdf) (in Estonian).
- Merrill, S.D., Tanaka, D.L., Hanson, J.D. 2002. Root length growth of eight crop species in Haplustoll soils. – *Soil Science Society of America Journal* 66: 913–923.
- Mykkänen, H., Sipiläinen, R., Uusitupa, M. 1995. The role of rye in Finland diet. – *International rye symposium: Technology and products*. Finland, pp. 77–81.
- Piho, A. 1973. The use of fertilizers on soil conditions, efficiency on crop fertilization, and use of mineral

- fertilizers in crop rotation in Estonian SSR. – D.Sc. thesis. Kuusiku, 399 pp. (in Estonian)
- Reeman, J., Tuppits, H. 1978. Biological characteristics and requirements in terms of growth of winter cereals. – Handbook of Cultivation. (Ed. L. Aulas), Tallinn, Valgus, pp. 310–312. (in Estonian)
- Riiklike..., 2014. Winter Rye. – Results of National Trials, Viljandi, 9–12. (in Estonian)
- Sirendi, A. 2014. Rye and rye bread over the times. – Joy From the Rye. Tallinn, Eesti Rukki Selts, pp. 7–16 (in Estonian).
- Tupits, I. 2007. Characteristic of winter rye cultivation. What Affect the Grain Yield. – Jõgeva, Jõgeva Sordiaretuse Instituut, pp. 56–66. (in Estonian)
- Tupits, I. 2012. Starch content of rye varieties. Varieties of Grain Crops And Their Usage. – Jõgeva, Jõgeva Sordiaretuse Instituut, pp. 40–45. (in Estonian)
- Tupits, I., Kuk, V., Ingver, A., Koppel, R., Tamm, I., Tamm, Ü., Küüts, H., Küüts, I., Kallas, E., Rand, L. 1999. The varieties and seed production. – Grain Production Handbook. (Ed. H. Older), Rebellis Ltd., Saku, 342 pp. (in Estonian)
- Tupits, I., Sooväli, P. 2007. Yield and susceptibility to diseases of rye varieties. – Agronomy 2007. pp. 61–64.

### The productivity and yield stability of winter rye variety 'Vambo' in long term NPK fertilization trial on calcaric cambisol

Valli Loide

*Estonian Crop Research Institute  
J. Aamisepa 1, Jõgeva, Jõgeva vald 48309, Estonia*

#### Summary

Traditionally rye is the culture which productivity has been the most stable and resistant to the weather conditions. Using the variety selection the diploid rye variety 'Vambo' was developed, which differs a lot from 'Sangaste' type of rye by straw and ear size as well as productivity. Current research was based on long term crop rotation NPK-fertilization trial from years 1975–2012, which was conducted by PhD A. Piho in years 1965–1966 in North Estonia Kuusiku on loamy *Calcaric Gambisol*.

Trial is established as six year crop rotation (potato-late maturing spring barley-undersown early maturing spring barley-first year grass clover mixture-second year grass clover mixture-rye). The traditional agro-technical measures were applied like ploughing, chemical weed control and plant protection measures. The trial contains 21 combined NPK mineral and organic (farmyard manure) variants. NPK-fertilizers (measured as elements kg ha<sup>-1</sup>) different levels: level 000=N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 111= N<sub>45</sub>P<sub>13</sub>K<sub>30</sub>; 222=N<sub>90</sub>P<sub>26</sub>K<sub>60</sub>; 333=N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>; 433=N<sub>180</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>; combined variants of mineral and organic fertilisers at two levels were used: NPK+30 and +60 t ha<sup>-1</sup>.

On the average of 19 years the yield of rye from unfertilised plots was 1.9 t ha<sup>-1</sup>, by using of mineral fertilizers in level 3 (N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>) the yield was 4.1 t ha<sup>-1</sup>. The effect of farmyard manure combined with mineral fertilizers was modest (Table 1) as the organic fertilizer was applied to the first culture in crop rotation (potato) and the last culture rye didn't get any benefit from that.

The weather conditions had greater impact on yield as fertilization. Different fertilizing levels (Figure 6) have had positive effect on rye productivity, but the variability was remarkable. The best stability of yields was recorded in fertilization level 333 (N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub>) where the average yield levels of 3–5 t ha<sup>-1</sup> was 84%. In the same time the fertilization levels 222 (N<sub>90</sub>P<sub>26</sub>K<sub>60</sub>) and 221 (N<sub>90</sub>P<sub>26</sub>K<sub>30</sub>) gave the same productivity 74 and 53% accordingly. Compared to the smaller rates of fertilization the plots with higher fertilization rates (NPK 222 and higher) resulted in smaller variability in yields (Figure 8) which decreased even more in the second half of the trial period (1992–2012). The plots getting lower amount of fertilizers the variability in yields was increasing.

To conclude the results of the investigation we can say that winter rye as the undemanding culture has also good yield potential and stability if the fertilization level is satisfying. The best yield was obtained from the plot where mineral fertilizers N<sub>135</sub>P<sub>39</sub>K<sub>90</sub> were used. The weather conditions in the second half of whole trial period were more favourable for plants growth and development, so it influenced positively the rye yield and its stability. The effect of farmyard manure combined with mineral fertilizers was most as the organic fertilizer was applied to the first culture in crop rotation (potato) and the last culture rye didn't get any benefit from that.