



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
Latvia University of Agriculture

**IVETA GŪTMANE**

**AUZEŅAIREŅU UN HIBRĪDO AIREŅU  
PRODUKTIVITĀTES VEIDOŠANĀS  
AGROCENOLOĢISKAIS PAMATOJUMS**

**AGROCENOLOGICAL SUBSTANTIATION OF  
THE FESTULOLIUM AND HYBRID RYEGRASS  
PRODUCTIVITY FORMATION**

Promocijas darba  
KOPSAVILKUMS  
Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai

**SUMMARY**  
of the doctoral thesis for the scientific degree Dr. agr.

Jelgava 2011

**Darba zinātniskais vadītājs / Scientific supervisor:**

**Prof., Dr. agr. Aleksandrs Adamovičs**

**Darba recenzenti / Reviewers:**

**Dr. agr. Dainis Lapiņš**

**Dr. biol. Ina Belicka**

**Dr. agr. Skaidrīte Būmane**

Promocijas darba aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātā sēdē 2011. gada 25. augustā plkst. 10.00 LLU 123. auditorijā, Lielā ielā 2, Jelgavā.

The defence of Thesis in open session of the Promotion Board of Agriculture will be held on August 25, 2011 at 10.00 AM in the auditorium 123, Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, Latvia.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielā ielā 2.

**Atsaukmes lūdzu sūtīt:** Lauksaimniecības zinātņu nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes sekretārei Dr. agr. Maijai Ausmanei, Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001, fakss + 371 63027238.

The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava.

**References are welcome to send:** Dr. agr. Maija Ausmane, the Secretary of the Promotion Board, Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, Latvia, LV 3001, fax. + 371 63027238.

## SATURS / CONTENT

SATURS / CONTENT .....	3
IEVADS .....	4
IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODES.....	6
IZMĒĢINĀJUMU REZULTĀTI.....	9
Zelmeņa produktivitāte un to noteicošie faktori .....	9
Sēklu ražas struktūrelementi un tos ietekmējošie faktori.....	17
Sausnas ražas kvalitātes rādītāji.....	21
Fotosintētiskā darbība .....	23
SECINĀJUMI .....	26
PATEICĪBA .....	27
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA .....	28
INTRODUCTION.....	33
MATERIALS AND METHODS .....	35
RESULTS.....	38
Productivity of sward and its determinant factors .....	38
Determinant factors of seed yield and yield formative elements ...	42
Dry matter quality indices .....	45
Photosynthetic activity.....	47
CONCLUSIONS .....	48
ACKNOWLEDGEMENTS .....	49

## IEVADS

Daudzgadīgie zālaugi Latvijas lauku saimniecībās ir galvenais un lētākais lopbarības avots mājdzīvniekiem. Zālaugi satur praktiski visas dzīvniekiem nepieciešamās barības vielas. Daudzgadīgo zālaugu ražību un kvalitāti ir vieglāk mērķtiecīgi regulēt, salīdzinājumā ar citiem lopbarības kultūraugiem.

Latvijas lauku attīstības politikas mērķis ir efektīvas un ilgtspējīgas lauksaimniecības preču un produktu ražošanas harmoniska izaugsme, dodot ieguldījumu lauku kā sociālekonomiskās telpas dzīvotspējas attīstībā. Līdz ar Latvijas iestāšanos ES par papildus faktoru valsts lauksaimniecības politikas veidošanā kļūst nepieciešamība saskaņot to ar ES kopējo politiku.

Zālāju zelmeņu produktīvā ilggadība nodrošina daudzgadīgu un stabilu lopkopības produktu ražošanu mazāk labvēlīgos klimatiskos apstākļos, samazina ražošanas izmaksas un taupa resursus. Zālāju zelmeņu prasmīga izmantošana veicina saimniekošanas efektivitāti. Katrā reģionā šiem mērķiem jāizmanto vietējiem augšanas un klimatiskajiem apstākļiem atbilstošas sugas un šķirnes.

Latvijas klimats ir labvēlīgs zālaugu audzēšanai. Vērtīgās stiebrzāles dod lielas ražas ar augstu barības vērtību, tās var ievākt ar mazākiem ražas zudumiem nekā tauriņziežus. Pie vērtīgām stiebrzālēm pieder ganību airene (*Lolium perenne* L.), daudzziedu airene (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *italicum* A. Braun), pļavas auzene (*Festuca pratensis* Huds.), pļavas skarene (*Poa pratensis* L.), timotiņš (*Phleum pratense* L.), pļavas lapsaste (*Alopecurus pratensis* L.), kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), niedru auzene (*Festuca arundinacea* Schreber), bezakotu lāčuauza (*Bromus inermis* Leyss.), augstā dižauza (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl), miežabrālis (*Phalaris arundinacea* L.), baltā smilga (*Agrostis alba* L.).

No plašā stiebrzāļu klāsta Eiropā visnozīmīgāko vietu ieņem aireņu ģints (*Lolium*), kas izceļas ar produktivitāti un lopbarības kvalitāti. Vairāk izmantotās sugas ir ganību airene un daudzziedu airene. Airenes izceļas ar ātru attīstību, augstu ražīgumu, kā arī ļoti labu lopbarības kvalitāti. Tomēr tās ir vairāk piemērotas intensīvai izmantošanai un maigiem klimatiskajiem apstākļiem. Auzuņu (*Festuca*) ģints ir plaši izplatīta dažādos pasaules klimatiskajos reģionos, arī Latvijā. Auzenes, savukārt, izceļas ar ilggadību, labu ziemcietību, izturību pret slimībām un nelabvēlīgiem klimatiskajiem apstākļiem. Auzenes ir arī ražīgas. Taču barības kvalitātes ziņā auzenes nav tik vērtīgas kā airenes.

