



KASVUREGULAATORI JA KEVADISE TÄIENDAVA LÄMMASTIK- VÄETISE MÕJU PÕLDTIMUTI (*Phleum pratense* L.) SEEMNESAAGILE JA SEEMNETE KVALITEEDILE

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATOR AND ADDITIONAL NITROGEN FERTILIZATION IN SPRING ON THE SEED YIELD AND SEED QUALITY OF TIMOTHY (*Phleum pratense* L.)

Ants Bender

Eesti Taimakasvatuse Instituut, J. Aamisepa 1, 48309 Jõgeva

Saabunud: 29.01.2021
Received:
Aktsepteeritud: 26.03.2021
Accepted:
Avaldatud veebis: 26.03.2021
Published online:
Vastutav autor: Ants Bender
Corresponding author:
E-mail: ants.bender@etki.ee

Keywords: timothy grass, plant growth regulator, fertilization, lodging resistance, seed yield, seed quality.

DOI: 10.15159/jas.21.02

ABSTRACT. The synergistic effect of the plant growth regulator Moddus 250 EC and nitrogen fertilizer on the seed yield and seed quality of timothy was investigated over a period of four years (2017–2020) in a field trial established with the cultivar 'Tika' in 2016 at the Estonian Crop Research Institute. The trial had three variants: variant 1 – without plant growth regulator (control), variant 2 – plant growth regulator sprayed twice at the rate of 0.4 + 0.4 l ha⁻¹ and variant 3 – plant growth regulator sprayed once at the rate of 0.8 l ha⁻¹. In all three variants there were five nitrogen fertilizer rates between N 70–140 kg ha⁻¹. In the trial the lodging resistance of plant cover was monitored, the height of generative tillers was measured, the seed yield was determined by two-phase combine harvesting and the quality of seed was determined. No lodging of timothy was detected in trial variants throughout all trial years. The increase of nitrogen fertilizer rate did not reliably affect the height of generative tillers, the split application of plant growth regulator shortened the height of generative tillers on the average of four years by 7.4%, and one-time spraying by 6.2%. The use of plant growth regulator did not increase the seed yield, the split application of it even reduced the seed yield. The increase of nitrogen fertilizer rate up to N 122 kg ha⁻¹ increased the seed yield reliably only in the first year of production, but not in the following years. The use of plant growth regulator slowed down seed maturation, in our trials it was confirmed by bigger amounts of seed in the second harvest phase. The increase of nitrogen fertilizer rate and the use of plant growth regulator did not have any effect on seed germination. In the first production year, the 1000 kernel weight increased under the influence of plant growth regulator, in the later years there was no effect. The germination energy of seed somewhat decreased under the influence of plant growth regulator.

© 2021 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. | © 2021 Estonian Academic Agricultural Society.

Sissejuhatus

Kõrreliste heintaimede seemnesaagi suurendamise üheks võtmeküsimuseks on lämmastikväetiste kasutamine. Lämmastik omab positiivset efekti fotosünteesile ja sellega kaasnevale taimekasvu produktiivsusele. Suurema lämmastikväetise normiga võib kaasna generatiivvõrsete pikenemine, mis omakorda võib viia taimiku lamandumisele. Lamandumine on kõrreliste seemnekasvatuses oluline saagi vähenemise põhjus.

Selle tõttu võib saamata jääda kuni 60% seemnesaagist (Griffith, 2000). Just lamandumise ohtu tõttu on kõrreliste heintaimede seemnekasvatuses kasutatavad kevadised lämmastikukogused limiteeritud. Seisukindluse parandamiseks on hakatud kasutama kasvuregulaatoreid. Kasvuregulaatorite kasutuselevõtt võimaldab lamandumise ohtu vähendada ja lämmastikukoguste suurendamise läbi seemnesaaki tõsta (Young jt, 2007).



Üheks kasvuregulaatoriks, mis kõrreliste heintaimede juures kasutamist leidnud, on Moddus 250 EC, mille toimeaineks on etüültrinexapak. Viimane inhibeerib taimes giberelliinhappe biosünteesi, soodustab juurekava arengut, kõrreseinatugevumist, kõrre muutumist jämedamaks ja lühemaks (Rademacher, 2000).

Kõrreliste heintaimeliikide ja sortide seisukindlus on erinev. Mida tagasihoidlikum on liigi seisukindlus, seda suurem on üldjuhul preparaadi kasutamisest tulenev positiivne efekt. Austraalias (Trethewey jt, 2010) ja Uus-Meremaal (Chynoweth jt, 2010) saadi katsetes selle preparaadi toel (koos lämmastikväetise lisamisega) 30–50% kõrgem karjamaa-raiheina seemnesaak. Sarnase suurusjärguga edu on kaasnud Uus Meremaal ka itaalia raiheina seemnekasvatuse katsetes (Trethewey jt, 2016). Tehti kindlaks tugev positiivne korrelatsioon loomisjärgsete, lamandumisele eelnevate päevade arvu ja hilisema seemnesaagi suuruse vahel (Rolston jt, 2010).

Eeltoodutest parema seisukindlusega heintaimeliikidel on jäänud kasvuregulaatori kasutamise positiivne efekt väiksemaks. On kindlaks tehtud, et positiivse efekti ulatus võib liigiti olla erinev (Machač, 2013) või koguni puududa (Aamlid, 2003). Erinev võib olla mõju sama liigi sortidele (Rolston jt, 2005; Butler, Affeldt, 2010). Üksikjuhtudel on täheldatud preparaadi toimel seemnesaagi langust (Young jt, 2013). Eestis ei ole seni teaduskatsetes kasvuregulaatori mõju heintaimede seemnekasvatuses uuritud.

Käesoleva uurimistö eesmärgiks oli selgitada võimalusi põldtimuti seemnepõllul preparaat Moddus 250 EC kasutamisel ja kevadise lämmastikväetise normi suurendamise toel tõsta seemnesaaki.

