

TEADUSTÖÖD

TALITRITICALE SAAGI STABIILSUSEST ERINEVATES ILMASTIKUTINGIMUSTES

M. Alaru, E. Jaama, Ü. Laur

SUMMARY: *About yield stability of winter triticale in different climatic conditions. Field trials were initiated in the experimental fields of the Dept. of Field Crop Husbandry, Estonian Agricultural University near Tartu (58°23'N, 26°44'E) on Stagnic Luvisol soil (WRB classification) with the cultivar 'Modus' (Saaten Union GmbH). The investigation has been financially supported by the Estonian Science Foundation (Grant No. 1977 and 3393).*

Field trials were conducted from September of 1996 to August of 2000. The objective of this research was to determine the effects of seeding rates from 200 up to 700 seeds m⁻² (at an interval of 50 viable seeds m⁻²) and nitrogen rates from 0 up to 136 kg N ha⁻¹ (at an interval of 34 kg N ha⁻¹) on the yield structure and formation and yield quality of winter triticale 'Modus'. Field trials were initiated according to the methodology of E. Lauk. Experimental design was a split/plot with N-rates as main plots and seeding rates as sub-plots. Nitrogen was applied as ammonium nitrate top-dressed in the spring at the beginning of triticale regrowth. To investigate yield formation and structure, two parallel 1-m row sections in each plot were marked with stakes. Prior to harvest plants from the marked rows were dug out and bound separately. From these sheaves yield components (plants m⁻², spike-bearing tillers m⁻² and plant⁻¹, tillers number plant⁻¹, above-ground biomass, height of tillers, length of tillers and length of spikes, spikelets spike⁻¹, and 1000-kernel weight) were measured or counted. Regression, correlation and dispersion analyses were performed on the data.

On the basis of the results of the trials the following conclusions can be drawn:

1. *Weather conditions impact to the results significantly. As the years 1998 and 2000 were extremely rainy the results for these years greatly differed from those of other (1997 and 1999) years.*
2. *The ear-bearing tillers m⁻² had the greatest influence on yield formation.*
3. *500...550 ear-bearing tillers m⁻² gave the highest yield ha⁻¹. The number of ear-bearing tillers m⁻² above 550 caused lodging and decreased yield level. High seeding rates and nitrogen fertilizer increased lodging of winter triticale 'Modus' in moisture conditions in 1998 and 2000 and caused the pre-harvest sprouting.*
4. *In Estonian climatic conditions the suitable seeding rate of winter triticale cv. 'Modus' is 350 viable seeds m⁻².*
5. *To prevent the lodging and pre-harvest sprouting of cv. 'Modus' we recommend to use up to 68 kg N ha⁻¹.*

Viimase 4...5 aasta jooksul on Eestis hakanud levima uus kultuur – triticaled. Tänapäeval enam levinud triticaled on sekundaarsed amfiploidid kõvast nisust ja rukkist. A- ja B-geeni doonorina on kõva nisu tuntud oma suure saagipotentsiaali ja kohanemisvõimega suhteliselt kuivades piirkondades (Waddington *et al.*, 1987). Rukis R-geeni kandjana omab küll madalat saagipotentsiaali, kuid on kohanenud äärmiselt külmades oludes, põuastel ja happelistel muldadel ning teda kasvatatakse peaaegu kõikides geograafilistes piirkondades (Stoskopf, 1985). Triticaled on nisu saagipotentsiaal ja rukki vastupidavus. Järelikult on triticalet võimalik edukalt kasvatada samades tingimustes, kus tema vanemaidki (Varughese *et al.*, 1996). Triticaled saagipotentsiaal optimaalsetes taimekasvatustingimustes on saavutanud nisule lähedase taseme, samal ajal kui äärmuslikes tingimustes tõrjub ta nisu välja. Triticaled on väga vastupidav vähese ja ebahühtlase sademete jaotuse, happeliste muldade, P defitsiidi, soolsuse (Gorham, 1990), mikroelementide toksilisuse (B) või Mn defitsiidi tingimustes. Ta talub ka tugevat biootilist stressi (ei haigestu kergesti, surub umbrohtumust alla, vastupidav kahjuritele). Viljakal foonil on erinevused triticaled ja nisu vahel väiksed ning triticaled eelised nisu ees taanduvad (Varughese, 1994).

Triticaled üheks probleemiks on kõrge •-amülaasi aktiivsus, mille tõttu seeme võib hakata idanema emataimel juba enne koristust (Musatenko *et al.*, 1983; Oettler, 1991). See on eriti aktuaalne niisketes ja suurte sadudega piirkondades (Trethowan *et al.*, 1994).

Kuigi maailmas kasutatakse nii triticaled suvi- kui ka talivorme, kasvatatakse Eestis siiani ainult talitriticaled. Talitriticaled kasvatamisel on seni lähtunud teiste taliviljade kasvatamisel saadud kogemustest, kuna talitriticaled jaoks Eesti oludes teaduslikult põhjendatud agrotehnilisi soovitusi veel ei ole. 1995. a. sügisest uuritakse EPMÜ Agronoomiateaduskonna taimekasvatuse instituudis külviaja mõju talitriticaled saagi kujunemisele ja kvaliteedile (Laur, 1998). Nelja aasta jooksul uuriti (1996/1997...1999/2000. a.) erinevate külvis- ja

lämmastikunormide mõju sordi 'Modus' saagile ja saagi kvaliteedile. EPMÜ Agronoomiateaduskonna taimekasvatuse instituudis tehtud triticalesalaseid uurimusi on toetanud Sihtasutus Eesti Teadusfond (ETF grant nr. 1977 ja 3393).

Katsete tingimused ja meetodika

Põldkatsetes kasutatud talitriticale sordi 'Modus' seeme on saadud Saksamaalt (Saaten-Union GmbH) 1995. aastal ja siin paljundatud. Katseskeemi tegemisel lähtuti prof. E. Laugi poolt EPMÜ taimekasvatuse instituudis välja töötatud rahvusvaheliselt tunnustatud meetodikast (Lauk, 1994). Põldkatsed olid kahefaktorilised, kus üheks faktoriks oli külvisenorm ja teiseks faktoriks lämmastikväetise norm. Katsetes kasutati 11 erinevat külvitihedust, alates 200-st kuni 700 idaneva seemneni ruutmeetril, intervalliga 50 idanevat seemet ruutmeetrile (väikseim külvisenorm oli kahes korduses regressiooni alguspunkti täpsemaks fikseerimiseks). Erineva külvitihedusega variandid olid paigutatud viie plokina, igas erisugune lämmastiku kogus (N_0 , N_{34} , N_{68} , N_{102} , N_{136}). Lämmastikväetisena kasutati ammoniumnitraati (N_{34} vastab 100 kg väetisele), mis külvati katselappidele käsitsi kevadel enne talitriticale aktiivse kasvuperioodi algust.

