



SUVINISU TERASAAK JA KVALITEET OLENEVALT KASVUKOHAPÕHISEST VÄETAMISEST

SPRING WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY DEPENDING ON SITE-BASED FERTILIZING

Jaan Kuht, Toomas Tõrra, Jaanus Kilgi, Arvo Makke

Eesti Maaülikool, F.R. Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu

Saabunud: 2.12.2013
Received:
Aktsepteeritud: 10.12.2013
Accepted:
Avaldatud veebis: 20.12.2013
Published online:
Vastutav autor Jaan Kuht
Corresponding author
e-mail: jaan.kuht@emu.ee

Keywords: spring wheat, grain quality, soil agrochemical properties, fertilizing.

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2013_2_kuht.pdf

ABSTRACT. In 2011 the experiment with spring wheat 'Manu' was carried out on the experimental field of the Estonian University of Life Sciences. The experiment was carried out in the soils with different content of organic carbon (C_{org}): background A with higher C_{org} content $> 1.7\%$ and background B with lower C_{org} content $\leq 1.7\%$. Four fertilizing treatment were used: 1) unfertilized, control (K); 2) conventional fertilizing (T), where all amounts of mineral fertilizers (N120P52K100) were applied before sowing; the amount of fertilizer was supposed to ensure the grain yield level of 4 t ha^{-1} ; 3) application of fertilizers according to the soil information (MI) – all amounts of mineral fertilizers (NPK) were applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; 4) application of fertilizers according to the soil and plant information (MILV) – mineral fertilizers applied firstly as in MI treatment and additionally at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter). Grain yield levels of different backgrounds (A and B) differed in site based fertilization treatments (MI and MILV) less than in control and conventional treatments (26.7 and 19.4% versus 47.4 and 45.5%, respectively). Despite the fact that the amounts of fertilizers were in MI treatment up to one third smaller than of conventional treatment T, the majority values of grains quality of these treatments were statistically the same.

© 2013 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2013 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Tänapäeva tehnoloogia arengutase võimaldab saada taimekasvatases suuri saake tekitamata sealjuures olulist kahju keskkonnale. Täppisväetamine on üks keskkonnasäästlikest võimalustest ja on üheks tähtsaks osaks täppisviljelusest. Väetisi antakse põllu piires erinevalt, lähtudes mullas olevatest toiteelementidest. Peamiseks eesmärgiks on saavutada väetiste maksimaalne kasutusefektiivsus (Guo *et al.*, 2010). Täppisviljeluse positiivseteks tulemiteks on majanduslik efekt suurema saagi või väiksemate kulutuste tõttu; vähenev keskkonnareostuse oht tänu täpsemalt jaotatud väetise- ja kemikaalikoogustele ja ka parem ülevaade põldudest (Godwin *et al.*, 2003; Tamm, Võsa, 2006). Täppisväetamisel antakse väetisi põllu piires

erinevalt lähtudes infost kasvukoha mulla toiteelementide sisalduse kohta või taimede toitumise olukorrast nende kasvuajal. Täppisväetamisega saab väetisi kasutada efektiivsemalt, tõsta saagikusi ja tasakaalustada põllumullas paiknevate toitainete koguseid (Yu *et al.*, 2010).

Peamiseks eesmärgiks on saavutada väetiste optimaalne kasutus kogu põllu piires. Selleks on vaja mullaanalüüside ja/või taimkatte kasvuaegse lämmastiktootumuse määramise kaudu saadud põllu erinevate osade väetisetarbe andmed siduda töömasinate parda- arvititega. Traktoritel peavad olema Globaalse Satelliitnavigatsiooni Süsteemi e GNSS (GPS, EGNOS, GALILEO, vms) kohtmäärangu signaalide vastuvõtu aparaadid ning automaatroolimist ja paralleelsõitu võimaldavad lisaseadmed. Väetusmasinad varusta-

takse arvuti poolt juhitavate ja tööprotsessi käigus väetise laotusnormi muutvate mehhanismidega.