Materjal ja meetodika

Uurimistö toimus aastatel 2017–2020 Eesti Taimakasvatuse Instituudis 2016. aasta juulis põldtimuti sordiga 'Tika' mustkesale rajatud lapikatses. Katse külvatil normiga 8 kg ha⁻¹, külvik Hege 80, kordusi neli. Tegemist oli leostunud mullaga K₀, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,4, C_{org} 1,7%, üldlämmastiku sisaldus 0,19%, ülejäänud toiteelementide sisaldus künnikihist võetud keskmises proovis P 90, K 113, Ca 2041, Mg 116, Cu 1,6, Mn 118

ja B 0,82 mg kg⁻¹. Huumushorisoni tüsedus 23–25 cm, lõimis liivsavi. Katseala sai enne rajamist kompleksväetist EU Fertilizer normiga 300 kg ha⁻¹. Väetise toitainesisaldused: N 21%, P₂O₅ 6%, K₂O 11%, S 3,6%. Hilisematel katseaastatel fosfor-kaaliumväetisi ei kasutatud. Kevadeti, vegetatsiooniperioodi algul, sai katseala lämmastikku ammoooniumsalpeetrina normiga N 70 kg ha⁻¹, põldtimuti kõrsumise algul väetati taimikuid täiendavalt vastavalt katseplaanile (tabel 2). Väetamine oli katses kombineeritud kasvuregulaatori kasutamisega. Katses oli kolm kasvuregulaatori kasutamise varianti: variant 1 – kontroll, kasvuregulaatorit ei kasutatud; variant 2 – kasvuregulaatoriga pritsiti kahel korral: kõrsumise algul (BBCH 31) normiga 0,4 l ha⁻¹ ja loomise algul (BBCH 51) normiga 0,4 l ha⁻¹; variant 3 – kasvuregulaatoriga pritsiti üks kord kõrsumise algul (BBCH 31) normiga 0,8 l ha⁻¹. Variantide valikul lähtuti preparaadi kasutamishelistest. Variantid olid ruumiliselt eraldatud 3 m laiuste vaheteedega.

Loomise algul pritsiti katseala timutikärbse tõrjeks preparaadiga Fastac, kulunorm 0,2 l ha⁻¹. Põldtimuti õitsemise järel mõõdeti generatiivvõrsete kõrgused (katselapi kohta kuus mõõtmist), korduvalt hinnati taimikute lamandumist. Seemnesaak koristati kombiniga Hege 140 kahefaasiliselt (v.a 2017. aastal), kahe kombinimise vahel vahe 5–6 päeva. Seemnesaak kuivatati dineesentiüpi kuivatis ja puhastati Kamas-Westrupi firma laboratoorsete masinatega. Seemnete kvaliteet määrati laboratooriumis ISTA meetodika järgi (International..., 1993) esimesel koristusfaasil saadud seemnest kolm kuud pärast kombinimist.

Katseandmete matemaatilisel töötlemisel kasutati arvutiprogrammi AGROBASE 20TM.

Katse läbiviimise ajal esines kaks ilmastikuoludelt erandlikku aastat. 2017. aasta oli paljude aastate keskmisele lähedaste sajuhulkadega kuid jahedam (tabel 1). Efektive temperatuuri kasvav summa augusti lõpuks oli vaid 1098 °C (norm 1259 °C), mistõttu seeme valmis tavapärasest 10 päeva hiljem – augusti II dekaadi lõpuks. 21. augustil alanud jahe vihmane periood ei võimaldanud saaki õigeaegselt kombiniga koristada. Ülevalminud seemnesaak õnnestus katsealadelt koristada 27. augustil ühefaasiliselt.

Tabel 1. Saagiaastate ilmastikuandmed
Table 1. Weather data for harvest years

	April / April			Mai / May			Juuni / June			Juuli / July			August / August		
	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
	Õhutemperatuur / Air temperature °C														
2017	3,2	5,7	9,5	13,2	11,9	14,8	13,4	13,8	14,8	16,1	17,3	17,5	13,1		
2018	6	11,1	16,1	16,2	13,4	16,8	14,8	15,6	21,7	23,2	21,1	17,3	15,6		
2019	10,6	6,1	12	13,3	18,8	18	16,7	13,9	14,7	18,8	14	16,4	16,6		
2020	4,7	9,4	5,7	11,9	14,6	19,3	19,8	15,4	16,1	15,5	17,7	15,9	14,8		
Norm	7,4	9,6	10,7	12,4	14	14,2	15,5	16,7	17,4	17,2	17,1	15,6	14,3		
	Sademed / Precipitation, mm														
2017	46	4	1	4	25	20	33	8	45	4	22	37	34		
2018	22	0	3	5	5	7	11	10	5	0,5	31	27	15		
2019	0	10	19	21	15	34	6	21	8	5	17	22	10		
2020	14	3	23	1	71	27	37	25	6	70	27	5	51		
Norm	9	12	18	19	17	34	29	22	27	27	34	26	32		

2018. aasta taimekasvuperiood oli eelmisega võrreldes veelgi ekstreemsem. Väga nappide sademetega kaasnes paljude aastate keskmisest kõrgem õhutemperatuur. Efektiivse temperatuuri kasvav summa augusti lõpuks (1547 °C) ületas paljude aastate keskmist 288 °C. Põldtimuti seemnesaak valmis tavapärasest ca 10 päeva varem ja koristamist sai alustada 25. juulil. Sügiseni väldanud niiskusepuuduse tõttu oli taimede võrsumine sel aastal takistatud, taimik hõrenes, mille negatiivne järelmõju küündis järgmiste aastate seemnesaakidessegi.

Katseaasta 2019 oli ilmastikuoludelt paljude aastate keskmisele lähedane. Katseaasta 2020 eristus juuli III dekaadi ja augusti I dekaadi rohkete sademetega, mille tõttu seemnete idanevus sel aastal jäi eelmiste aastatega võrreldes madalamaks.