Katsed rajati mustkesale ning külville eelnevalt fosfor- ja kaaliumväetisi ei antud. Talitriticale 'Modus' külvati 6 m² suurusele katselapile kassett-külvikuga CKC 6-10, reavahedega 15 cm. Külv toimus 1996. a. sügisel 19. septembril, 1997. a. sügisel 17. septembril, 1998. a. sügisel 4. septembril ja 1999. a. sügisel 4. septembril. Igal katselapil märgistati tikkudega kaks 1 m pikkust rida (0,3 m²).

Vahetult enne koristust võeti proovilappidelt taimed, millel registreeriti järgmised näitajad: taime arv vihus, produktiiv- ja mitteproduktiivvõrsete arv vihus, mullapealne biomass, taime ja peatelje pikkus ning pähi-kute arv kahekümnel juhuslikult võetud produktiivvõrsel. Esimesel ja kolmandal katseaastal loendati terade arv kahekümnel juhuslikult valitud produktiivvõrsel ning terad kaaluti. Nende näitajate põhjal arvutati terade arv peas ja ruutmeetril. Teisel ja neljandal katseaastal (1998. a. ja 2000. a.) ei olnud võimalik proovivihust usutavat terade arvu ja massi määrata, sest suurte vihmasadude tõttu parema lämmastikulise toitumisega lappidel triticales lamandus, mis omakorda põhjustas ulatusliku peas kasvamamineku ja suure koristuskao.

14.08.2000. a. hinnati koristuseelselt talitriticale erinevate sortide lamandumiskindlust 5-pallilises süsteemis (5 – taime seis püstine; 1 – tugev lamandumine).

Mulla analüüsid tehti EPMÜ mullateaduse ja agrokeemia instituudi laboris. Fosfor ja kaalium määrati kõigist mullaproovidest Kirsanovi meetodil, huumus Tjurini meetodil, pH määrati kaaliumkloriidi leotisesest pH-meetriga. Lõimis määrati Katšinski järgi pipettmeetodil (Kitse, Rooma, 1984). Sügavkaeve kirjeldamisel määrati mulla värvus Munselli järgi (Munsell, 1992).

Katseandmed töödeldi regressioon-, korrelatsioon-, ja dispersioonanalüüsi meetodil. Regressioonanalüüsil kasutati ruutvõrrandit, kus x on põhjusliku tunnuse väärtus (erinev külvisenorm ja lämmastikunorm) ja y on tagajärgtunnuse arvutuslik väärtus. Korrelatsioonikoefitsientide usutavust kontrolliti 95, 99 ja 99,9% juures.

Kasutuses olnud katsepõldudel olid valdavalt kahkjad (LP) mullad, samuti esines leetjaid (KI) muldi. Rahvusvahelises WRB klassifikatsioonis on kahkja mulla üheks sobivaks vasteks *Stagnic Luvisol*. Mullad olid huumushorisondis valdavalt kerge liivsavi lõimisega, kohati esines ka saviliiva (tabel 1).

Tabel 1. Katsepõldude muldade analüüsid

Table 1. Soil analyses

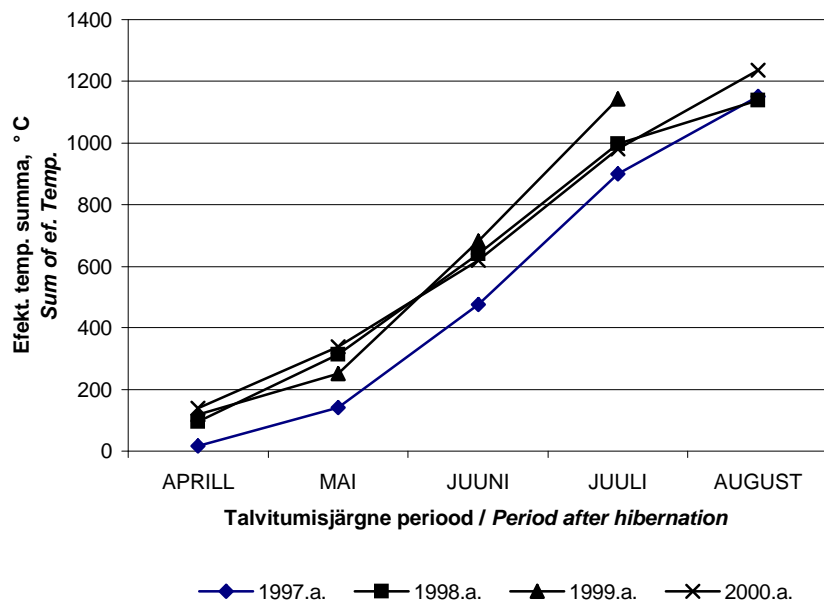
Aasta / Year	Huumushorisondis / In the humus horizon				
	mulla lõimis soil texture	pH _{KCL}	huumus, % humus %	P, mg/100 g	K, mg/100 g
1997	ls 1 / Sandy loam	6,0	2,4	14,4	18,1
1998	ls 1 / Sandy loam	5,6	1,9	12,9	13,1
1999	ls 1 / Sandy loam	5,6	2,0	14,6	28,5

Mulla pH oli nõrgalt happeline, mis on sobiv enamiku kultuuride kasvatamiseks. Liivsavimullad on soodsa vee- ja õhurežiimi tõttu taimekasvaks sobivaimad. Nad ei soojene ega jahtu liiga ruttu. Kõige paremad on kerged ja keskmised liivsavimullad. Katsepõldude mulla huumusesisaldus jäi madala ja keskmise taseme vahele (huumusesisaldus alla 2% loetakse meie vabariigis madalaks, 2,1...3,0% keskmiseks), P- ja K-sisalduselt oli muld aga kõrgemas rühmas. Mullatingimused talitriticale kasvatamiseks olid igati soodsad, seda enam, et triticales nõudmised mullale on tagasihoidlikud (Varughese, 1994).