Jau ilgu laiku selekcionāri ir mēģinājuši apvienot šo ģinšu zālaugu pozitīvās īpašības un iegūt jaunas šķirnes krustošanas ceļā. Pirmie aireņu un auzuņu krustošanas mēģinājumi jau bijuši Anglijā kopš 1933. gada - krustojot

daudzziedu aireni (*L. multiflorum* var. *italicum*) un niedru auzeni (*F. arundinacea*), bet 1977. gadā tika iegūta pirmā hibrīdā šķirne ‘Kenhy’. Latvijā LLU Zemkopības zinātniskajā institūtā 1999. gadā ir selekcionēta šķirne ‘Saikava’ – daudzziedu airenes, ganību airenes un pļavas auzenes (*L. multiflorum* × *L. perenne* × *F. pratensis*) hibrīds, kas ES katalogā reģistrēta zem hibrīdo aireņu klasifikācijas (*Lolium* × *boucheanum* Kunth).

Auzeņairene (× *Festulolium* Asch. & Graebn.) ir jauna un maz pētīta zālaugu suga ne tikai Latvijā, bet arī Eiropā un pasaulē. Eiropas Savienībā auzeņaires ir atzītas par perspektīvāko zālaugu sugu ilgtspējīgas lauksaimniecības attīstības kontekstā.

**Pētījuma mērķis** bija izpētīt auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitātes veidošanās noteicošos faktoros zaļmasas un sēklu ieguvei Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

#### **Darba uzdevumi:**

- noteikt auzeņaireņu un hibrīdo aireņu piemērotību daudzgadīgu zālāju zelmeņu veidošanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos;
- noskaidrot auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitātes veidošanas optimizētos slāpekļa mēslojuma fonos;
- noskaidrot svarīgākos auzeņaireņu un hibrīdo aireņu fitometriskos rādītājus;
- izpētīt auzeņaireņu un hibrīdo aireņu sēklu ražību noteicošos faktoros un ražu veidojošos struktūrelementus;
- izpētīt auzeņaireņu un hibrīdo aireņu sausnas kvalitāti.

#### **Pētījuma novitāte:**

- pirmo reizi Latvijas agroklimatiskajos apstākļos noskaidrota auzeņaireņu un hibrīdo aireņu piemērotība zāles lopbarības un sēklu ieguvei;
- noskaidroti auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitāti noteicošie faktori optimizētos slāpekļa mēslojuma fonos;
- izpētīti auzeņaireņu un hibrīdo aireņu fitometriskie rādītāji;
- izpētīti auzeņaireņu un hibrīdo aireņu sēklu ražību noteicošie faktori un ražas struktūrelementi.

Pētījuma rezultāti apkopoti un atspoguļoti 23 publikācijās latviešu un angļu valodā, tai skaitā starptautisko kongresu, konferenču, simpoziju, darba sanāksmju recenzētas zinātniskās publikācijās un tēzēs, kā arī 3 populārzinātniskās publikācijās. Par zinātniskā darba rezultātiem sniegti 8 mutiski un 12 stenda ziņojumi starptautiskās zinātniskās konferencēs.

## IZMĒGINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODES

Lauka izmēģinājumi veikti no 2002. līdz 2007. gadam LLU MPS „Vecauce” viena lauka atšķirīgās daļās. Augsne izmēģinājumu laukā – karbonātiskā velēnglejotā, smaga smalka mālsmilts (vidēji labi iekultivēta, ar vidēji dziļu līdz dziļu aramkārtu un vidēju trūdvielu saturu tajā). Augsnes reakcija pH KCl 7.2, fosfora saturs ( $P_2O_5$ ) – 579 mg  $kg^{-1}$ , kālija saturs ( $K_2O$ ) – 238 mg  $kg^{-1}$ , trūdvielu saturs 31 g  $kg^{-1}$ .

Izmēģinājumi sēti trijos gados: 2002., 2003. un 2004. gadu maija mēnesī, pēc vienotas variantu shēmas 4 atkārtojumos, lauciņu uzskaites platība 8 m<sup>2</sup>. Stiebrzāles sētas rindsējā ar izmēģinājumu sējmašīnu „Hege 80”, rindiņu attālums 11 cm. Katram sējas gadam (ciklam) izmēģinājumi ierīkoti divās daļās – zaļmasas ieguves zelmeņi un sēklu ieguves zelmeņi, katrā izmēģinājumu daļā pārbaudītas septiņas šķirnes divos slāpekļa mēslojuma fonos. Pētījumos izmantotas ganību airenēs, hibrīdas airenēs un auzeņairenes šķirnes, kuru selekcijā izmantotās vecāku formas pārstāv dažādas sugas (1. tabula / Table 1).

1. tabula / Table 1

### Izmēģinājumos pārbaudītās šķirnes *Varieties tested in trials*

Suga / <i>Species</i>	Šķirne / <i>Variety</i>	Selekcionāra norādītās vecāku formas / <i>Parental species indicate by breeder</i>	Tips / <i>Type</i> <sup>1</sup>	Izcelsme / <i>Origin</i>
Ganību airene / <i>Perennial ryegrass</i>	Spīdola	<i>Lolium perenne</i>	×	LV
Hibrīdā airene / <i>Hybrid ryegrass</i>	Ligunda	<i>L. multiflorum</i> × <i>L. perenne</i>	×	DE
	Tapirus	<i>L. multiflorum</i> × <i>L. perenne</i>	×	DE
Auzeņairene / <i>Festulolium</i>	Saikava	<i>L. perenne</i> × <i>L. multiflorum</i> × <i>F. pratensis</i>	L	LV
	Punia	<i>L. multiflorum</i> × <i>F. pratensis</i>	L	LT
	Perun	<i>L. multiflorum</i> × <i>F. pratensis</i>	L	CZ
	Lofa	<i>L. multiflorum</i> × <i>F. arundinacea</i>	L	CZ
	Hýkor	<i>L. multiflorum</i> × <i>F. arundinacea</i>	F	CZ
	Felina	<i>L. multiflorum</i> × <i>F. arundinacea</i>	F	CZ

<sup>1</sup> L – aireņu tips / *Loloid type*; F – auzeņu tips / *Festucoid type*;

Latvijā selekcionētā šķirne ‘Saikava’ ES katalogā reģistrēta kā hibrīdā airene (*Lolium* × *boucheanum* Kunth), tomēr izmēģinājumos tā vērtēta kā auzeņairene (×*Festulolium*), jo tās krustošanā izmantotās vecāku formas pārstāv divas ģintis – auzeņu (*Festuca*) un aireņu (*Lolium*).