Katsetulemused ja arutelu

Mõju generatiivvõrsete pikkusele ja taimiku seisukindlusele

Põldtimut on keskmise seisukindlusega liik. Katseandmete ja tootmispraktikast pärit kogemuste alusel on liikidel välja kujunenud optimaalsed lämmastikväetise normid, mis on seisukindluse ja seemnesaagi seisukohalt meie ilmastikutingimustes end õigustanud. Põhjamaades (sh Eestis) on põldtimutil õigustanud end kevadel, kasvu algul antava lämmastikväetise norm N 50–70 kg ha⁻¹, millele lisatakse kõrsumise algul veel N 20–35 kg ha⁻¹ (Niemeläinen, Järvi, 1995; Aamlid, 1997a, 1997b; Wallenhammar, 1998; Havstad, 2003; Havstad, Aamlid, 2006; Bender, 2016). Meie katses oli üheks eesmärgiks kombata lamandumise ohtu lämmastikväetise normi suurendamisel kombineerides seda kasvuregulaatori kasutamiselega.

Põldtimuti generatiivvõrsete pikkus katses sõltus katseaastast ja selle ilmastikuoludest. Jahedal, normile lähedaste sademetega 2017. ja 2020. aastal oli seemnetaimik kõrgeim küündides kontrollvariandis keskmiselt 105–106 sentimeetriini (tabel 2). Sügava põua tingimustes jäid 2018. aastal generatiivvõrsed ca 20 cm madalamaks.

Kõrsumisfaasi algul antud lisa lämmastikväetise ja isegi selle normi suurendamisega ei kaasnenud generatiivvõrsete pikkuskasvu usutavat suurenemist. Täiendava lämmastikväetise normi suurendamine N 70 kg-ni ha⁻¹ põhjustas kontrollvariandis isegi mõningast generatiivvõrsete pikkuse vähenemist. Aastatel 2017 ja 2018 oli vähenemine seejuures ka statistiliselt usutav.

Kasvuregulaatori kasutamine lühendas usutavalt põldtimuti generatiivvõrseid kõigil katseaastail. Mõju generatiivvõrsete pikkusele sõltus katseaastast (tabelid 2 ja 3). 2017. a esimesel taimiku kasutusaastal oli mõju kõige suurem, küündides 9–10 sentimeetriini (8,6–10,1%). Järgnevatel aastatel lühendas priitsimine preparaadiga Moddus 250 EC põldtimuti generatiivvõrseid 5–6 cm (4,7–7,0%). Preparaadi jaotatud (0,4 + 0,4 l ha⁻¹) kasutamine ei omanud ühekordse (0,8 l ha⁻¹) kasutamise ees nimetamisväärsset eelist. Mõju erinevus jäi katseaastate keskmisena vea piiresse.

Meie katses põldtimuti seemnetaimik ühelgi aastal üheski katsevariandis ei lamandunud. Nelja katseaasta jooksul esines seejuures kaks ekstreemset juhtu, mis lausa oleks pidanud lamandumist põhjustama. Esimesel kasutusaastal (2017) esines 12. augustil üleestiline torm, mis lõhkus hoonete katuseid ja murdis puid. Jõgeva piirkond kannatas selle tormi tõttu kahju suhteliselt vähe, väike oli kahjustus ka käsitletaval katsel. Vaid kontrollvariandis olid taimikud tuulekeerise ja sajuhoogude tõttu sasiatud ning koolutatud, kuid tõusid kombainimise ajaks püsti tagasi. Taimikut säästis asjaolu, et hilises arengujärgus on kõrs juba puitunud ning tormi mõjudele vastupidavam. Teise, üle Eesti suurt kahju tekitanud tormi elasid katse taimikud üle 11. juulil 2020. Jõgeval olid siis tugevad sajud koos rahega, mis põhjustasid massilist lamandumist teraviljadel ja heinaseemnepõldudel. Põldtimuti taimik oli käsitletavas katses kõikides variantides küll ühtlaselt kooldunud, kuid tõusis pärast saju lõppu jälle endisesse asendisse. Sel korral võis kaasa mõjuda taimiku hõredus, mis oli 2018. aasta suure põua tagajärg. Hõre taimik ongi üldjuhul seisukindlam.

Tabel 2. Lämmastikväetise täiendava annuse mõju põldtimuti generatiivvõrsete kõrgusele, cm

Table 2. Effect of additional nitrogen fertilizer dose on the height of generative tillers of timothy, cm

Variant	N kg ha ⁻¹	Aasta / Year				Keskmine Mean
		2017	2018	2019	2020	
Variant 1	N 70	105,5 ^{a*}	88,5 ^a	101,4 ^a	108,9 ^a	101,1 ^a
Kontroll	N 70 + N 17	105,3 ^a	86,4 ^a	100,4 ^a	105,8 ^a	99,5 ^a
Control	N 70 + N 35	104,3 ^{ab}	86,0 ^a	96,5 ^a	108,6 ^a	98,9 ^a
	N 70 + N 52	105,0 ^{ab}	87,8 ^a	100,5 ^a	105,3 ^a	99,7 ^a
	N 70 + N 70	100,7 ^b	81,4 ^b	97,9 ^a	104,3 ^a	96,1 ^b
	PD / LSD 0,05	4,4	3,4	6,3	4,9	2,5
	Variant 2	N 70	92,3 ^a	84,0 ^a	93,0 ^{ab}	102,9 ^a
Moddus 250 EC 0,4 × 0,4 l ha ⁻¹	N 70 + N 17	94,0 ^a	80,0 ^{ab}	91,5 ^b	100,1 ^{ab}	91,4 ^{ab}
	N 70 + N 35	93,7 ^a	79,9 ^{ab}	93,9 ^a	99,5 ^{ab}	91,8 ^{ab}
	N 70 + N 52	94,7 ^a	76,7 ^b	92,4 ^{ab}	97,8 ^b	90,4 ^b
	N 70 + N 70	93,3 ^a	78,5 ^b	94,3	99,8 ^{ab}	91,5 ^{ab}
	PD / LSD 0,05	2,5	4,2	2,3	3,4	1,4
Variant 3	N 70	96,5 ^{ab}	77,7 ^a	92,9 ^c	102 ^{ab}	92,3 ^a
Moddus 250 EC 0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 17	97,5 ^a	78,8 ^a	98,3 ^a	99,8 ^b	93,6 ^a
	N 70 + N 35	91,5 ^b	81,5 ^a	96,6 ^b	100,7 ^b	92,6 ^a
	N 70 + N 52	92,5 ^b	77,7 ^b	94,3 ^c	104,2 ^a	92,2 ^a
	N 70 + N 70	97,7 ^a	80,8 ^a	96,2 ^b	100,8 ^b	93,9 ^a
	PD / LSD 0,05	4,7	4,6	1,6	2,7	2,8