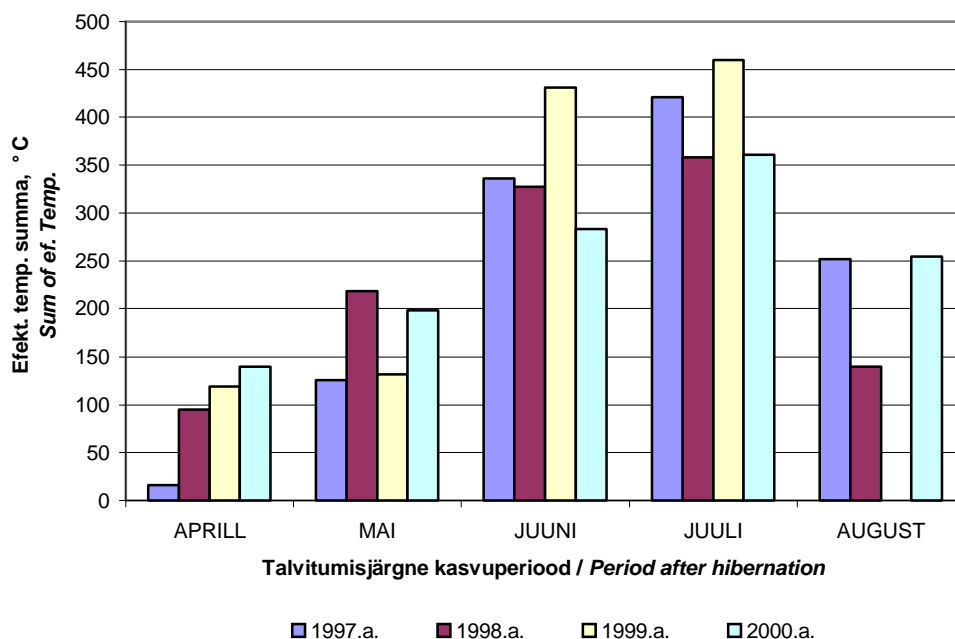
Katseaastatel olid vegetatsiooniperioodide ilmastikutingimused üsna erinevad ja nende mõju katsetulemustele oluline. Antud töös oli kasutatud Eerika meteoroloogiajaama õhutemperatuuride ja sademete andmeid.

Oma individuaalses arengus külvist koristuseni on talitriticale talirukki ja -nisu vahepealne või pigem talinisu sarnane. Seega on ka tema nõuded soojusrežiimile lähedasemad talinisu nõuetele. Taimekasvu seisukohalt olulisim soojusrežiimi näitaja on efektiivse temperatuuri summa. Efektiivseks nimetatakse ööpäeva keskmist temperatuuri, millest on lahutatud 5 °C. Seda temperatuuriosa nimetatakse ka taimele kasulikuks

temperatuuriks (Pöiklik, 1986). Alates talitriticale 'Modus' külvist kogunes efektiivset temperatuuri erinevate katseaastate sügisel 60°...159 °C. H. Tuppitsa (1986) järgi jääb see näitaja talirukki puhul vahemikku 175...375 °C.



Joonis 1. Efektiivsete temperatuuride summa suurenemine talvitumisjärgsel kasvuperioodil
Figure 1. The increasing of sum of effective temp. in the period after hibernation



Joonis 2. Efektiivsete temperatuuride summa kuude lõikes
Figure 2. The sum of effective temp. in different months

Talvitumisjärgselt on efektiivset temperatuuri kogunenud kõige ühtlasemalt 1997. aastal (joonised 1 ja 2). 1998. ja 2000. a. paistavad silma suhteliselt soojema mai- ja jahedama juunikuuga. See soodustas taimede tugevat võrsumist. 1999. a. oli aga erakordne, sest suhteliselt jahedale maikuule järgnes väga soe juuni. Efektiivsete temperatuuride summa kasvas juunis järsult (431 °C võrra), samas kui 1997., 1998. ja 2000. a. oli juuni efektiivsete temperatuuride summa vastavalt 336 °C, 327 °C ja 283 °C. Efektiivse temperatuuri kiire juurdekasv 1999. a. mõjutas märgatavalt triticales arengut, kiirendades erinevates arengufaasides toimuvaid protsesse. Juuni alguseks

olid taimed kõrsumisfaasi lõpus ning nende pikkuskasv lõppes. Kiire efektiivse temperatuuri lisandumise tõttu saabus triticales valmimisfaas kuu aega varem kui teistel katseaastatel.

Kasvuperioodi pikkus kõikus 4 katseaasta lõikes 318...350 päeva vahel. Talirukkil on Eesti tingimustes vegetatsiooniperioodi pikkus keskmiselt 335...350 päeva (Tuppits, 1986) ja talinisul 280...350 päeva (Kallas, 1986).

Keskmisest tunduvalt suurema sademete hulga poolest paistsid silma 1998. ja 2000. a. suvi ja sademete vähesuse poolest 1999. a. suvi (tabel 2).

Tabel 2. Katseaastate kasvuperioodi sademed (mm) Eerika meteopunkti andmeil
Table 2. Precipitation during vegetation period (mm) of different years in Eerika

Kuu / Month	Katseaasta / Experimental year				Paljude aastate keskmine / Average of many years
	1997	1998	1999	2000	
Mai / May	64,8	80,8	28,0	63,6	55,6
Juuni / June	115,6	138,4	47,1	60,8	69,3
Juuli / July	34,8	145,2	14,7	147,3	73,3
August / August	30,7	125,1	49,5	77,9	93,1
Summa / Sum	245,9	489,5	139,3	349,6	291,3

Talvitumisjärgse perioodi sademete summa aastatel 1998 ja 2000 oli suurem paljude aastate keskmisest, vastavalt 1,7 ja 1,2 korda. Kuude lõikes olid sademete erinevused veelgi märgatavamad. Nii ületas 1998. ja 2000. aasta juulikuud sademete summa 1997. aasta juulikuud sademete summat isegi 4,2 ja paljude aastate keskmist 2,0 korda. Kõige halvemini mõjusid sordi 'Modus' terasaagile juuli- ja augustikuised vihmad, millega kaasnesid tormituuled, mis põhjustasid lamandumise ja peas kasvamaminemise. 1999. aasta suvi paistis seevastu silma väga väheste sademetega. Et samal ajal esines kõrge õhutemperatuur, kiirenes taimede areng tunduvalt.