Toiteelementide lehtede kaudu andmine taimede maksimumtarbe perioodil võimaldab operatiivselt üle saada kriitilisest hetkest, parandab lämmastiku osalemist ainevahetusprotsessides, väldib saagikadu ning kvaliteedilangust. Samuti paraneb teiste toiteelementide kasutamise efektiivsus ning väheneb lämmastiku väljaleostumise oht (Järvan, 2006). Väetamisest oleneb nii saagi suurus kui kvaliteet. Kvaliteetse toidunisu tootmist mõjutavad paljud tegurid, olulisemad on neist agrokliimaatilised tingimused (ilmastik, kasvukoha mullastik), kasutatud agrotehnoloogia, sordi valik, lamandamine ja taimehaiguste esinemine. Kvaliteedinäitajad on suuresti sõltuvad sordist, teiste tegurite mõju võib ulatuda ~30%. Tootja ei saa mõjutada ilmastikku, seetõttu tuleb arvestada kõiki nisukasvatavast sõltuvaid tegureid nagu väetamine, kasvukoha valik, taimekaitse (Ilumäe, 2005). Ingver *et al.* (2012) andmetel on nisu kvaliteedinäitajate juures olulisemad näitajad niiskusesisaldus, mahumass, proteiini ja kleepvalgu sisaldus ning langemisarv.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada suvinisu 'Manu' terasaagi ja kvaliteedinäitajate muutusi sõltuvalt kasvukohapõhisest väetamisest.

Materjal ja meetodika

Käesolev uurimistöö põhineb põldkatsetel, mis viidi läbi 2011. aastal Eesti Maaülikooli katsepõllul Eerikal. Katse rajati näivleetanud mullale.

Katsekultuurina külvati 2011. aasta kevadel Eerika katsepõllule suvinisu 'Manu', külvitihedusega 550 idanevat seemet m⁻². 'Manu' on Soome päritoluga suvinisu sort, mis on Eestis sordilehele kantud 1994. aastal. Tema saagikus on keskmine kuni kõrge. Sordile on omane väga kõrge proteiini ja kleepvalgu sisaldus ning hea kvaliteet. 1000 tera mass on võrreldes enamike suvinisu sortidega keskmine ja mahumass kõrge. Lisaks neile on head ka langemisarv ja jahu

veesidumisvõime ning taigna stabiilsus. Sort paistab silma väga heade küpsetusomaduste poolest (Jõgeva SAI, 2007).

Katses oli kokku kuus varianti neljas korduses. Käesolevas uurimistöös on analüüsitud neist nelja tulemusi kui antud teemaga paremini haakuvaid.

Katsevariandid:

1. Väetamata, kontroll (K);
2. Tavaväetamine (T) – kogu prognoositava saagi (4 t ha⁻¹) saamiseks vajaminev mineraalväetis (N120P52K100) anti mulda külvieelsel mullaharimisel;
3. Väetamine mullainfo alusel (MI) – külvieelselt mulda viidava mineraalväetise (NPK) kogused korrigeeriti mullast määratud toiteelementide sisalduse järgi;
4. Väetamine mulla- ja taimeinfo alusel (MILV) – mineraalväetised sarnaselt MI variandiga ja leheväetis kasvu ajal klorofüllimõõtja määrangute järgi vastavalt taimede toitumistasemele.

Igalt katselapilt võeti 2011. aasta kevadel mulla-proovid mullaviljakuse määramiseks. Keskmine mullaproov pakendati ning märgistati katselapi numbriga. Proovid viidi Põllumajandusuuringute Keskuse laborooriumisse keemilisteks analüüsideks. Määrati mulla pH, orgaaniline süsinik (C_{org}), üldlämmastik (N%), lisaks veel mulla fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus.

Põldkatses kujunes orgaanilise süsiniku alusel välja kaks mullaviljakuse fooni (tabel 1).

Foon A, mille orgaanilise süsiniku sisaldus (C_{org}) variantide aluses mullas oli üle 1,7%, jäädes vahemikku 1,73–1,92% (tabel 1). Nende variantide aluse mulla keskmine C_{org} sisaldus oli 1,84%. Foonil B oli orgaanilise süsiniku sisaldus mullas alla 1,7%, vahemikus 1,38–1,57%, variantide keskmiselt 1,45%.