* Samas tulbas sama tähega tähistatud arvandmed ei erine usutavalt (PD test, P>0.05) (siin ja järgnevatel tabelites)

* Means followed by the same letter in the same column are not significantly different (LSD test, P>0.05) (Here and in the following tables)

Tabel 3. Kasvuregulaatori mõju põldtimuti generatiivvõrsete kõrgusele, cm

Table 3. Effect of growth regulator on height of timothy generative shoots, cm

Variant	2017	2018	2019	2020	Keskmine Mean
Variant 1	104,1 ^a	85,9 ^a	99,3 ^a	106,5 ^a	99,0 ^a
Variant 2	93,6 ^b	79,9 ^b	93,0 ^c	100,1 ^b	91,5 ^b
Variant 3	95,1 ^b	79,3 ^b	95,7 ^b	101,5 ^b	92,9 ^b
PD / LSD 0,05	2,2	2,3	1,9	1,6	2,3

Täiendava lämmastikväetise ja kasvuregulaatori koosmõju seemnesaagile

Esimesel saagiaastal (2017) andis põldtimut kontroll-variantis seemnesaagi vahemikus 537–676 kg ha⁻¹ (tabelid 4, 5). Täiendava lämmastikväetise annuse suurendamine kuni normini N 52 kg ha⁻¹ suurendas usutavalt seemnesaaki. Edasine lämmastikväetise normi suurendamine viis seemnesaagi langusele. Katsevariantis 2, kus kasutati kasvuregulaatorit jaotatult, lisa lämmastikväetis seemnesaaki ühelgi katseaastal ei suurendanud. Lämmastikulisa N 70 kg ha⁻¹ viis ka siin

seemnesaagi drastilisele langusele. Parimaid tulemusi saadi 2017. aastal variantis 3. Ühekordne pritsimine kasvuregulaatoriga Moddus 250 EC (norm 0,8 l ha⁻¹) kõrsumise algul võimaldas lämmastiku normi tõstmisega saavutada usutavalt suuremaid seemnesaake, aga selleski variantis kuni normini N 52 kg ha⁻¹. Lämmastikväetise normi edasine suurendamine viis saagi langusele. Ka Soomes põldtimutiga läbiviidud katses on täheldatud sama: kevadisele põhikogusele antud lisa-lämmastikukogus N 60 kg ha⁻¹ viis seemnesaagi langusele (Taalas jt, 2011).

Põuasel 2018. aastal jäi täiendava lämmastikväetise mõju tagasihoidlikuks, usutav enamsaak saamata. Põua tõttu seemnetaimikud kõigis katsevariantides hõrenesid. Hõrenenud taimikutel lisa lämmastikväetis 2019. ja 2020. aastal seemnesaagi tõusu ei taganud ja seda mitte üheski katsevariantis. Variantis 2, kus kasvuregulaatorit kasutati jaotatult kahes osas, saadi 2019. aastal lisaväetamisega koguni negatiivne tulemus – seemnesaak vähenes usutavalt.

Tabel 4. Lämmastikväetise täiendava annuse mõju põldtimuti seemnesaagile (esitatud I ja II koristusfaasi summa), kg ha⁻¹

Table 4. Effect of additional nitrogen fertilizer dose on the seed yield of timothy (presented as sum total of the first and second harvest phases), kg ha⁻¹

Variant	N kg ha ⁻¹	Aasta / Year				Keskmine Mean
		2017	2018	2019	2020	
Variant 1	N 70	537,5 ^b	311,3 ^{ab}	423,7 ^a	358,0 ^a	407,6 ^b
Kontroll	N 70 + N 17	584,8 ^b	309,6 ^{ab}	388 ^{ab}	353,8 ^a	409,1 ^b
Control	N 70 + N 35	630,1 ^{ab}	298,4 ^b	383,5 ^b	359,0 ^a	417,8 ^b
	N 70 + N 52	675,8 ^a	336,9 ^a	420,1 ^a	380,0 ^a	453,2 ^a
	N 70 + N 70	592,7 ^{ab}	333,4 ^{ab}	404,1 ^{ab}	388,2 ^a	429,6 ^{ab}
	PD / LSD 0,05	88,0	35,0	37,5	51,9	32,0
Variant 2	N 70	600,1 ^a	318,7 ^a	390,0 ^a	356,3 ^a	416,3 ^a
Moddus 250 EC	N 70 + N 17	609,0 ^a	292,3 ^{ab}	337,6 ^b	337,0 ^a	394,0 ^{ab}
0,4 × 0,4 l ha ⁻¹	N 70 + N 35	601,5 ^a	255,9 ^b	284,0 ^c	324,2 ^a	366,0 ^b
	N 70 + N 52	595,9 ^a	250,5 ^b	292,1 ^{bc}	306,9 ^a	361,4 ^b
	N 70 + N 70	446,4 ^b	316,4 ^a	335,3 ^b	303,9 ^a	350,5 ^b
	PD / LSD 0,05	73,2	38,4	51,0	53,7	32,0
Variant 3	N 70	544,6 ^c	300,4 ^b	347,5 ^b	345,3 ^a	384,5 ^b
Moddus 250 EC	N 70 + N 17	640,1 ^b	308,5 ^b	353,9 ^b	364,8 ^a	416,8 ^{ab}
0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 35	668,3 ^{ab}	302,7 ^b	362,2 ^{ab}	327,2 ^a	415,1 ^{ab}
	N 70 + N 52	756,7 ^a	307,8 ^b	352,9 ^b	331,0 ^a	437,1 ^a
	N 70 + N 70	573,7 ^{bc}	360,2 ^a	383,0 ^a	342,8 ^a	414,9 ^{ab}
	PD / LSD 0,05	93,9	43,2	23,5	47,6	38,0