**Zaļmasas ieguves zelmeņiem** izsējas norma bija 1000 dīgtspējīgu sēklu uz 1 m<sup>2</sup>. Sējas gadā pamatmēslojumā lietotas šādas minerālmēslojuma normas: slāpekļlis (N) – 108 kg ha<sup>-1</sup>, fosfors (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 78 kg ha<sup>-1</sup> un kālijs (K<sub>2</sub>O) – 90 kg ha<sup>-1</sup>. Zālāju zelmeņa izmantošanas gadā pamatmēslojumā pirms veģetācijas sākuma abos N mēslojuma fonos lietots P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 78 kg ha<sup>-1</sup> un K<sub>2</sub>O 90 kg ha<sup>-1</sup>. Pirmajā mēslojuma fonā slāpekļa mēslojuma norma N 120<sub>(40+40+40)</sub>, otrajā mēslojuma fonā N 180<sub>(60+60+60)</sub>. Slāpekļa mēslojums lietots daļīti – pirmo reizi pirms veģetācijas sākuma, otro reizi pēc pirmā plāvuma, trešo reizi pēc otrā plāvuma.

Zaļās masas ražas uzskaitē veģetācijas sezonā veikta ar tiešo uzskaites metodi, nopļaujot visa lauciņa ražu un to nosverot. Katra sējas gada (cikla) zelmeņim raža iegūta trīs zelmeņa izmantošanas gados:

2002. gada sējas zelmeņim attiecīgi 2003., 2004. un 2005. gados;

2003. gada sējas zelmeņim attiecīgi 2004., 2005. un 2006. gados;

2004. gada sējas zelmeņim attiecīgi 2005., 2006. un 2007. gados

**Sēklu ieguves zelmeņiem** izsējas norma bija 600 dīgtspējīgu sēklu uz 1 m<sup>2</sup>. Sējas gadā pamatmēslojumā lietots: slāpekļlis (N) – 108 kg ha<sup>-1</sup>, fosfors (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 78 un kālijs (K<sub>2</sub>O) – 90 kg ha<sup>-1</sup>. Sēklu ieguves gadā pamatmēslojumā pirms veģetācijas sākuma abos mēslojuma fonos lietots P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 104 kg ha<sup>-1</sup> un K<sub>2</sub>O 150 kg ha<sup>-1</sup>. Pirmajā mēslojuma fonā slāpekļa mēslojuma norma N 90, otrajā – N 120, lietota vienā paņēmienā pirms veģetācijas sākuma.

Sēklu raža noteikta un analizēta pirmajam izmantošanas gadam (attiecīgi 2003., 2004. un 2005. gados). Sēklu raža novākta ar kombainu „Hege – 140”, sēklu pilngatavības sākumā, nosakot gan sēklu, gan salmu ražas.

#### **Veiktie novērojumi, uzskaitē un analīzes**

##### **Zaļmasas ieguves zelmeņi**

- Šķirņu ziemcietība vērtēta vizuāli, ballēs, atbilstoši (LR ZM Instrukcija Nr. 6 no 20/06/2003), kur 9 – ziemcietība ļoti laba, augi ir pilnībā pārziemojuši; 1 – augi pilnīgi gājuši bojā.
- Fotosintētiskās darbības rādītāji 2002. un 2003. sējas gadu zelmeņiem noteikti pirmajā izmantošanas gadā, bet 2004. sējas gada zelmeņim, pirmajā un otrajā izmantošanas gados. Zāles paraugi ņemti laika periodā no veģetācijas atjaunošanās pavasarī līdz pirmajam plāvējumam ar 7 līdz 10 dienu intervālu, no 0,05 m<sup>2</sup> platības 2 atkārtojumos. Lapu laukuma indekss (LLI) noteikts ar disku metodi, fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP) tika noteikta pēc C. Vesta, G. Briggsa un F. Kidda, metodes (Ничипорович и др., 1961).
- Zaļās masas ražas uzskaitē veģetācijas sezonā veikta trijos plāvējumos, un sausnas raža noteikta atbilstoši „Daudzgadīgo un viengadīgo zālaugu šķirņu saimniecisko īpašību novērtēšanas metodika” (LR ZM Instrukcija Nr. 6 no 20/06/2003).

- Pirmā plāvuma sausnas ražai LLU Agronomisko analīžu zinātniskā laboratorijā noteikti kvalitātes rādītāji: kopslāpekļis, rezultātu pareizinot ar koeficientu 6.25, iegūts kopproteīna saturs sausnā (ISO 5983-2: 2005); neitrāli skalotā kokšķiedra NDF (LVS EN ISO 16472: 2006); skābi skalotā kokšķiedra ADF (LVS EN ISO 13906: 2008); sausnas sagremojamība *in vitro* (celulāžu metode); neto enerģija laktācijai NEL MJ kg<sup>-1</sup>.
- Sniega pelējuma izplatība zelmeņos tika novērota 2005. gada pavasarī, un tā vērtēta ballēs no 1 līdz 9, pieņemot, ka 1 – slimības pazīmes nav novērotas, visi augu veseli; 9 – visi augi slimi.