Tabel 1. Suvinisu kasvukoha mulla agrokeemilised näitajad
Table 1. Agrochemical parameters of the soil

No	Variant/Treatment	Foon Background	Mulla agrokeemilised näitajad / Soil agrochemical parameters				
			N _{üld} , N _{tot} %	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	C _{org} , %	pH _{KCl}
1.	Väetamata (K) Unfertilized	A	0,14	99	104	1,78	5,8
		B	0,13	104	92	1,46	5,4
2.	Tavaväetamine (T) Conventional fertilizing	A	0,14	114	155	1,73	6,5
		B	0,10	98	101	1,38	5,8
3.	Mineraalväetised mullainfo alusel (MI) Fertilization according to the soil data	A	0,13	170	175	1,91	6,6
		B	0,09	109	99	1,40	5,8
5.	Väetised mulla ja taime info alusel (MILV) Fertilization according to the soil and plant data	A	0,14	190	136	1,89	5,9
		B	0,09	115	94	1,28	5,6

A – kõrgem foon, C_{org} sisaldus mullas > 1.7% / higher background, C_{org} content of the soil > 1.7%

B – madalam foon, C_{org} sisaldus mullas < 1.7% / lower background, C_{org} content of the soil ≤ 1.7%

Mineraalväetist anti mulda külviperioodil (Azophoska 16-16-16) P ja K oksiididena, olenevalt variandist füüsilises koguses 375–750 kg ha⁻¹. Variantides MI ja MILV väetati suurema mulla toitainetesaldusega (N_{üld} 0,13–0,14%; P 170–190 mg kg⁻¹ ja K 136–175 mg kg⁻¹) katselappe normiga kuni N90-P39-

K75, madalamal foonil (N_{üld} 0,09%; P 109–115 mg kg⁻¹ ja K 94 mg kg⁻¹) ja tavaväetamise variandis (T) oli see kuni kolmandiku võrra suurem, toimeainetena N120-P52-K100. Mineraalväetis külvati katsekülvikuga "Fiona", mille töölaius on 1,4 m. Suvinisu kasvuaegse väetamise vajadus määrati Minolta SPAD

klorofüllimõõtjaga. Juureväliseks väetamiseks leheväetisena kasutati variandis MILV Yara Kristalon Yellow (NPK 13-40-13+ME), kulunormiga kuni 4 kg ha⁻¹ veeslahustuvat pulberväetist, mida anti taimekaitsepritsiga. Väetis sisaldas teiste mikroelementide kõrval ka väävli (S). Väävli puudus aga põhjustab teraviljadel saagikuse vähenemist, saagi kvaliteedi halvenemist, taimestiku muutumist heleroheliseks ja leherootsude kahvatust, kusjuures väävli mõjul omastavad põllukultuurid ka lämmastikväetisi efektiivsemalt (Laegreid *et al.*, 1999).

Kasvuaegne väetamine leheväetisega tehti kõrsumisfaasis (BBCH 47) taimekaitse pritsiga.

Umbrohutõrjeks kasutati taimekaitsevahendeid "Attribut" (orasheina ja ristõieliste tõrjeks) normiga 60 g/ha⁻¹ ja "Mustangi" (kaheiduleheliste tõrjeks) kulunormiga 0,5 l ha⁻¹.

2011. a vegetatsiooniperiood oli väheste sademetega (105 mm alla keskmise), põuane ja keskmisest kõrgemate õhutemperatuuridega. Kõige põuasem oli juuni esimene kolmandik, mil sademeid ei tulnud. See on loomiseelne periood (võrsumine-kõrsumine), mil taimedel on kõige suurem veevajadus. Põuatingimustes võib mullas olla küll optimaalses koguses toitaineid, kuid taimed neid piisavalt ei omasta.

Eerika põldkatse koristati katsekombainiga Sampo, heedri laiusega 2 m, mis võimaldas Eerika katses määrata iga lapi saaki kaalumise teel. Saagist võetud teraproovidest määrati Põllumajandusuuringute Keskkuse laboratooriumis järgmised kvaliteedi näitajad: 1000 tera mass, mahumass, langemisarv, kleepvalk, gluteeniindeks ja terade proteiinisaldus.

Statistilises andmetöötles kasutati korrelatsioon-, regressioon ja deskriptiivse analüüsi (ANOVA) meetodeid. Kasutati arvutiprogrammi Microsoft Office Excel.

Tulemused ja arutelu

Katses avaldasid suvinisu saagile ja terade kvaliteedile suurimat mõju kasvukoha mulla agrookeemilised näitajad, eriti selle huumusesisundit iseloomustav orgaanilise süsiniku sisaldus ja rajatud väetusvariandid.