Uurimistöö tulemused

Ilmastikutingimused mõjutasid katsetulemusi väga tugevalt. Katseperioodi keskmisena ei erinenud erinevatel külviühedustel kasvanud talitriticale terasaagid üksteisest usutaval määral, saagi suurus jäi praktiliselt samaks (tabel 3). Põhjusi on siin peamiselt kaks: talitriticale väga hea võrsumisvõime ja katseaastatel valitsenud vastakad ilmastikutingimused. Lämmastikunorm N_{34} suurendas saaki kontrollvariandiga võrreldes usutavalt, edaspidine lämmastikukoguse suurendamine saagile märgatavat lisa ei toonud.

Tabel 3. Talitriticale 'Modus' terasaak sõltuvalt külvis- ja lämmastikunormist nelja katseaasta keskmisena (1997...2000; kg ha^{-1})

Table 3. Grain yield of winter triticales cv. 'Modus' depending on sowing rates and nitrogen rates as an average of four years (1997...2000; kg ha^{-1})

Id. seemn. tk. m^{-2} Germin. seed m^{-2}	N-norm, kg ha^{-1} / N kg per ha					Keskm. Average	Diferents / Difference	
	0	34	68	102	136		kg ha^{-1}	%
200	5574	5664	6006	5858	6334	5887	0	100
250	5446	5811	6032	6299	6357	5989	102	101,7
300	5137	5918	6026	6292	6321	5939	52	100,8
350	5273	6135	5931	6196	6012	5909	22	100,4
400	5130	6269	6093	6075	5752	5864	-23	99,6
450	5634	6236	6012	5788	5870	5908	21	100,4
500	5526	6213	5975	5711	5914	5868	-19	99,7
550	5713	6187	5926	5809	6006	5928	41	100,7
600	5502	6200	5745	5923	6006	5875	-12	99,8
650	5447	6202	5544	5865	5907	5793	-94	98,4
700	5342	6269	5378	5813	5708	5702	-185	96,9
Keskm.	5430	6100	5879	5966	6017	PD_{0,05} =	521;	8,9
Dif. / Dif. kg ha^{-1}	0	671	450	537	588			
Dif. / Dif. %	100	112,4	108,3	109,9	110,8			
PD_{0,05} = 352 kg ha^{-1}; 6,5%								

Talitricolore 'Modus' reageeris külvis- ja lämmastikunormi suurendamisele sademetevaestel ja liigniisketel katseaastatel erinevalt. Kuivemates kasvutingimustes (1997. ja 1999. a.; tabel 4) andis talitricolore 'Modus' võrrelduna kontrollvariandiga (200 idanevat seemet m²) usutavalt paremaid saake suuremal külvitihedusel (450...700 idanevat tera m²). Ka lämmastikuga väetamine suurendas nendel aastatel saaki, mis suurenes usutavalt kuni lämmastikunormini 102 kg ha⁻¹.

Tabel 4. Talitricolore 'Modus' terasaagid sõltuvalt külvis- ja lämmastikunormidest põuastel aastatel (1997. a. ja 1999. a.; kg ha⁻¹)

Table 4. Grain yield of winter triticale cv. 'Modus' depending on sowing rates and nitrogen rates as an average of dry 1997 and 1999 years (kg ha⁻¹)

Id. seemn. tk. m ² Germin. seed m ⁻²	N-norm, kg ha ⁻¹ / N kg per ha					Keskm. Average	Diferents / Difference	
	0	34	68	102	136		kg ha ⁻¹	%
200	4856	5119	5783	5798	6320	5575	0	100,0
250	4601	5268	5946	6373	6235	5684	109	102,0
300	4105	5545	6025	6616	6411	5740	165	103,0
350	4254	5579	6006	6840	6598	5855	280	105,0
400	4063	5856	6099	6840	6709	5913	338	106,1
450	4696	5913	6205	6654	6700	6033	458	108,2
500	4904	6163	6311	6401	6666	6089	514	109,2
550	5262	6110	6405	6456	6622	6171	596	110,7
600	5108	5919	6226	6542	6852	6129	554	109,9
650	4820	6057	6058	6695	6845	6095	520	109,3
700	4691	6129	5981	6691	6792	6056	481	108,6
Keskm.	4669	5787	6095	6537	6613		PD_{0,05} = 412;	7,4
Dif. / Dif. kg ha ⁻¹	0	1118	1426	1868	1944			
Dif. / Dif. %	100	123,9	130,5	140,0	141,6			
PD_{0,05} = 278 kg ha⁻¹; 5,9%								

Tabel 5. Talitricolore 'Modus' terasaagid sõltuvalt külvis- ja lämmastikunormidest liigniisketel aastatel (1998. a. ja 2000. a.; kg ha⁻¹)

Table 5. Grain yield of winter triticale cv. 'Modus' depending on sowing rates and nitrogen rates as an average of humid 1998 and 2000 years (kg ha⁻¹)

Id. seemn. tk. m ² Germin. seed m ⁻²	N-norm, kg ha ⁻¹ / N kg per ha					Keskm. Average	Diferents / Difference	
	0	34	68	102	136		kg ha ⁻¹	%
200	6292	6209	6230	5919	6349	6200	0	100,0
250	6292	6355	6119	6226	6479	6294	95	101,5
300	6170	6292	6027	5968	6231	6138	-61	99,0
350	6292	6690	5856	5552	5427	5963	-236	96,2
400	6197	6682	6088	5310	4796	5815	-384	93,8
450	6572	6559	5820	4922	5041	5783	-416	93,3
500	6149	6263	5639	5021	5162	5647	-552	91,1
550	6164	6265	5447	5163	5391	5686	-513	91,7
600	5895	6482	5263	5305	5161	5621	-578	90,7
650	6074	6348	5031	5034	4969	5491	-708	88,6
700	5993	6409	4775	4936	4624	5348	-851	86,3
Keskm.	6194	6414	5663	5396	5421		PD_{0,05} = 582;	9,4
Dif. / Dif. kg ha ⁻¹	0	224	-527	-794	-769			
Dif. / Dif. %	100,0	103,6	91,5	87,2	87,6			
PD_{0,05} = 392 kg ha⁻¹; 6,3%								

Liigniisketes tingimustes (tabel 5) tuleb suurte külvis- ja lämmastikunormidega olla väga ettevaatlik. 1998. ja 2000. a. keskmisena lämmastikuga väetatud variantidel saak kontrollvariandiga võrreldes vähenes. Et talitriticale 'Modus' on suhteliselt pika (kuni 112 cm) ja peenikese kõrrega, siis võib ta kergesti lamanduda. Niisketes oludes hea toitainete liikuvuse korral võrsub sort 'Modus' hästi, taimiku tihedus kujuneb suureks, kõrs kasvab pikaks ja lamandumisoht suureneb. Liigniisketel aastatel lamandus 'Modus' rohkemal või vähemal määral kõigil väetatud variantidel. Suuremad saagid saadi seetõttu kontrollvariandilt ja väiksemate külvis- ning lämmastikunormidega variantidelt.