Katseaastatel valitses probleem, et juuni II dekaadi lõpul, mil põldtimut oli jõudnud arenguga loomise algusesse, pärssis taimekasvu põud. Kevadistest hilisest öökülmadest või taimekasvuaegsest põuast tingitud stressis taimikutel aga ei soovitata seda preparaati kasutada. Võib anda negatiivse tulemuse. See võiski olla meie katses 2019. aastal saagilanguse põhjuseks. Ka Soomes on kogetud, et Moddus 250 EC jaotatud andmine (0,4 + 0,4 l ha⁻¹) ei taganud mõnel aastal ühekordse pritsimisega (0,7 l ha⁻¹) võrreldes põldtimutil seemnesaagi lisa (Niskanen, 2011). Junnila (1998) on leidnud, et põldtimuti puhul on Moddus 250 EC kasutamine tulemuslikum, kui ühekordne pritsimine toimub varasemas arengufaasis. Samale järeldusele on jõutud katsetes hariliku aruheina (Junnila, 2004), karjamaa-raiheina (Borm, Berg, 2008) ja punase ristikuga (Anderson jt, 2012, 2015)

Tabel 5. Kasvuregulaatori mõju põldtimuti seemnesaagile, kg ha⁻¹

Table 5. Effect of growth regulator on timothy seed yield, kg ha⁻¹

Variant	2017	2018	2019	2020	Keskmine Mean
Variant 1	604 ^{ab}	317,8 ^a	403,9 ^a	367,7 ^a	423,4 ^a
Variant 2	570,6 ^b	286,8 ^b	327,8 ^c	325,7 ^b	377,7 ^b
Variant 3	636,7 ^a	315,7 ^a	360 ^b	342,2 ^b	413,7 ^a
PD / LSD 0,05	38,3	20,9	24,3	23,5	17,1

Varasematest töödest on teada, et preparaat Moddus 250 EC aeglustab taimede arengut ja seemnete küpsemist. Seepärast soovitatakse Soomes pritsitud põldtimuti seemnepõlde koristada pritsimata põldudega võrreldes 2–3 päeva hiljem (Niskanen, 2011). Norras soovitatakse normaalse seemnete idanemise kindlustamiseks koristusaja vaheks 3–5 päeva (Aamlid, Øverland, 2016). Et neid soovitusi Eesti oludes kontrollida, rakendati katses kahefaasilist koristamist 5–6 päevase vahega. Teise koristusfaasiga saadud seemnesaagi osatähtsus näitab, et kõigil katseaastal

küpses seeme kasvuregulaatorit kasutatud variantides aeglasemalt (tabel 6). Meie katse variantides 2 ja 3 oli II koristusfaasiga saadud seemne osatähtsus kogu

seemnesaagist ca 7% suurem, kui pritsimata variandis. Variantide 2 ja 3 vahel nimetamisväärsed erinevused ei täheldatud.

Tabel 6. Teise koristusfaasi osa seemnesaagis, %
Table 6. Part of the second harvest phase in seed yield, %

Variant	N kg ha ⁻¹	2018	2019	2020	2018–2020 keskmine / mean
Variant 1	N 70	14,7	36,4	18,5	23,2
Kontroll	N 70 + N 17	14,2	39,3	23,4	25,6
Control	N 70 + N35	10,6	42,2	13,3	22,0
	N 70 + N 52	10,7	41,3	26,5	26,2
	N 70 + N 70	20,3	49,5	25,9	31,9
	Keskmine / Mean	14,2	41,7	21,8	25,9
Variant 2	N 70	18,1	47,3	25,1	30,2
Moddus 250 EC 0,4 × 0,4 l ha ⁻¹	N 70 + N 17	21,1	50,0	26,0	32,4
	N 70 + N35	20,3	55,7	25,9	34,0
	N 70 + N 52	22,2	51,8	26,1	33,4
	N 70 + N 70	25,5	56,3	23,6	35,1
	Keskmine / Mean	21,4	51,9	25,4	32,9
Variant 3	N 70	18,4	58,2	32,9	36,5
Moddus 250 EC 0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 17	17,3	51,7	21,6	30,2
	N 70 + N35	19,7	52,2	25,8	32,6
	N 70 + N 52	20,2	51,8	24,3	32,1
	N 70 + N 70	21,9	59,9	25,6	35,8
	Keskmine / Mean	19,6	54,8	26,0	33,5

Seemnete kvaliteet

Preparaadi Moddus 250 EC mõju kohta seemnete 1000 seemne massi kohta võib kirjandusest leida vastukäivat informatsiooni. Junnila (1998) andmeil suurendas kasvuregulaatori kasutamine 1000 seemne massi 4–11%, Rønningeni ja Aamlidi (2002) andmeil põldtimuti 1000 seemne mass ei muutunud, sama kinnitavad Butler ja Affeldt (2010) aasurmika kohta, Machači (2013) järgi oli 11 kõrrelise heintaimeliigiga läbiviidud katses aga enamikul liikidel 1000 seemne mass pritsitud variantides pritsimata variantidega võrreldes madalam (kuigi mitte usutavalt). Anderson jt, 2015 andmetel vähendab preparaadi Moddus kasutamine punasel ristikul 1000 seemne massi, põuasel aastal on negatiivne mõju suurem (Kirk jt, 2016).