#### **Sēklu ieguves zelmeņi**

- Vizuāli vērtēta šķirņu ziemcietība (metodika kā pļaušanas daļā).
- Vizuāli vērtēta šķirņu izturība pret veldrēšanos ballēs atbilstoši (LR MK noteikumiem Nr. 469), kur 9 – veldres sējumā praktiski nav, stieбри atrodas vertikālā stāvoklī; 1 – pilnīga veldre, sējums pilnībā sagūlis.
- Ģeneratīvo dzinumu skaits noteikts katrā izmēģinājuma lauciņā ar rāmīti 0.05 m<sup>2</sup> platībā.
- Augu garums mērīts katrā izmēģinājuma lauciņā četrās vietās.
- Pirms sēklu ražas novākšanas no katra izmēģinājumu lauciņa noņemti paraugkūļi, analizējot 25 ziedkopas. Tika noteikti šādi sēklu produktivitāti veidojoši parametri: ziedkopas garums (cm), ziedkopas masa (g), vārpiņu skaits ziedkopā (gab.).
- Sēklu ražas dati izteikti pie 100% sēklu tūrbības un 15% standartmitruma.
- Virszemes biomasas raža izteikta, summējot salmu masu un netūrītas sēklu vārsmas masu, izteiktu pie 15% mitruma.
- 1000 sēklu masu noteikta iztūrtai sēklai, atbilstoši ISTA noteikumiem.

Izmēģinājumos iegūto datu statistiskai apstrādei izmantota dispersijas, korelācijas vienfaktora un daudzfaktoru lineārās regresijas analīzes. Datu būtiskuma vērtēšanai izmantoja Fišera kritēriju.

#### **Meteoroloģisko apstākļu raksturojums**

Informācija par meteoroloģiskajiem apstākļiem izmēģinājumu veikšanas gados tika ņemta no automātiskās meteostācijas „Hardi Metpole” un „Dacom Metapole”, kuras uzstādīta LLU MPS „Vecauce”, kā arī no tuvākās meteoroloģiskās stacijas Dobelē. Meteoroloģiskie apstākļi 2002. gadā bija labvēlīgi stiebrzāļu veģetatīvai attīstībai, kas deva iespēju iesētajiem zālaugiem labi ieaugt un nostiprināties. Apmierinošs stiebrzāļu augšanai un attīstībai, kā arī ļoti labs sēklu ražas ieguvei bija 2003. gads. Ļoti labvēlīgs stiebrzāļu veģetatīvajai attīstībai visas sezonas garumā bija 2004. gads, bet mitruma pārbagātība nelabvēlīgi ietekmēja sēklu ražas ieguvi. Apmierinošs stiebrzāļu augšanai un attīstībai, kā arī sēklu ražas ieguvei bija 2005. gads. Nelabvēlīgs veģetatīvajai attīstībai sausuma dēļ bij 2006. gads. Visas sezonas garumā labvēlīgs veģetatīvajai attīstībai bija 2007. gads.



## IZMĒĢINĀJUMU REZULTĀTI

### Zelmeņa produktivitāte un to noteicošie faktori

**Ziemciētība.** Izmēģinājuma gados bija dažādi ziemšanas apstākļi, tāpēc arī ziemciētības rezultāti bija atšķirīgi. Pirmajā izmantošanas gadā visas šķirnes uzrādīja labu vidējo ziemciētību. Labākā ziemciētība konstatēta Lietuvā selekcionētai šķirnei ‘Punia’ (2. tabula / Table 2), no kuras tikai nedaudz atpalika ganību airene ‘Spīdola’ un auzeņu tipa auzeņairene ‘Hykor’.

2. tabula / Table 2

### Zelmeņu ziemciētība trijos izmantošanas gados, balles *Winter hardiness (points) distribution between years of sward use*

Izmantošanas gads / Year of sward use (F <sub>C</sub> )	N norma / N rate, kg ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Šķirne / Variety (F <sub>A</sub> )							
		Spīdola	Tapirus	Saikava	Perun	Punia	Lofa	Felina	Hykor
2002. sējas gads / 2002 sowing year									
Pirmais / First	N 120	7.8	6.8	–	7.5	8.0	6.5	7.5	7.0
	N 180	7.8	6.8	–	7.5	8.0	6.5	7.5	7.0
Otrais / Second	N 120	7.8	7.5	–	7.5	8.0	7.3	7.8	7.8
	N 180	8.0	7.5	–	7.5	8.0	7.5	8.0	7.8
Trešais / Third	N 120	6.3	5.5	–	5.8	6.5	5.3	7.0	7.0
	N 180	6.3	5.5	–	6.0	6.8	5.3	6.8	7.3
RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> F <sub>A</sub> = 0.34; F <sub>B</sub> = 0.18; F <sub>C</sub> = 0.22; F <sub>AB</sub> = 0.48; F <sub>AC</sub> = 0.59; F <sub>BC</sub> = 0.31									
2003. sējas gads / 2003 sowing year									
Pirmais / First	N 120	7.8	8.0	8.0	7.8	8.3	7.8	–	7.8
	N 180	7.8	8.0	8.0	7.8	8.3	7.8	–	7.8
Otrais / Second	N 120	6.5	6.0	6.8	6.5	7.0	6.0	–	6.5
	N 180	6.5	5.8	6.3	6.0	6.8	5.5	–	6.5
Trešais / Third	N 120	4.0	3.5	4.5	3.8	5.0	2.8	–	5.3
	N 180	4.8	3.0	5.3	4.0	5.0	2.5	–	5.3
RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> F <sub>A</sub> = 0.32; F <sub>B</sub> = 0.17; F <sub>C</sub> = 0.24; F <sub>AB</sub> = 0.45; F <sub>AC</sub> = 0.56; F <sub>BC</sub> = 0.30									
2004. sējas gads / 2004 sowing year									
Pirmais / First	N 120	7.8	6.0	5.8	6.5	7.0	5.8	–	8.0
	N 180	7.0	5.5	5.8	6.0	7.0	5.8	–	8.0
Otrais / Second	N 120	4.0	3.5	5.0	4.0	5.0	4.0	–	5.5
	N 180	4.5	3.3	4.8	4.5	5.3	3.8	–	5.5
Trešais / Third	N 120	5.0	5.8	5.8	6.0	5.8	5.0	–	5.5
	N 180	6.0	5.8	6.5	5.3	5.5	5.3	–	6.3
RS <sub>0.05</sub> / LSD <sub>0.05</sub> F <sub>A</sub> = 0.35; F <sub>B</sub> = 0.18; F <sub>C</sub> = 0.23; F <sub>AB</sub> = 0.49; F <sub>AC</sub> = 0.60; F <sub>BC</sub> = 0.32									