Koristuseelselt, 14. augustil 2000. a., hinnati sordivõrdluskatses erinevate sortide lamandumiskindlust (tabel 6). Kogutud andmete põhjal selgus, et 'Modus' on üks kergemini lamanduvaid sorte (lamandumiskindlus 2,61 palli, veelgi madalam hinne oli vaid sordil 'Presto' – 2,42 palli). Samas oli sortide lamandumiskindluse ja lämmastikunormi vahel negatiivne korrelatsioon (korrelatsiooni koefitsient 0,77**). Lämmastiku kogus 100 kg ha⁻¹ ja üle selle põhjustas 2000. a. lamandumise, mis märgatavalt vähendas saaki.

Tabel 6. Erinevate sortide lamandumiskindlus erinevatel lämmastikulise toitumise tasanditel 2000. a. (5 – taimede seis täiesti püstine; 1 – tugev lamandumine)

Table 6. Lodging of some winter triticale cultivars on different nitrogen level in 2000 (5 – no lodging; 1 – heavy lodging)

N, kg/ha	'Modus'	'Dato'	SV 92280	'Presto'	'Vision'	'Dagro'	'Lasko'	'Tewo'	Keskm.
0	4,50	5,00	5,00	2,75	5,00	3,75	5,00	5,00	4,50
20	3,83	5,00	5,00	3,00	4,83	4,67	4,50	4,50	4,44
40	3,17	5,00	4,83	3,67	4,33	5,00	4,00	4,33	4,30
60	2,33	4,83	4,50	3,17	3,50	4,17	3,33	3,00	3,56
80	2,67	4,50	4,50	3,17	3,67	3,67	2,00	2,33	3,17
100	2,17	4,33	4,17	2,00	3,17	3,00	1,67	1,67	2,61
120	2,33	4,00	4,50	1,67	3,00	2,83	2,17	1,67	2,59
140	1,83	3,50	4,50	1,67	2,67	2,67	2,67	2,17	2,52
160	2,17	3,33	4,50	1,83	3,00	2,50	2,67	1,83	2,54
180	1,83	3,33	4,00	1,67	3,00	3,17	2,00	2,33	2,48
200	1,83	3,67	3,50	2,00	2,33	3,50	1,50	2,17	2,39
Keskm.	2,61	4,23	4,45	2,42	3,50	3,54	2,86	2,82	3,30
								PD_{0,05}	0,47

Korrelatsioonanalüüsi tulemustest selgus, et saagi struktuuri elementidest mõjutas talitriticale 'Modus' saagikust kõige enam produktiivvõrsete arv pinnauhikul (korrelatsiooni koefitsient 0,77**) ja seejärel peatelje pikkus (korrelatsiooni koefitsient 0,46). Viimased sõltusid otseselt aga külvisenormist. Sordi 'Modus' puhul andis maksimaalse saagi 500...550 produktiivvõrset m⁻² (joonis 3). Soodsates talvitumistingimustes ning piisava hulga sademete juures (näiteks 1998. a.) oli selleks külvitihedus 250 idanevat seemet m⁻², põuastes tingimustes (1999. a.) aga 350 idanevat seemet m⁻² (joonis 4). 1997. a. oli produktiivvõrsete arv pinnauhikul kõigil külvitihedustel suhteliselt väike, sest talvitumine hilisema külvi tõttu oli halvem ja talvitunud taimede arv pinnauhiku kohta oli tagasihoidlik. Lämmastikunormidest tagas vajaliku produktiivvõrsete arvu juba N₃₄ (joonis 5).

Lämmastikväetise ja saagi vaheliste seoste väljatoomiseks leiti erinevate lämmastikunormide diferentsiaalefektiivsus nii katseperioodi keskmisena kui ka kuivade ja liigniiskete aastate keskmisena (tabel 7). Diferentsiaalefektiivsuse arvutamisel kasutati vastavate aastate terasaagi kohta käivaid regressioonvõrrandeid:

$$\begin{aligned}
 Y_{4a. \text{ keskm.}} &= -0,0576x^2 + 10,897x + 5536,7 & R &= 0,784; \\
 Y_{97ja 99 \text{ keskm.}} &= -0,1205x^2 + 30,028x + 437 & R &= 0,990***; \\
 Y_{98ja 00 \text{ keskm.}} &= 0,0053x^2 - 8,2403x + 6340,3 & R &= 0,875*
 \end{aligned}$$

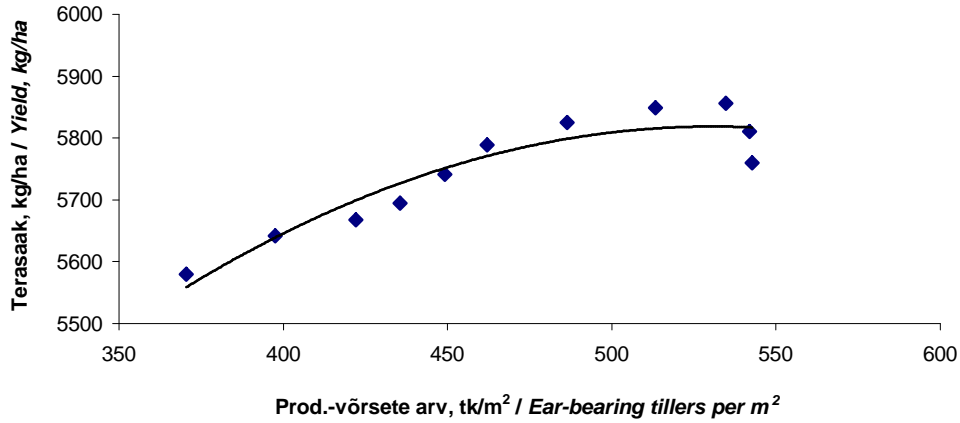
ning nende tuletisi:

$$y' = b + 2cx,$$

kus y' – külvis- või väetisnormi diferentsiaalefektiivsus;