Erinevused katseandmetes võivad tuleneda mitmest asjaolust. Püstitises taimikus on lamandunud taimikuga võrreldes 1000 seemne mass seemnete täitumisaegsete paremate toitumisolude tõttu suurem (Boelt, Gislum, 2010), samas kui (nt raiheintel) viljastub preparaadi toimel pähikus rohkem õisi, mis arenevad seemneks (Rolston jt, 2016; Trethewey jt, 2016). See viib 1000 seemne massi alla (Rolston jt, 2019) – seemnesaagi suuruse ja 1000 seemne massi vahel valitseb negatiivne korrelatsioon.

Meie katses põldtimut üheski katsevariandis ühelgi saagiaastal ei lamandunud. Kuna põldtimuti pähikud on üheõielised, ei saanud kasvuregulaator ka seemnete arvu pähikus (ja pöörispeas) suurendada. Kasvuregulaatori mõningane positiivne mõju ilmnes meie katses vaid esimesel kasutusaastal (2017), hiljem enam mitte (tabel 7).

Aastatel 2018–2020 oli analüüsimise all I koristusfaasil saadud seeme, 2017. aastal koristatigi kogu katse (hilinemisega) ühefaasiliselt. Lämmastikväetise normi suurendamisega ei kaasnenud meie katses 1000 seemne massis kindlasuunalisi muutusi. (Andmeid artiklis ei esitata).

Tabel 7. Kasvuregulaatori mõju põldtimuti 1000 seemne massile, g

Table 7. Effect of growth regulator on timothy 1000 seeds weight, g

	2017	2018	2019	2020	Keskmine Mean
Variant 1	0,472 ^b	0,420 ^a	0,448 ^a	0,514 ^a	0,463 ^a
Variant 2	0,497 ^a	0,424 ^a	0,447 ^a	0,515 ^a	0,471 ^a
Variant 3	0,505 ^a	0,429 ^a	0,447 ^a	0,520 ^a	0,475 ^a
PD / LSD 0,05	0,010	0,013	0,003	0,012	0,021

Teadusartiklites tuakse harva andmeid seemnete idanemisenergia kohta – üldjuhul esitatakse idanemisandmed. Vaid Machač (2013), kes katsetas Modduse kasutamist 11 kõrrelise liigi seemnekasvatases, tuvastas minimaalse negatiivse mõju nii seemnete idanemisenergia kui idanemisnäidule. 1–2%-list idanemise langust on kinnitanud Rønningen ja Aamlid (2002), Øverland ja Aamlid (2016) 3,2%-list langust, Niskanen (2011) mõnel aastal kuni 10%-list langust. Idanemise langust seletatakse preparaadi toimest tingitud taimede aeglasema arenguga, mistõttu soovitakse kasvuregulaatoriga pritsitud seemnepõlde normaalse idanemise tagamiseks koristada pritsimata põldudega võrreldes 3–5 päeva hiljem (Aamlid, Øverland, 2016).

On teada, et lämmastikväetise norm seemnete idanemisnäitajaid ei mõjuta. Seda kinnitasid ka meie katseandmed.

Katseandmetest nähtub, et ka kasvuregulaator Moddus ei mõjutanud seemnete idanemist, küll võis täheldada kasvuregulaatori kasutamise kaasnud idanemisenergia mõningast langust (tabel 8). Suurim vahe võrreldes kontrollvariandiga ilmnes põuasel 2018. aastal – kuni 24%. Ülejäänud katseaastail oli vahe näitades 2–4%. Kasvuregulaatori ühekordne ja jaotatud kasutamine mõjusid seemnete idanemisenergiale ja idanemisvõimele sarnaselt.

Tabel 8. Seemnete idanevusenergia ja idanevus, %
Table 8. Seed germination energy and germination, %

Variant	N kg ha ⁻¹	2017		2018		2019		2020		Keskmine / Mean	
		Energia Energy	Idanduvus Germ.	Energia Energy	Idanduvus Germ.	Energia Energy	Idanduvus Germ.	Energia Energy	Idanduvus Germ.	Energia Energy	Idanduvus Germ.
Variant 1	N 70	82	99	90	96	86	98	51	89	77	96
Kontroll	N 70 + N 17	86	97	87	97	84	96	47	83	76	93
Control	N 70 + N 35	96	99	82	96	87	96	52	85	79	94
	N 70 + N 52	92	98	87	99	83	94	44	83	77	94
	N 70 + N 70	92	99	79	96	85	97	53	82	77	94
	Keskmine / Mean	90	98	85	97	85	96	49	84	77	94
Variant 2	N 70	91	99	65	95	82	95	46	87	71	94
Moddus	N 70 + N 17	90	98	76	97	83	96	48	87	74	95
0,4 ×	N 70 + N 35	91	98	65	93	81	95	45	83	71	92
0,4 l ha ⁻¹	N 70 + N 52	80	97	65	95	80	97	48	88	68	94
	N 70 + N 70	79	97	55	88	82	96	44	85	65	92
	Keskmine / Mean	86	98	65	94	82	96	46	86	70	93
Variant 3	N 70	89	98	58	98	83	97	50	82	70	94
Moddus	N 70 + N 17	83	99	60	95	82	97	49	84	69	94
0,8 l ha ⁻¹	N 70 + N 35	85	99	61	94	80	95	41	84	67	93
	N 70 + N 52	89	99	63	94	80	96	46	85	70	94
	N 70 + N 70	83	98	63	95	83	96	50	85	70	94
	Keskmine / Mean	86	99	61	95	82	96	47	84	69	94

Seemnete idanevus oli katseaastati kõigis katsevariantides ja lämmastikväetise foonidel kõrge (94–99%), vaid 2020. aastal 82–89%. Sel aastal oli ka seemnete idanemisenergia näidud ülejäänud aastatest madalamad (41–52%). Põhjuseks võis olla seemnete koristamisele eelnenud pikem sademeterohke periood – juuli III dekaadis ja augusti I dekaadis langes sademeid 97 mm.