Mullafooni mõju suvinisu saagile ja kvaliteedile

Eerika katsealal võis hinnata mulla huumusesisaldust valdavalt keskmiseks, kohati ka üle keskmise. Põldkatse tulemustest ilmnes, et olulised suvinisu saake limiteerivad tegurid olid kasvukoha mulla orgaanilise süsiniku, üldlämmastiku- ja fosforisisaldus (Kuht *et al.*, 2012). Vaatamata erinevale väetamisele avaldus mulla orgaanilise süsiniku sisalduse mõju terasaagile kõikides katsevariantides ja ilmnes tugeva korrelatiivse seosena saagi ja mulla orgaanilise süsiniku sisalduse vahel, $r = 0,87^{**}$. Madalama C_{org} tasemega aladel (foon B) oli suvinisu terasaak väetamata variandil K 47,4% ja tavaväetamise variandil T 45,5% võrra väiksem kui kõrgema C_{org} tasemega aladel (foon A; tabel 2). Kuid kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju ilmnes foonidevaheliste väetamistase vahelise vähenemises. Mullainfo (MI) järgi väetamisel oli see 26,7% ja taimeinfo järgi leheväetisega väetamisel veelgi väiksem, 19,4%.

Tabel 2. Suvinisu saak ja terade kvaliteedinäitajad
Table 2. Spring wheat yield and parameters of the grain quality

Näitaja Indikator	Variandid/Treatments								PD, LSD 95%
	K		T		MI		MILV		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
1000 tera mass, 1000 kernel weight, g	25,0	22,3	26,2	25,4	24,9	25,3	26,4	25,7	0,6
Mahumass, Bulk density, g l ⁻¹	725	709	727	706	726	714	721	712	7,7
Langemisarv, Falling number, s	243	235	182	165	177	144	180	153	23,9
Kleepvalk Gluten %	29,0	30,0	43,3	42,2	43,3	41,3	41,3	40,2	4,3
Proteiin Protein, %	15,2	16,2	19,3	19,8	20,4	19,6	19,7	19,2	1,2
Gluteeniindeks Gluten index	84	86	61	64	74	69	72	67	6,7
Terasaak Grain yield, t ha ⁻¹	2,9	1,7	3,1	2,0	3,0	2,2	3,6	2,9	0,36

A – kõrgem foon, C_{org} sisaldus mullas > 1.7% / higher background, C_{org} content of the soil > 1.7%; B – madalam foon, C_{org} sisaldus mullas < 1.7% / lower background, C_{org} content of the soil < 1.7%; K – väetamata, kontroll / unfertilized, control; T – tavaväetamine, kogu prognoositava saagi (4 t ha⁻¹) saamiseks vajaminev mineraalväetis (N120P52K100) anti mulda külvieelsel mullaharimisel / conventional fertilizing, all amounts of mineral fertilizers (N120P52K100) were applied before sowing; the amounts of fertilizers were supposed to ensure the grain yield level as 4 t ha⁻¹; MI – väetamine mullainfo alusel, külvieelselt mulda viidava mineraalväetise (NPK) kogused korregeeriti mullast määratud toiteelementide sisalduse järgi / application of fertilizers according to the soil information, all amounts of mineral fertilizers (NPK) were applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; MILV – väetamine mulla- ja taimeinfo alusel (MILV) – mineraalväetised sarnaselt MI variandiga ja leheväetis kasvu ajal klorofüllimõõtja määragute järgi vastavalt taime toitumistasemele / application of fertilizers according to the soil and plant information, mineral fertilizers applied as in MI treatment and additionally at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter).

Kvaliteedinäitajatest mõjutas kasvukoha mulla huumusseisund kõige enam terade mahumassi. Korrelatiivne seos mulla C_{org} ja mahumassi vahel oli $r = 0,84^{**}$. Ka siin ilmnis kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju. Mahumassi vähenemine variantides MI ja MILV orgaanilise süsiniku foonil B oli vastavalt 1,7% ja 1,2%, võrreldes A fooniga, sama näitaja aga väetamata kontrollvariandil oli 2,2% ja tavaväetamisel 2,9%. Tunduvalt nõrgem oli seos ($r = 0,37$) 1000 tera massi ja mulla orgaanilise süsiniku vahel, kuid ka siin ilmnis kohtpõhise väetamise positiivne toime.