Šķirņu 'Punia' un 'Spīdola' labā ziemcietība varētu būt saistīta ar to izcelsmi, jo Baltijas klimatiskajos apstākļos ziemcietībai selekcionāri pievērs īpašu uzmanību.

Zemākā ziemcietība bija aireņu tipa auzeņairenei 'Lofa', kā arī vēlīnai hibrīdai airenei 'Tapirus', tomēr arī 6.8 balles ir labs vērtējums Latvijas apstākļiem. Arī otrajā un trešajā zelmeņa izmantošanas gadā labāka ziemcietība bija Lietuvā selekcionētai šķirnei 'Punia' un auzeņu tipa auzeņairenei 'Hykor'. Zemākā ziemcietība bija hibrīdai airenei 'Tapirus', kā arī aireņu tipa auzeņairenei 'Lofa'.

Trijos zelmeņa izmantošanas gados, visām šķirnēm konstatēta secīga ziemcietības rādītāju samazināšanās. Aireņu tipa auzeņairesnes šķirnēm konstatēta straujāka ziemcietības samazināšanās, salīdzinājumā ar auzeņu tipa auzeņairesnes šķirnēm. Straujākais ziemcietības rādītāju samazinājums bija šķirnei 'Lofa'. Trīsfaktoru dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka ziemcietības rezultātus būtiski ietekmēja izmantotā šķirne un zelmeņa izmantošanas gads, savukārt N mēslojuma normas ietekme nebija būtiska.

Ziemcietība 2004./2005. gadā visām šķirnēm bija zemāka, jo rezultātus ietekmēja inficēšanās ar sniega pelējumu. To izraisīja ziemā uzkrītā sniega sega uz nesasalūšas augsnes. Konstatēta būtiska ( $p < 0.05$ ) korelācija starp inficēšanās pakāpi ar sniega pelējumu un šķirņu ziemcietību.

Sēklu ieguves zelmeņos labāko vidējo ziemcietību uzrādīja abas auzeņu tipa auzeņairesnes 'Felina' un 'Hykor' (attiecīgi 7.8 un 7.7 balles). No tām tikai nedaudz atpalika Lietuvā selekcionētā šķirne 'Punia' (7.5 balles) un Latvijā selekcionētā šķirne 'Saikava' (7.3 balles). Zemākā vidējā ziemcietība (6.6 balles) bija aireņu tipa auzeņairenei 'Lofa' un vēlīnai hibrīdās airesnes šķirnei 'Tapirus'. Agrīnā hibrīdās airesnes šķirne 'Ligunda' ļoti slikti (ziemcietība 2.5 balles) pārziemoja 2002./2003. gada bargajā ziemā. Sliktās ziemcietības dēļ, šķirne 'Ligunda' turpmākajos sējas gados netika izmantota, un tās vietā sēklu ieguves izmēģinājumos iekļauta šķirne 'Felina'.

### **Sausnas raža**

Izmēģinājumos stiebrzāļu raža novākta trijos plāvumos, kas ir Latvijas veģetācijas sezonai piemērots vidējais plāvumu skaits kultivētajos zālāju zelmeņos. Lielāko sausnas ražas daļu deva pirmais plāvums. Vidējā pirmā plāvuma raža trijos izmantošanas gados bija  $4.89 \text{ t ha}^{-1}$  vai 49% no kopējās sausnas ražas. Augstāzīgākām šķirnēm bija arī lielākās pirmā plāvuma ražas. Konstatēta atšķirīga ziemcietības ietekme uz pirmā plāvuma sausnas ražu, dažādos zelmeņa izmantošanas gados. Ziemcietības ietekme pieaug, zelmenim novecojot, un lielāka tā bija trešajā izmantošanas gadā. Pirmajā izmantošanas gadā ziemcietības ietekme uz pirmā plāvuma ražu bija zema (lineārās regresijas koeficients  $b_{yx} = 0.54$ ) un nebūtiska ( $p > 0.05$ ), savukārt otrajā zelmeņa izmantošanas gadā ziemcietības ietekme bija lielāka ( $b_{yx} = 0.61$ ) un būtiska

( $p < 0.01$ ). Trešajā zelmeņa izmantošanas gadā ziemcietības ietekme bija būtiska ( $p < 0.01$ ), un tā bija augstākā ( $b_{yx} = 1.03$ ), par ko liecina lineārās regresijas koeficienti.

Visām šķirnēm bija raksturīgas zemas ražas otrajā plāvumā, ko ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi – siltais un sausais laiks vasaras vidū, vairākos izmēģinājumu gados. Vidējā otrā plāvuma raža trijos izmantošanas gados bija 2.09 t ha<sup>-1</sup> vai 21% no kopējās sausnas ražas.

Pirmajā zelmeņa izmantošanas gadā auzeņairesnes, hibrīdās airesnes un ganību airesnes šķirnēm bija būtiski atšķirīgas vidējās sausnas ražas. Augstākā ražība bija auzeņu tipa auzeņairenei šķirnei ‘Felina’, tomēr jāņem vērā, ka tie ir tikai viena sējas gada rezultāti (3. tabula / Table 3).