Kokkuvõte

Kasvuregulaator Moddus 250 EC kasutamisega põldtimuti seemnepõllul on võimalik kõrre pikkust 6–7% lühendada ja sellega koristusindeksit parandada. Seemnesaagi seisukohalt on tõhusam kasvuregulaatoriga ühekordne pritsimine taimede kõrsumise algul. Kasvuregulaator aeglustab taimekasvu ja nihutab optimaalset koristusaega mõne päeva võrra hilisemaks. Põldtimuti seemnete 1000 seemne massi ja idanevust kasvuregulaator ei mõjuta, küll aga vähendab seemnete idanemisenergiat. Kevadisele, kasvu algul antavale lämmastikväetise normile N 70 kg ha⁻¹ võib heas seisus põldtimuti seemnetaimikule kõrsumise algul kasvuregulaatorit kasutades anda täiendavalt lämmastikväetist normiga N 35–52 kg ha⁻¹. Hõrenenud seemnetaimikul kasvuregulaatori ja lisa lämmastikväetise kasutamine end ei õigusta.

Tänuavaldused

Artikli autor tänab kolleeg Sirje Suurt abi eest seemnete kvaliteedi määramisel ja kolleeg Sirje Tamme katseandmete statistilisel töötlemisel.

Huvid konflikt / Conflict of interest

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

Autorite panus / Author contributions

AB – uuringu kava ja planeerimine, andmete kogumine, analüüs ja interpretatsioon, käsikirja koostamine, ülevaatamine ja toimetamine / study conception and design, acquisition of data, analysis and interpretation of data, drafting of manuscript, critical revision and approve the final manuscript.

Kasutatud kirjandus

- Aamlid, T.S. 2003. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed production of eight temperate grasses. – In Proceedings of fifth international herbage seed conference: herbage seeds in the new millennium – new markets, new products, new opportunities, 23–26 November 2003, Catton, Australia, p. 34.
- Aamlid, T.S. 1997a. Nitrogen and moisture inputs to seed crop of timothy (*Phleum pratense* L.) II. Split applications of nitrogen in the seed harvest year. – Journal of Applied Seed Production, 15:5–16.
- Aamlid T.S. 1997b. Towards a model for nitrogen applications to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.) – In XVIII International Grassland Congress. June 8-19 1997, Manitoba and Saskatchewan, Canada, 25.1–25.2.
- Aamlid, T.S., Øverland, J.I. 2016. Growth regulation with Cycocel 750 or Moddus M after grass weed control with Hussar OD in timothy (*Phleum pratense* L.): effects on seed yield and germination. – In Proceedings of the 16th Nordic herbage seed production seminar, 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, pp. 131–137.
- Anderson, N., Chastain, T.G., Garbacik, C.J., Silberstein, T.B. 2012. Effect of foliar applications of trinexapac-ethyl plant growth regulator on red clover seed crops. – Seed Production Research Report at Oregon State University, pp. 10–12.

- Anderson, N.P., Monks, D.P., Chastain, T.G., Rolston, M.P., Garbacik, C.J., Chunhui Ma, Bell, C.W. 2015. Trinexapac-ethyl effects on red clover seed crops in diverse production environments. – *Agronomy Journal*, 107(3):951–956. DOI: 10.2134/agronj14.0399
- Bender, A. 2016. Effect of the seeding and fertilization rates of cover crop and the seeding rate of timothy on the seed yield of the cultivar 'Tika'. – *Agraarteadus*, 27(1):3–11. (In Estonian)
- Boelt, B., Gislum, R. 2010. Seed yield components and their potential interaction in grasses – to what extent does seed weight influence yield? – In Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference, 11–13 April 2010 (Eds. G.R. Smith, G.W. Evers, L.R. Nelson), Dallas, Texas, USA, pp. 109–112.
- Borm, G.E.L., Berg, W. 2008. Effect of the application rate and time of the growth regulator trinexapac-ethyl in seed crops of *Lolium perenne* L. in relation to spring nitrogen rate. – *Field Crops Research*, 105(3):182–192. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.10.001
- Butler, M.D., Affeldt, R.P. 2010. Evaluation of Palisade (trinexapac-ethyl) on fifteen Kentucky bluegrass varieties grown for seed in Central Oregon. – In Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference, 11–13 April 2010, Dallas, Texas, USA, pp. 165–167.
- Chynoweth, R.J., Rolston, M.P., McCloy, B.L. 2010. Plant growth regulators: a success story in perennial ryegrass seed crops. – *Agronomy Society of New Zealand. Special Publication No. 13, Grassland Research and Practice Series No 14*, pp. 47–57.
- Griffith, S.M. 2000. Changes in dry matter carbohydrate and seed yield resulting from lodging in three temperate grass species. – *Annals of Botany*, 85(5):675–680. DOI: 10.1006/anbo.2000.1125
- Havstad, L.T. 2003. Split nitrogen application to seed crops of timothy (*Phleum pratense* L.). – In Proceedings of fifth international herbage seed conference: Herbage seeds in the new millennium – New markets, new products, new opportunities, 23–26 November 2003, Catton, Australia, p. 23.
- Havstad, L.T., Aamlid T.S. 2006. Split nitrogen application strategies in seed production of two contrasting cultivars of timothy (*Phleum pratense* L.). – *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science*, 56:241–254. DOI: 10.1080/09064710500297633
- International Rules for Seed Testing. 1993. Seed Science and Technology. – Zürich, Switzerland, 21:288.
- Junnila, S. 1998. Moddus 250 Ec, the plant growth regulator for timothy seed production. – NJF Seminar No. 284. Seed production (Ed. Tr.S. Aamlid), 29 Juni–1 Juli 1998, Sandefjord & Landvik, Norge, pp. 107–110.
- Junnila, S. 2004. Evaluation of Moddus in *Festuca pratensis* L. – Trial Report 2004, MTT Agrifood Research Finland, 4 p.
- Kirk, Sh., Yoder, C., Gauthier, T. 2016. A three year study of growth regulator (trinexapac-ethyl) use on red clover seed crops in the Peace River region. – The Seed Head Fact sheet #10, 4 p.
- Machač, R. 2013. Effects of trinexapac-ethyl (Moddus) in seed crops of eleven temperate grass species in Central European conditions. – In Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement. (Eds. S. Barth, D. Milbourne), Dallas, Texas, USA, pp. 359–363.
- Niemeläinen, O., Järvi, A. 1995. Effect of nitrogen fertilizer application rate and timing on timothy seed crops in northern Europe. – In Proceedings of third international herbage seed conference: Yield and Quality in Herbage Seed Production, June 18–23 1995, Halle, pp. 221–225.
- Niskanen, M. 2011. The effective use of growth regulators and fungicides in seed production of timothy (*Phleum pratense* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). – NJF seminar No. 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication, 28–29 June 2011 (Ed. M. Niskanen). Ilmajoki, Finland, pp.72–78.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellins biosynthesis and other biosynthesis pathways. – *Annual Reviews Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51:501–531. DOI: 10.1146/annurev.arplant.51.1.501
- Rolston, M.P., Anderson, N.P., Chynoweth, R.J., Chastain, T.G., Kelly, M.J., McCloy, B.L. 2019. Annual ryegrass seed yield response to trinexapac-ethyl: New Zealand and Oregon. – 10th International Herbage Seed Group Conference, May 12–19, 2019, Oregon State University: Corvallis, Oregon, pp. 33–35.
- Rolston, M.P., Archie, W.J., Rumball, W. 2005. Branched inflorescence perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) – seed yield evaluated in field trials and response to nitrogen and trinexapac-ethyl plant growth regulator. – *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 48(1):87–92. DOI: 10.1080/00288233.2005.9513635
- Rolston, M.P., Chynoweth, R.J., Trethewey, J.A.K., Hilditch, A.J., Heslop, A.D., McCloy, B.L. 2016. Stem shortening plant growth regulators enhance seed yield of annual ryegrass. – *Agronomy New Zealand*, 46:1–10.
- Rolston, P., Trethewey, J., Chynoweth, R., McCloy, B. 2010. Trinexapac-ethyl delays lodging and increases seed yield in perennial ryegrass seed crops. – *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53(4):403–406. DOI: 10.1080/00288233.2010.512625
- Rønningen, J.H., Aamlid, T.S. 2002. Vekstregulering med 'Moddus' i ulike grasarter til frøavl. – NJF Report No. 341. Grass and clover seed production. NJF section II: Crop science. Hotel Continental, Ystad, Sverige. 24–26 June 2002. pp. 119–126. (In Danish)