Kasvukohapõhise väetamise mõju suvinisu saagile ja kvaliteedinäitajatele

Orgaanilise süsiniku mõlemal foonil (A ja B) saadi suurimad suvinisu terasaagid väävlit sisaldava leheväetisega väetatud alalt (MILV, tabel 2). Järvan jt (2012) uurimustes suurenes talinisu terasaak pealtväetamisel lämmastiku ja väävliga viie katse keskmisena 17,6%. Ka Saku läbiviidud katsetes talinisu suurendas leheväetiste kasutamine produktiivvõrsete teket ja saak tõusis kontrollvariandi suhtes 7,8–18,3% võrra, kusjuures parimateks osutusid katsevariandid, kus talinisu pritsiti võrsumise lõppfaasis mikroväetisega, sh väävlit sisaldavate leheväetistega (Akk jt, 2011). Juureväline väetamine leheväetisega suurendas võrreldes tavaväetamisega suvinisu saaki A foonil 16,2% ja madalamal B foonil koguni 45,0% võrra. Kuid saagitõusuga kaasnes kleepvalgu sisalduse arvu- lise väärtuse vähenemine.

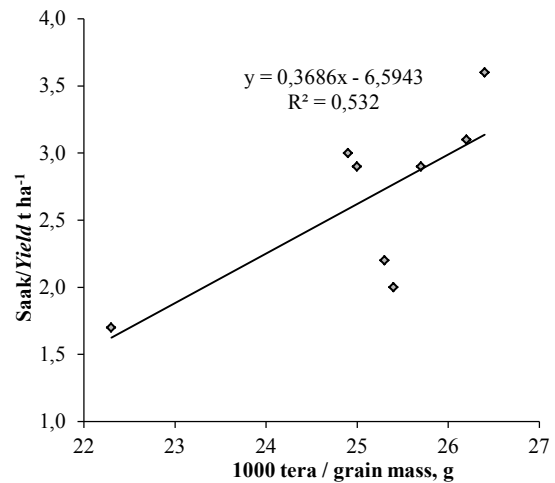
Samas ilmnis kleepvalgu kvaliteedi olulise näitaja gluteeniindeksi 18% suurenemine kõrgemal orgaanilise süsiniku sisaldusega foonil A. Langemisarv erines usutavalt vaid kontrollvariandist (K), olles sellest väiksem. Ka terade proteiinisaldus oli kontrollvariandist 4,7% (foonil A) ja 3,0% (foonil B) võrra suurem.

Kasvukoha mullainfo põhjal väetamise (MI) ja tavaväetamise (T) vahel saagierinevused puudusid mõlemal foonil (tabel 1). Kõrgemal C_{org} foonil A ilmnis kohtpõhisel väetamisel 5% 1000 tera massi vähenemine ja küllaltki arvestatav gluteeniindeksi 21,3% tõus võrreldes tavaväetamisega. Ülejäänud kvaliteedinäitajate osas nende variantide vahelised erinevused puudusid või olid väga väikesed.

1000 tera mass katses oli vahemikus 22,3–26,4 g. 1000 tera massi mõjutab kasvu ajal valitsenud ilmastik (Kangor *et al.*, 2010). Terade mass katses jäi väikseks põuase suve tõttu. Terasaagi suuruse sõltuvust 1000 tera massist näitab nendevaheline tugev korrelatiivne seos, $r = 0,73^*$, $n = 8$ (joonis 1).

Põua tõttu jäid nisu terad väikesteks, mis vähendas terade mahumassi. Korrelatiivne seos mahumassi ja 1000 tera massi vahel oli $r = 0,39$. Katses olnud terade mahumass oli vahemikus 706–727 g l⁻¹. Sealjuures oli täheldatav tugev C_{org} fooni mõju (tabel 2) nisuterade mahumassile. Foonidevahelised usutavad erinevused kõikusid olenevalt katsevariandist 9–19 g l⁻¹ piires, kusjuures neist suurim erinevus oli tavavariandis (T). Ainuke kasvukohapõhise väetamise usutav mõju ma-

humassile avaldus B foonil, kus MI variandi mahumass oli võrreldes tavaväetamisega (T) 8 g l⁻¹ võrra suurem.