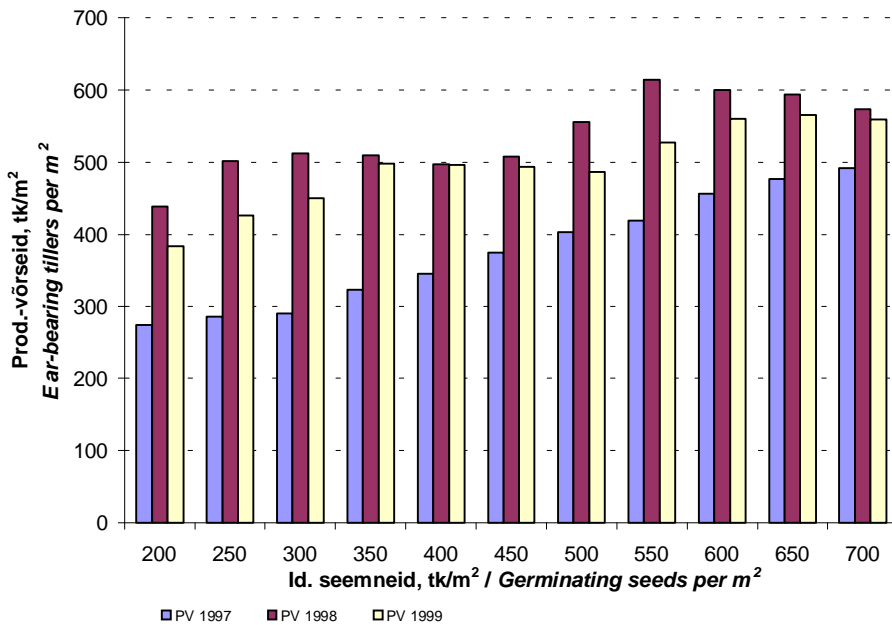
b ja c – kordajad;

x – vastav lämmastiku norm (Kuldkepp, 1994).



$Y = -0.0101x + 10.725x + 2971.8$ $R = 0.94^{***}$

Joonis 3. Talitricolore 'Modus' terasaagi sõltuvus produktiivvõrsete arvust
Figure 3. Cv. 'Modus' yield depending on the number of ear-bearing tillers



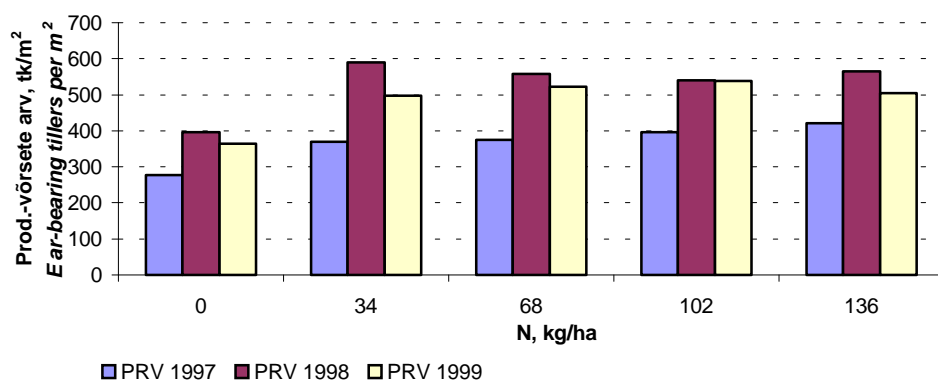
$Y_{97} = 0,4639x + 18,088x + 246,41$ $R = 0,9954^{***}$
 $Y_{98} = -0,7832x + 23,762x + 430$ $R = 0,884^{***}$
 $Y_{99} = -0,986x + 28,359x + 370,11$ $R = 0,9557^{***}$

Joonis 4. Külvisenormi mõju produktiivvõrsete arvule 1997...1999. a.
Figure 4. Effect of sowing rate on the number of ear-bearing tillers in ' 97.' 99.

Tabel 7. Lämmastiku diferentsiaalefektiivsus erinevatel aastatel (enamsaak kg 1 kg N kohta)
Table 7. Nitrogen use efficiency in different years (difference from control kg per 1 kg N)

N-norm kg ha ⁻¹ N rate kg ha ⁻¹	Enamsaak, kg 1 kg N kohta / Difference kg per 1 kg N		
	4 a. keskm. Average of 4 years	97. ja 99. a. keskm. Average of 97 and 99	98. ja 00. a. keskm. Average of 98 and 00
34	7,0	21,8	-7,9
68	3,1	13,6	-7,5
102	-0,8	5,4	-7,2
136	-4,8	-2,7	-6,8

Lämmastikväetise diferentsiaalefektiivsus talitriticale 'Modus' terasaagile erines sõltuvalt saagiaasta sademete hulgast oluliselt. Sademeterikastel aastatel, tingituna taime lamandumisest, oli efektiivsus püsivalt negatiivne.



$$Y_{97} = -8,5714x + 82,829x + 213,6 \quad R = 0,9555^*$$

$$Y_{98} = -23x + 166,6x + 283,2 \quad R = 0,816$$

$$Y_{99} = -24,5x + 179,3x + 217 \quad R = 0,9844^*$$

Joonis 5. Lämmastikunormi mõju produktiivvõrsete arvule 1997...1999. a.

Figure 5. Effect of nitrogen rate on ear-bearing tillers in 1997...1999 years.

Arutelu

Suurimat mõju avaldas talitriticale 'Modus' saagi kujunemisele produktiivvõrsete arv. Seda kinnitavad ka Poolas tehtud uuringud (Rozbicki, Madry, 1998), mille kohaselt terade arv peas ja 1000 tera mass olid saagi kujunemisel väiksema tähtsusega.