- Taalas, S., Ahvenniemi, P., Kari, M., Rönkkö, A. 2011. Effect of split nitrogen application with fungicide and growth regulator treatment on meadow fescue and timothy seed production. – NJF seminar No. 420. Herbage seed production. Findings from research plots to commercial seed multiplication 28–29 June 2011, (Ed. M. Niskanen). Ilmajoki, Finland, pp. 79–81.
- Trethewey, J.T., Rolston, M.P., Chynoweth, R., McCloy, B. 2010. Light, lodging and flag leaves – what drives seed yield in ryegrass? – In Proceedings of the 7th International Herbage Seed Conference, 11–13 April 2010, Dallas, Texas, USA, pp. 104–108.
- Trethewey, J.A.K., Rolston, M.P., McCloy, B.L., Chynoweth, R.J. 2016. The plant growth regulator, trinexapac-ethyl, increases seed yield in annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). – New Zealand Journal of Agricultural Research, 59(2):113–121. DOI: 10.1080/00288233.2015.1134590
- Wallenhammar, A.-Ch. 1998. Nitrogen fertilization of timothy seed ley (*Phleum pratense* L.). – Seed Production. NJF-Report No. 121, Seminar No. 284, 29 Juni–1. Juli 1998. Sandefjord & Landvik, Norge, pp. 83–90.
- Øverland, J.I., Aamlid, T.S. 2016. Effect of harvest date and drying conditions on germination of timothy seed. – Proceedings of the 16th Nordic Herbage Seed Production Seminar. NJF seminar 491. 20–22 June 2016, Grimstad, Norway, pp. 116–122.
- Young III, W.C., Chilcote, D.O., Youngberg, H.W. 2013. Chemical dwarfing and the response of cool-season grass seed crops to spring-applied nitrogen. – Agronomy Journal, 91(2):344–350. DOI: 10.2134/agronj1999.00021962009100020027x
- Young III, W.C., Silberstein, T.B., Chastain, T.G., Garbacik, C.J. 2007. Response of creeping red fescue (*Festuca rubra* L.) and perennial ryegrass (*Lolium*

perenne L.) to spring nitrogen fertility and plant growth regulator application in Oregon. – In Proceedings of the 6th International Herbage Seed Conference, 18–20 June 2007, Gjenestad, Norway, pp. 201–205.

Effect of plant growth regulator and additional nitrogen fertilization in spring on the seed yield and seed quality of timothy (*Phleum pratense* L.)

Ants Bender

Estonian Crop Research Institute

Aamisepa 1, 48309 Jõgeva, Jõgeva County, Estonia

Summary

With the application of plant growth regulator Moddus 250 EC to the seed field of timothy it is possible to shorten the stem height by 6–7% and thus improve the harvest index. Having in mind the seed yield, it is more effective to spray the plant growth regulator once in the beginning of stem elongation with the application rate of 0.8 l ha⁻¹. The plant growth regulator slows down the growth and postpones the optimum harvesting time by a couple of days. The 1000 kernel weight and germination of timothy is not affected by the plant growth regulator, but it can reduce the germination energy of seeds. In addition to the nitrogen fertilizer rate N 70 kg ha⁻¹ that is applied in the beginning of growth in spring, another dose of N 35–52 kg ha⁻¹ may be applied to the timothy stand that is in good condition in the beginning of stem elongation. The use of plant growth regulator and additional nitrogen on a sparse timothy stand is not justified.