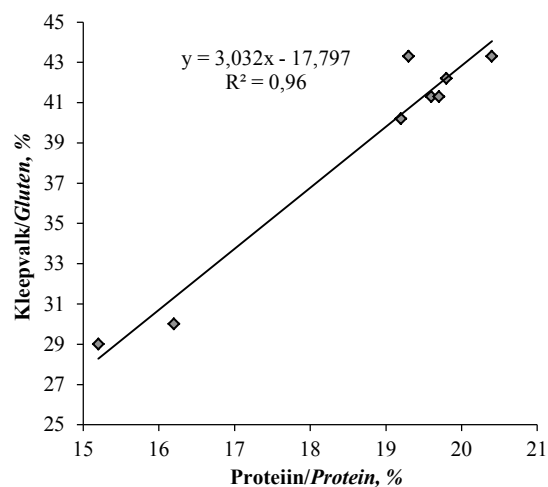


Joonis 1. Seos 1000 tera massi ja suvinisu saagi vahel foonide A ja B keskmisena, $r = 0,75^*$, $n = 8$

Figure 1. Relationship between 1000 kernel weight and grain yield of spring wheat, the average of backgrounds A and B, $r = 0,75^*$, $n = 8$

Langemisarv oli katsevariantide lõikes vahemikus 165–243 sekundit. Suurimad langemisarvud saadi väetamata variandis. Teistes variantides jäi see alla 200.

Terade proteiinisaldus oleneb lämmastikuga väetamisest. Lämmastiku lisamisega on küll võimalik suurendada proteiinisaldust, kuid sellega väheneb proteiini bioloogiline väärtus (Gauer *et al.*, 1992). Eerika katse suvinisu terade proteiinisaldus jäi vahemikku 15,2–20,4%, kuid variantidevahelised usutavad erinevused puudusid. Samas aga esines suvinisu proteiini ja langemisarvu vahel väga tugev negatiivne korrelatsioon, $r = 0,92^{***}$, ($n = 8$). Wang *et al.* (2008) täheldasid samasugust seost proteiini ja langemisarvu vahel ning tõdesid, et olenevalt tingimustest võib lämmastikuga väetamine nii vähendada kui ka suurendada langemisarvu.



Joonis 2. Seos kleepvalgu ja terade proteiinisalduse vahel foonide A ja B keskmisena, $r = 98^{***}$, $n = 8$

Figure 2. Relationship between protein and gluten content; the average of backgrounds A and B

Ka proteiini- ja kleepvalgu vahel ilmnes väga tugev seos (joonis 2). Samuti avaldus lämmastikuannuse ja terade proteiinisalduse (%) vaheline tugev seos, $r = 0,89^{**}$, $n = 8$. Fossati *et al.* (2010) andmetel suuremate saakide korral proteiinisaldus terades väheneb. Käesolevas katses aga ilmnes see seos nõrgalt, korrelatsioon saagi ja proteiinisalduse vahel oli vaid $r = 0,35$, ($n = 8$).

Kleepvalgu sisaldus sõltub kasvutingimustest ning selle kvaliteet sordist (Ilumäe, 1999). Suvinisu 'Manu' kleepvalgu sisaldus katses jäi vahemikku 29–43,3%, kusjuures väiksemad kleepvalgu sisaldused ilmnesid väetamata variandis, 29–30%. Ilumäe (2005) andmetel oli põuastes ilmastikutingimustes kasvanud nisul kleepvalgu sisaldus küllaltki kõrge (38%). Käesolevas katses olid väetatud variantide kleepvalgu sisaldused kõik üle 40%, kuid variantidevahelised usutavad erinevused puudusid.

Suvinisu gluteeniindeks katses oli vahemikus 61–86%. Väetamata variandis oli gluteeniindeksid kõige suuremad foonil A 84% ja B foonil 86%. Väiksemad indeksid saadi tavaväetamise variantides, A foonil 61% ja B foonil 64%. Küpsetamiseks optimaalne gluteeniindeks on 60–90% (Har Gil *et al.*, 2011). Gluteeniindeksi variantidevahelised usutavad erinevused avaldusid vaid suurema C_{org} sisaldusega A foonil, olles MI ja MILV variantides vastavalt 21,3% ja 18% võrra tavaväetamisega variandi (T) omast suuremad. Täheledata ka gluteeniindeksi ja langemisarvu vahelist tugevat korrelatiivset seost, $r = 0,86^{**}$ ($n = 8$).