3. tabula / Table 3

**Sausnas raža pirmajā, otrajā un trešajā izmantošanas gadā, t ha<sup>-1</sup>  
(vidēji trīs sējas ciklos)**

*Dry matter yield in the first, second and third years of sward use, t ha<sup>-1</sup>  
(average for three sowing cycles)*

Izmanto- šanas gads / Year of sward use	Šķirne / Variety							Felina <sup>1</sup>	Saikava <sup>2</sup>
	Spīdola	Tapirus	Perun	Punia	Lofa	Hykor			
	Trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / Three sowing cycles trial results <sup>3</sup>								
Pirmais / First	9.16 <sup>a</sup>	12.32 <sup>b</sup>	14.42 <sup>c</sup>	14.58 <sup>c</sup>	12.67 <sup>b</sup>	14.40 <sup>c</sup>	16.41	10.91	
S $\bar{x}$	0.56	0.67	0.72	0.7	0.68	0.74	0.39	0.86	
Otrais / Second	6.13 <sup>a</sup>	7.92 <sup>b</sup>	9.27 <sup>c</sup>	9.14 <sup>c</sup>	8.25 <sup>b</sup>	11.94 <sup>d</sup>	13.76	6.78	
S $\bar{x}$	0.5	0.72	0.66	0.7	0.69	0.78	0.46	0.21	
Trešais / Third	5.34 <sup>a</sup>	6.83 <sup>b</sup>	8.21 <sup>c</sup>	7.36 <sup>d</sup>	7.30 <sup>d</sup>	10.81 <sup>e</sup>	9.26	6.77	
S $\bar{x}$	0.27	0.37	0.43	0.27	0.34	0.3	0.34	0.37	

<sup>1</sup> viena sējas cikla izmēģinājumu rezultāti (n = 8) / one sowing cycle trial results;

<sup>2</sup> divu sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti (n = 16) / two sowing cycles trial results;

<sup>3</sup> šķirnēm ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem (n = 24) vērtības ar dažādiem burtiem augšrakstā, ir būtiski atšķirīgas  $p < 0.05$  līmenī vienā izmantošanas gadā / for varieties with three sowing cycles trial results (n = 24), mean values in each year of sward use with different letters on superscript are significantly different at the  $p < 0.05$  level.

Dispersijas analīze visos zelmeņa izmantošanas gados, veikta šķirnēm ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem (n = 24). Salīdzinot šķirnes ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem, augstākās vidējās sausnas ražas pirmajā

izmantošanas gadā deva otra auzeņu tipa auzeņaireses šķirne ‘Hykor’, kā arī aireņu tipa auzeņaireses šķirnes ‘Punia’ un ‘Perun’.

Otrajā zelmeņa izmantošanas gadā auzeņaireses, hibrīdās aireses un ganību aireses šķirnēm bija būtiski zemāka vidējā sausnas raža, salīdzinājumā ar pirmo zelmeņa izmantošanas gadu. Ganību airenei otrajā izmantošanas gadā raža bija samazinājusies par 3.03 t ha<sup>-1</sup> vai 33%. Hibrīdās aireses un aireņu tipa auzeņaireses šķirnēm ražas samazinājums bija līdzīgs – par 36%, kas attiecīgi sastādīja 4.40 un 4.78 t ha<sup>-1</sup>. Ievērojami mazāks ražības kritums, par 2.46 t ha<sup>-1</sup> vai 17%, starp pirmo un otro zelmeņa izmantošanas gadu, bija auzeņu tipa auzeņairesnei ‘Hykor’, tomēr arī tas bija būtisks. Otrai auzeņu tipa auzeņairesnei ‘Felina’ (viena sējas cikla rezultāti) ražības samazinājums arī bija par 17%.

Trešajā zelmeņa izmantošanas gadā vidējā sausnas raža bija būtiski zemāka, salīdzinājumā ar otro izmantošanas gadu, tomēr ražības samazinājums nebija tik straujš kā starp pirmo un otro izmantošanas gadu. Kopējais ražas samazinājums starp pirmo un trešo izmantošanas gadu ganību airenei bija par 42%, kas sastādīja 3.82 t ha<sup>-1</sup>. Hibrīdās aireses un aireņu tipa auzeņaireses šķirnēm ražas samazinājums bija līdzīgs (attiecīgi par 45% un 44%), kas sastādīja 5.49 un 5.73 t ha<sup>-1</sup>. Stabilāku zelmeņa produktivitāti uzrādīja auzeņu tipa auzeņaireses šķirnes, kuru ražības kritums bija mazāks – par 35%.

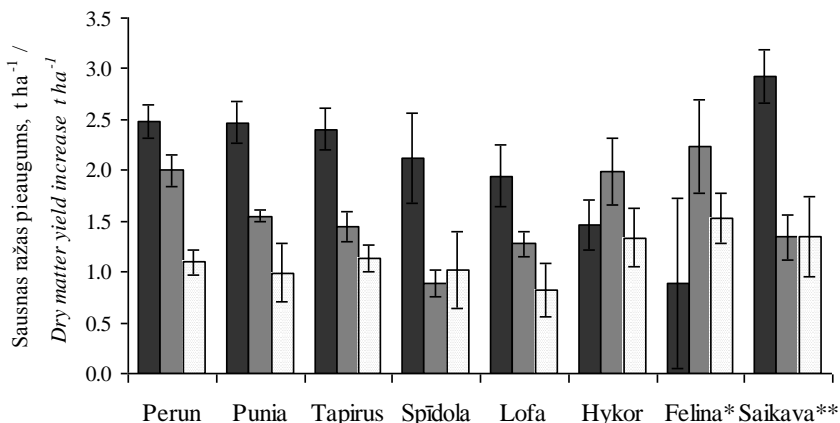
Sausnas ražas atšķirības starp šķirnēm sējas ciklos veidojās līdzīgi. Šķirnes, kurām bija raksturīga augstāka vidējā sausnas raža, bija ražīgākas arī visos sējas ciklu gados, attiecīgi mazražīgākās šķirnes veidoja zemākas ražas arī katrā no izmēģinājuma gadiem. Tādas pašas likumsakarības novērotas arī starp trijiem zelmeņa izmantošanas gadiem. No tā var secināt, ka izmēģinājumā iekļautās šķirnes, neskatoties uz to ģenētiskajām atšķirībām, līdzīgi reaģē uz zelmeņa novecošanos, kā arī uz klimatisko faktoru iedarbību.