Meie katsetes saadi kõige suuremad saagid variantidel, kus produktiivvõrsete arv ruutmeetril oli 500...550. Suurema produktiivvõrsete arvu juures saak vähenes. Suuri saake tagava 500 produktiivvõrset m² (Spiertz, 1983) peab andma sobiv külvis- ja lämmastikunormi vahekord, mis omakorda sõltub suuresti saagiaasta sademete hulgast. Talitriticale on hea võrsumisvõimega kultuur. Sügisel alanud võrsumine jätkub intensiivselt kevadel. Selle poolt sarnaneb talitriticale rohkem talinisuga. Talvitumisel tekkinud tühikud taimikus kompenseeritakse suurema võrsumisega. Suurem külvisenorm võib anda küll rohkem produktiivvõrseid pinnauhiku kohta, aga vähendab peade fertiilsust ja terade massi (Frederick, Marshall, 1985). Meie katsetes ulatus 1999. a. põuastes kasvutingimustes produktiivvõrsete arv 500-ni juba külvisenormil 350 idanevat seemet m⁻², kuid see ei taganud veel suurimaid saake, sest vee puudus enne taime õitsemist (meie oludes juunis) vähendab tunduvalt terade arvu peas (Royo *et al.*, 1996). Produktiivvõrsumise osa üldvõrsumises oli kuivematel aastatel taime kohta 2,5...6% väiksem kui niisketel aastatel. Kuivematel katseaastatel saadi seetõttu suuremad saagid suurema külvisenormiga variantidelt (450...600 idanevat seemet m⁻²). Liigniisketel aastatel põhjustas tihedam külv hea toitainete kättesaadavuse juures talitriticale 'Modus' pikema kõrre kasvu ja lamandumise. Tiheda külvi korral peavad taimed omavahel valguse, niiskuse ja toitainete pärast konkureerima, seda eriti varastes kasvufaasides. Stapper ja Fischer (1990) tõdesid, et taimedevaheline konkurents tingib nõrgema ja pikema varre ning sagedase lamandumise. Meie uurimuse põhjal tuleks selle tõttu sordil 'Modus' sobivaks külvisenormiks lugeda 250...350 idanevat seemet m⁻².

Külvisenormi vähendamine võib kaasa tuua peade arvu suurenemise taime kohta, pähikute ning terade arvu kasvu pea kohta. Suurema külvisenormi korral tõuseb saagikus suhteliselt vähe, mistõttu paljudes maades kasutatakse väiksemaid külvisenorme – USA-s ja Kanadas 100 kg nisu ha⁻¹ (Wibberley, 1989). Larter jt. (1971) tõdesid, et triticales saadi külvisenormide 25...250 kg ha⁻¹ puhul kõige suurem saak külvisenormi 100 kg ha⁻¹ korral. Bishnoi, Igbowke (1979) leidsid, et triticales terasaak oli kõrgeim külvisenormi 75 kg ha⁻¹ puhul, nisul ja rukkil 50 kg ha⁻¹ juures.

Hõreda külvi puhul toob suur võrsumine sageli endaga kaasa hilisvõrsete tõttu terade ebahühtlase valmimise, mistõttu õige koristusaja valik on keeruline (Tompkins *et al.*, 1991). Taliviljade puhul on see probleem siiski väiksem kui suviljadel. Et pikaajaline ilmaennustamine ei ole Eestis veel usutaval tasemel, siis sobivaks külvisenormiks võiks olla äärmusvariantide vahepealne või pigem väiksem külvisenorm, s.t. 250...350 idanevat seemet m⁻² (meie tingimustes tuleb talitriticale 'Modus' puhul esmatähtsaks pidada tema lamandumise vältimist). Sordil 'Modus' on teiste sortidega võrreldes suurem saagipotentsiaal, aga ka suhteliselt pikk ja nõrk kõrs, mistõttu lamandumine on üsna tavaline nähtus. Lamandumisega kaasneb kergesti peas kasvamine, mis on suuresti tingitud triticales suurest ensümaatilise aktiivsusest (Dedio *et al.*, 1975).

Mõned triticaled on näidanud suurt •-amülaasi aktiivsust isegi juhtudel, kui visuaalset seemne idanemist ja pea vettimist pole märgata (Trethowan *et al.*, 1994). See on tingitud ilmselt tugevatest kestadest, mis mehaaniliselt takistavad idujuure väljailumist (Trethowan, 1991). Õnneks on leitud triticales genotüüpe, mis on koristuseelse peas kasvamainemise kindlad. Siinkohal on sobiv öelda, et meie sordikatses oli talitricalesid, mis olid lühema ja jämedama kõrrega ja seetõttu lamandumiskindlamad. Märgatav negatiivne korrelatsioon oli peas kasvamineku kindluse ja taime pikkuse vahel, samuti taime pikkuse ja langemisarvu vahel (W•grzyn *et al.*, 1998).

Lämmastikväetist anti meie katses ühekordselt kevadise intensiivse kasvuperioodi alguses. Sellega soodustasime võrsumist ning pea algetes pähkute ja õiealgete moodustumist. Saagi suuruse ja lämmastikunormi vahelist seost mõjutas väga oluliselt ilmastik. Kuivadel aastatel suurendas lämmastikunorm 136 kg N ha⁻¹ veel saaki. Indias tehtud katsetes leiti, et triticalesle sobiv lämmastikunorm on 200 kg N ha⁻¹ (Moinuddin, Afridi, 1997), USA osariigis Oregonis aga tõdeti, et ainult 75 kg ha⁻¹ (Kolding, 1998). Pisulewska (1995) andmetel lämmastikukogus 120 kg ha⁻¹ küll suurendas saaki, aga vähendas aminohappe isoleutsiini sisaldust. Liigniisketel katseaastatel olid parimad saagid meie katses väetamata variantidel. Et sordi 'Modus' nõrgaks küljeks on tema pikk ja peenike kõrs, siis lämmastikuga liialdamine viib kergesti lamandumisele ja seejärel kiiresti terade peas kasvamisele. Lämmastikväetise suuremate normide korral tuleb kasutada kõrsi tugevdavaid preparaate.