Kokkuvõte

2011. a põuastes ilmastikutingimustes avaldasid erineva mullaviljakusega foonid suurt mõju suvinisu terasaagi suurusele. Katses saadud terade kvaliteedinäitajad jäid Eesti keskmisest tunduvalt madalamaks. Terade madal langemisarv oli eeldatavasti põhjustatud koristamisega hiline mis ja sajuse koristusperioodi tõttu. Kõrge proteiini- ja kleepvalgusisaldus oli tõenäoliselt põhjustatud põuastest ilmastikutingimustest. Nendes oludes jäi ka 1000 tera mass väikseks, keskmiselt 25,1 g. Kasvukohapõhise väetamise variantide positiivne mõju ilmnes foonidevaheliste saagierinevuste vähenemises. Kui madalama C_{org} tasemega foonil B olid väetamata variantide saagid 47,4% ja tavaväetamisvariandil 45,5% võrra väiksemad saagid kui viljakamal foonil A kasvanud nisu saagid, siis mullainfo järgi väetamisel (MI) oli saagi erinevus 26,7%. Kui sellele lisaks väetati nisu kasvu ajal ka lehevätisega (MILV), vähenes erinevus vaid 19,4%-ni. Saagi suuruse kõrval mõjutas kasvukoha mulla huumus seisund kõige enam terade mahumassi, kus ilmnes ka kasvukohapõhise väetamise positiivne mõju. Usutav mõju mahumassile avaldus siin vaid B foonil, kus võrreldes tavaväetamisega (T) oli MI variandi mahumass 8 g l⁻¹ võrra suurem. Variantidevahelised usutavad erinevused gluteeniindeksi puhul avaldusid vaid suurema C_{org} sisaldusega A foonil. Gluteeniindeksi väärtused olid MI ja MILV variantides vastavalt 21,3% ja 18% võrra tavaväetamisega variandi (T) omast suuremad. Ilmnes

ka lämmastikuga väetamise ja terade proteiinisalduse vaheline tugev korrelatsioon, $r = 0,89^{**}$. Vaatamata kuni kolmandiku võrra väiksemale väetustasemele, tagas mullainfost lähtuv väetamine enamike teiste kvaliteedinäitajate võrdse taseme tavaväetamisega.

Tänuavaldused

Artikli autorid avaldavad tänu põllumajandusministeeriumile, kes on toetanud käesolevat uurimistööd arendusprojekti T11027PKTM summadest.

Kasutatud kirjandus

- Akk, E., Hansson, A., Ilumäe, E., Järvan, M., Paalman, K. 2011. Põllukultuuride saak ja kvaliteet sõltuvalt Agrotehnikast (koost M. Järvan). – EMVI, Saku, 92 lk.
- Gauer, L.E., Grant, C.A., Gehl, D.T., Bailey, L.D. 1992. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, in relation to estimated moisture supply. – Can. J. Plant Sci., 72, p. 235–241.
- Godwin, R.J., Wood, G.A., Taylor, J.C., Knight, S.M., Welsh, J.P. 2003. Precision Farming of Cereal Crops: a Review of a Six Year Experiment to develop Management Guidelines. – Biosystem Engineering, 84(4), p. 375–391.
- Guo, J., Chen, L., Wang, X., Chen, T., Ma, W., Meng, Z., Fu, W. 2010. The effect of precision variable fertilization on wheat based on prescription map. – Sensor Letters, 8(1), p. 173–177.
- Fossati, D., Brabant C., Kleijer, G. 2010. Yield, protein content, bread making quality and market requirements of wheat. – Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, p. 179–182.
- Har Gil, D., Bonfil, D.J., Svoray, T. 2011. Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by gluten index. – Field Crops Research, 123, p. 1–9.
- Ilumäe, E. 2005. Nisu kvaliteedist. – Maamajandus, juuni, 2005, lk 27–28.
- Ilumäe, E. 1999. Nõuded toiduviljale ja selle kvaliteet Eestis. – Teraviljakasvatuse käsiraamat. Saku, lk 271–286.
- Ingver, A. 2008. Uued suvinisu sordid 'Mooni' ja 'Trappe'. – Põllukultuuride uuemad sordid, nende omadused ja kasvatamise eripära, Jõgeva, lk 22–27.
- Jõgeva SAI, 2007. Jõgeva SAI sortide iseloomustused. – Eestis kasvatavate põllukultuuride sordid, nende omadused ja kasvatamise iseärasused (koost. M. Koppel), Jõgeva, lk 77.
- Järvan, M. 2006. Lehekaudsest väetamisest. – EMVI infoleht nr 188, 4 lk.
- Järvan, M., Lukme, L., Akk, A., Edesi, L., Adamson, A. 2012. Talinisu saagikus, saagi kvaliteet ja küpsetusomadused sõltuvalt lämmastiku ning väävliga väetamisest. – Agraarteadus XXIII 1, lk 12–20.
- Kangor, T., Ingver, A., Tamm, Ü., Tamm I. 2010. Effect of fertilization and conditions of year on some