Trijos zelmeņa izmantošanas gados augstāka vidējā sausnas raža bija auzeņu tipa auzeņairesnei ‘Hykor’ (12.38 t ha<sup>-1</sup>). Arī otrai šķirnei ‘Felina’ ar viena sējas cikla izmēģinājumu rezultātiem bija augsta vidējā sausnas raža (13.14 t ha<sup>-1</sup>). Šķirnes ‘Perun’ (10.63 t ha<sup>-1</sup>) un ‘Punia’ (10.36 t ha<sup>-1</sup>) bija ražīgākās starp aireņu tipa auzeņaireses šķirnēm.

**Slāpekļa mēslojuma normas** palielināšana no 120 uz 180 kg ha<sup>-1</sup>, nodrošināja būtisku vidējo sausnas ražas pieaugumu visām auzeņaireses, hibrīdās aireses un ganību aireses šķirnēm visos zelmeņa izmantošanas gados.

Pirmajā zelmeņa izmantošanas gadā slāpekļa mēslojuma norma atšķirīgi ietekmēja aireņu un auzeņu tipa auzeņaireses šķirņu sausnas ražas pieaugumu. Aireņu tipa auzeņaireses šķirnēm ‘Perun’, ‘Punia’, ‘Lofa’, ‘Saikava’, palielinot N mēslojuma normu no 120 uz 180 kg ha<sup>-1</sup>, vidējais sausnas ražas pieaugums bija par 2.46 t ha<sup>-1</sup> vai 21%. Savukārt auzeņu tipa auzeņaireses šķirnēm ‘Hykor’ un ‘Felina’ slāpekļa mēslojuma normas palielināšanas pozitīva ietekme uz ražas pieaugumu bija vājāk izteikta. Šim

šķirnēm vidējais sausas ražas pieaugums bija tikai par 1.18 t ha<sup>-1</sup> vai 8% (1. att. / Fig. 1). Otrajā un trešajā zelmeņa izmantošanas gadā, atšķirības sausas ražas pieaugumam starp aireņu un auzeņu tipa auzeņajaireses šķirnēm nav konstatētas.



**1. att. Sausas ražas pieaugums palielinot slāpekļa mēslojumu normu no N120 uz N180 kg ha<sup>-1</sup>.**

**Fig. 1. Dry matter yield increase from applied fertiliser rate N 120 rise to N180 kg ha<sup>-1</sup>.**

■ 1. izmantošanas gads / 1st year of sward use; ▣ 2. izmantošanas gads / 2nd year of sward use; □ 3. izmantošanas gads / 3rd year of sward use;

\* viena sējas cikla izmēģinājuma rezultāti / one sowing cycle trial results;

\*\* divu sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / two sowing cycles trial results.

**Faktoru ietekmes īpatsvara** salīdzinājums sausas ražas veidošanā liecina, ka plāvuma faktors nodrošina vislielākās sausas ražas atšķirības pirmajā un trešajā zelmeņa izmantošanas gadā (4. tabula / Table 4). Plāvuma faktora augsto ietekmes īpatsvaru var skaidrot ne tikai ar stiebrzāļu ataugšanas tempa izmaiņām, bet arī ar atšķirīgajiem meteoroloģiskiem apstākļiem veģetācijas sezonas laikā.

Nozīmīgs faktors ražu atšķirību veidošanā visos zelmeņa izmantošanas gados bija izmantotā šķirne. Otrajā zelmeņa izmantošanas gadā šķirnes faktora ietekmes īpatsvars bija visaugstākais. Kaut arī slāpekļa mēslojuma normu palielināšana nodrošināja būtisku vidējo sausas ražas pieaugumu, tomēr šī faktora ietekmes īpatsvars bija viszemākais. Slāpekļa mēslojuma faktora zemo ietekmes īpatsvaru iespējams skaidrot ar izmēģinājumā lietotām optimizētām

mēslojuma normām, neizmantojot nemēslotu kontroles variantu. Atāla ataugšanu pēc plāvuma iespaido ne tikai meteoroloģiskie apstākļi, bet arī konkrētās zālaugu sugas ataugšanas spēja. Par to liecina šķirnes un plāvuma faktoru mijiedarbības efekta būtiska ietekme uz sausas ražu visos zelmeņa izmantošanas gados.

4. tabula / Table 4

**Šķirnes, slāpekļa mēslojuma normas un plāvuma faktoru ietekmes  
īpatsvars uz trīs sējas ciklu vidējo sausas ražu, η, %**  
*Variety, nitrogen fertilisation and cut factors influence on average dry matter  
yield for 3 sowing cycles trial results, η, %*

Faktors / Factors	Izmantošanas gads / Year of sward use		
	Pirmais / First	Otrais / Second	Trešais / Third
Šķirne / Variety (A)	11.8*	39.1*	15.5*
N mēslojum norma / N fertiliser rate (B)	3.8*	7.4*	1.6*
Plāvums / Cut (C)	78.6*	32.3*	76.1*
Mijiedarbība / Interaction (A x B)	0.1	0.5*	0.0
Mijiedarbība / Interaction (A x C)	4.3*	14.9*	3.8*
Mijiedarbība / Interaction (B x C)	0.1*	0.5*	0.8*
Mijiedarbība / Interaction (A x B x C)	0.1	1.1*	0.4*

\* pērtātais faktors būtisks 95% ticamības līmenī ( $F_{\text{fakt}} > F_{0.05}$ ) / influence of factor significant at the 95% probability level.