Järeldused

1. Talitricolore 'Modus' kasvatamisel on esmane ülesanne vältida tema lamandumist ja terade peas kasvaminekut. Et ta on suure võrsumisvõime ja saagipotentsiaaliga, siis ka väiksemad külvis- ja lämmastikunormid tagavad piisavalt hea saagi.
2. Eesti oludes võib piirduda külvisenormiga 350 idanevat seemet m⁻². Kuivades oludes võib külvata ka 450...600 idanevat tera m⁻².
3. Lamandumise ja peas kasvamineku riski vähendamiseks tuleb talitricolore sordil 'Modus' piirduda lämmastikunormiga kuni 68 kg ha⁻¹. Kuivades kasvutingimustes annab aga lämmastikunorm 102 kg N ha⁻² veel usutava saagilisa ja on ka majanduslikult põhjendatav.

Kirjandus

- Bishnoi, U. R., Igbokwe, P. Influence of plant densities and methods of nitrogen fertilization on agronomic yield and yield components of triticales, wheat and rye. – *Cer. Res. Comm.*, 7, p. 33...39, 1979.
- Dedio, W., Simmonds, D. H., Hill, R. D., Shealy, D. Distribution of alpha-amylase activity in triticales kernel during development. – *Can. J. Plant Sci.*, 55, p. 29, 1975.
- Frederick, J. R., Marshall, H. G. Grain yield and Yield components of soft red winter wheat as affected by management practices. – *J. Agron.*, 77, p. 495...499, 1985.
- Gorham, J. Salt tolerance in the triticeae: ion discrimination in rye and triticales. – *J. Exp. Bot.* 41, p. 609, 1990.
- Kallas, E. Nisu. – *Taliteraviljad*. – Tallinn, 1986, lk. 31...63.
- Kitse, E., Rooma, I. Mullateaduse laboratoorne praktikum. – Tartu, 1984. – 132 lk.
- Kolding, M. F. An Astimate of triticales nutrient production on a desert irrigated sandy soil in North Central Oregon. – *Proceedings of 4th International Triticales Symposium*. Alberta, Canada: Red Deer, p. 256...258, 1998.
- Kuldkepp, P. Taimede toitumise ja väetamise alused. – Tallinn, 1994. – 124 lk.
- Larter, E. N., Kaltsikes, P. J., McGinnis, R. C. Effect of date and rate of seeding on the performance of triticales in comparison to wheat. – *Crop Sci.*, 11, p. 593...595, 1971.
- Lauk, E. Regression Analyses: A Good Method for Analysing the Field Experiments Data. – *Proceedings of the Fourth Regional Conference on Mechanisation of Field Experiments (IAMFE/BALTIC '95)*. Kaunas/Dotnova, 1995, Lithuania, August 8–10, 1995. Uppsala, 1995, p. 35...41.
- Laur, Ü. Külviaja mõju talitricolore saagi kujunemisele ja saagi kvaliteedile. – *Dissert.*, Tartu, 1998. – 82 lk.
- Moinuddin, S., Afridi, M. M. R. K. Grain Yield and Quality of Triticales as Affected By Progressive Application Rates of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer. – *Jurnal of Plant Nutrition*, 20, p. 593...600, 1997.
- Munsell. Munsell Soil Color Charts, 1992.
- Musatenko, L. I., Sytnik, K. M., Galkin, A. P., Poushkariov, V. M., Koval, I. M. Studies on the biosynthesis of cytoplasmic ribonucleoproteins in embryonic axis organs during bean seed maturation. – *Ussr Academy of Sciences Plant Physiol. Moscow*, 30, p. 49...57, 1983.
- Oettler, G. Pre-harvest sprouting. – *Proceedings of the 2nd International Triticales Symposium*. Mexico, DF, CIMMYT, p. 182...184, 1991.
- Pisulewska, E. The effect of increasing nitrogen fertilization levels on the yield, protein content and amino acid composition of winter triticales grain. – *Fragmenta Agronomica*. Krakow, 3, p. 87...95, 1995.
- Põiklik, K. Ilmaressursid põllumajanduses. – Tallinn: Valgus, 1986. – 136 lk.

- Rozbicki, J., Madry, W. The Relationship between Winter Triticale Grain Yield and its Components in Variable Cultivated and Weather Conditions. – 4th International Triticale Symposium. Alberta, Canada: Red Deer, p. 333...336, 1998.
- Royo, C., Abaza, M., Cantero, C., Caldero, A., Ramos, J. M., Garcia del Moral, L. F. Likening Between the Effect of Drought and Terminal Water-stress Simulated by a Senescing Agent in Triticale. – J. Agronomy & Crop Science, 176, p. 31...38, 1996.
- Spiertz, J. H. J. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. – J. Plant and Soil, 75, p. 379...391, 1983.
- Stapper, M., Fischer, R. A. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. II. Growth, yield and nitrogen use. – Australian Journal of Agricultural Research, p. 1021...1041, 1990.
- Stoskopf, N. C. Triticale. – Cereal Grain Crops. Reston, VA: Reston Pub., 1985.
- Tompkins, D. K., Fowler, D. B., Wright, A. T. Water-use by no-till winter wheat: Influence of seed rate and row spacing. – Agronomy Journal, 83, p. 766...769, 1991.
- Trethowan, R. M. Methods of determining the various components of the preharvest sprouting complex. – Proceedings of the 2nd International Triticale Symposium. Mexico, DF, CIMMYT, 1991.
- Trethowan, R. M., Peña, R. J., Pfeiffer, W. H. Evaluation of pre-harvest sprouting in triticale compared with wheat and rye using a line source rain gradient. – Aust. J. Agric. Res., 45, p. 65, 1994.
- Tuppits, H. Talirukis. – Taliteraviljad. – Tallinn, lk. 18...30, 1986.
- Varughese, G. Triticale: Present status and challenges ahead. – Proc. 3rd. Int. Triticale Symp. Lisbon, Portugal, 1994.
- Varughese, G., Pfeiffer, W. H., Peña, R. J. Triticale: A Successful Alternative Crop (Part 2). – Cereal Foods World, 41(7), p. 635...648, 1996.
- Waddington, S. R., Osmanzai, M., Yoshida, M., Ransom, J. R. The yield of durum wheats released in Mexico between 1960 and 1984. – J. Agric. Sci., 105, p. 469, 1987.
- W•grzyn, S., Gut, M., Grzesik, H., Bichinski, A., Strus, M. Resistance to pre-harvest sprouting and other traits of winter triticale. – Proceedings of 4th International Triticale Symposium. Alberta, Canada: Red Deer, p. 354...356, 1998.
- Wibberley, E. J. Cereal Husbandry. – Ipswich: Farming Press, 1989. – 258 p.