- characteristics of spring wheat and barley. – *Agronomy Research*, 8 (Special Issue III), p. 595–602.
- Kuht, J., Tõrra, T., Makke, A., Kilgi, J., Haldma, M., Kutti, J. 2012. Suviniisu saagi sõltuvus kasvukoha mulla mõnedest agrokeemilistest näitajatest. – *Agroonoomia* 2012, Tartu, lk 43–48.
- Laegreid, M., Bockman, O.C., Kaarstad, E.O. 1999. *Agriculture, Fertilizers and the Environment*. – CABI Publishing, Oslo, p. 160–161.
- Tamm, K., Võsa, T. 2006. Täppisviljeluse eeldused ja tasuvus Eesti tingimustes. – *EMVI Teadustööde kogumik LXXXI* (71), Saku, lk 275–282.
- Wang, J., Pawelzik, E., Weinert, J., Zhao, Q., Wolf, G.A. 2008. Factors influencing falling number in winter wheat. – *European Food Research and Technology*, 226, p. 1365–1371.
- Yu, H., Liu, D., Chen, G., Wan, B., Wang, S., Yang, B. 2010. A neural network ensemble method for precision fertilization modeling. *Mathematical and Computer Modelling* 51, p. 1375–1382.

Spring wheat grain yield and quality depending on site-based fertilizing

Jaan Kuht, Toomas Tõrra, Jaanus Kilgi, Arvo Makke
*Estonian University of Life Sciences, F.R. Kreutzwaldi 1,
51014 Tartu*

Summary

In 2011 the experiment with spring wheat 'Manu' was carried out on the experimental field of the Estonian University of Life Sciences. The experiment was carried out in the soils with different content of organic carbon (C_{org}): background A with higher C_{org} content > 1.7% and background B with lower C_{org} content ≤ 1.7%. Four fertilizing treatment were used: 1) unfertilized, control (K); 2) conventional fertilizing (T), where all amount of mineral fertilizers (N120P52K100) was applied before sowing; the amount of fertilizer was supposed to ensure the grain yield level of 4 t ha⁻¹; 3) application of fertilizers

according to the soil information (MI) – all amounts of mineral fertilizers (NPK) was applied before sowing; the amounts of mineral fertilizers were adjusted according to the nutrient content of the soil; 4) application of fertilizers according to the soil and plant information (MILV) – mineral fertilizers applied firstly as in MI treatment and secondly at plant development stage BBCH4 the foliar fertilizer added according to the plant nutrition level (determined by chlorophyll meter).

The weather conditions in 2011 vegetation period were dry and with higher temperature than long-term average of this area.

In arid weather conditions the influence of soil C_{org} content was significant on the grain yield level of spring wheat. Also the grain yield quality was lower as usual. Lower falling number values were caused by delayed harvest, harvest delayed because of rain in August. High protein and gluten content was probably caused by the arid climatic conditions. In these circumstances the 1000 kernel weight was low with an average of 25.1 g. Grain yield levels of different backgrounds (A and B) differed in site based fertilization treatments (MI and MILV) less than in control and conventional treatments (26.7 and 19.4% versus 47.4 and 45.5%, respectively). The site based fertilization influenced the grain bulk density also positively. The bulk density of grains of B background grown in conventional treatment (T) were significantly lower (*i.e.* 8 g l⁻¹) than of grains grown in MI treatment. The grains' gluten index of different treatments were significantly differed only on the A background with higher C_{org} content. On the A background the gluten index of grains grown in MI and MILV treatments were 21.3 and 18% respectively higher than of grains grown in T treatment. There was a positive correlation between nitrogen fertilization and protein content also, $r = 0.89^{**}$. Despite the fact that the amount of fertilizers was in MI treatment up to one third smaller than of conventional treatment T, the majority data of grains quality of these treatments were statistically the same.