Klimatiskie, īpaši meteoroloģiskie apstākļi lielā mērā ietekmē daudzgadīgo stiebrzāļu produktivitāti. Nosakot meteoroloģisko faktoru ietekmi, tiek salīdzināti atšķirīgi izmēģinājuma gadi, kā meteoroloģisko faktoru kopums konkrētajā izmēģinājuma gadā.

Zelmeņa izmantošanas gads būtiski ietekmēja sausas ražu. Abos slāpekļa mēslojuma variantos lielāko datu variēšanu pirmā plāvuma ražai nodrošinājis zelmeņa izmantošanas gads, bet nozīmīgs bijis arī meteoroloģisko apstākļu faktors (5. tabula / Table 5). Jāatzīmē zelmeņa izmantošanas gada un meteoroloģisko apstākļu mijiedarbības efekta lielā ietekme uz sausas ražu. Kaut arī otrā plāvuma ražas vairākos izmēģinājumu gados bija ļoti zemas sausā un karstā laika dēļ, tomēr meteoroloģisko apstākļu ietekmes īpatsvars nebija noteicošais. Lielāko datu variēšanu otrā un trešā plāvuma ražai nodrošināja tieši izmantošanas gada un meteoroloģisko apstākļu mijiedarbība. Mijiedarbības efekta ietekme bija augstāka salīdzinājumā ar atsevišķu faktoru ietekmes

īpatsvaru. Tas liecina, ka, zelmenim novecojot, zālaugi krasāk reaģē uz nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem apstākļiem.

5. tabula / Table 5

**Šķirnes, zelmeņa izmantošanas gada un meteoroloģisko faktoru ietekmes īpatsvars uz sausas ražas veidošanās dinamiku, η %**  
**Variety, year of sward use and meteorological factors influence on dry matter yield formation, η, %**

Faktors / Factors	N norma / N rate	Pļāvums / Cut		
		Pirmais / First	Otrais / Second	Trešais / Third
Šķirne / Variety (A)	N 120	9.4*	7.5*	26.4*
	N 180	9.7*	7.3*	21.5*
Izmantošanas gads / Year of sward use (B)	N 120	36.1*	16.2*	8.6*
	N 180	33.0*	20.3*	17.2*
Meteoroloģiskie apstākļi / Meteorological conditions (C)	N 120	18.9*	6.4*	12.0*
	N 180	14.5*	10.5*	10.9*
Mijiedarbība / Interaction (A x B)	N 120	1.9*	2.0*	3.1*
	N 180	1.2*	1.5*	3.3*
Mijiedarbība / Interaction (A x C)	N 120	0.8*	0.6*	3.7*
	N 180	1.1*	0.7*	0.5
Mijiedarbība / Interaction (B x C)	N 120	28.1*	59.8*	32.4*
	N 180	36.1*	54.9*	37.3*
Mijiedarbība / Interaction (A x B x C)	N 120	0.9*	4.3*	9.4*
	N 180	1.3*	2.8*	3.4*

\* pētītais faktors būtisks 95% ticamības līmenī ( $F_{\text{fakt}} > F_{0,05}$ ) / influence of factor significant at the 95% probability level.

Zelmeņa veģetācijas perioda laikā pieaug šķirnes nozīme ražu atšķirību veidošanā, un trešajā pļāvumā šķirnes faktora ietekmes īpatsvars ir lielāks. Savukārt zelmeņa izmantošanas gada ietekme samazinās, un trešajā pļāvumā šī faktora ietekmes īpatsvars bija zemāks salīdzinājumā ar pirmo un otro pļāvumu.

**Sēklu raža**

Vidēji trijos izmēģinājuma gados augstākās sēklu ražas deva aireņu tipa auzenei 'Lofa' ( $1252 \text{ kg ha}^{-1}$ ) un 'Saikava' ( $1049 \text{ kg ha}^{-1}$ ), bet hibrīdā airene 'Tapirus' ( $686 \text{ kg ha}^{-1}$ ) deva zemāko sēklu ražu (6. tabula / Table 6). Kaut arī agrīnās hibrīdās airenes šķirnes 'Ligunda' sēklu raža (viena izmēģinājumu gada rezultāti) bija viszemākā, salīdzinājumā ar citām šķirnēm,

tomēr ņemot vērā tās slikto ziemcietību un zemo produktīvo dzinumu skaitu, iegūtā vidējā sēklu raža ( $641 \text{ kg ha}^{-1}$ ) bija pietiekami augsta. Tas norāda uz šīs šķirnes potenciāli iespējamām augstām sēklu ražām Rietumeiropas klimatiskajos apstākļos, tomēr Latvijas klimatiskajiem apstākļiem tā nav piemērota.

6. tabula / Table 6

**Sēklu raža,  $\text{kg ha}^{-1}$  (vidēji trīs sējas ciklos)**  
**Seed yield,  $\text{kg ha}^{-1}$  (average for three sowing cycles)**

N norma / N rate $\text{kg ha}^{-1}$	Šķirne / Variety							Felina <sup>2</sup>	Ligunda <sup>1</sup>
	Tapirus	Saikava	Perun	Punia	Lofa	Hykor			
	Trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / Three sowing cycle trial results <sup>3</sup>								
N 90	656	1010	792	690	1196	775	909	606	
$S_{\bar{x}}$	35	87	25	33	70	37	49	33	
N 120	717	1088	960	821	1308	900	984	675	
$S_{\bar{x}}$	41	77	46	25	64	27	36	37	
Vidēji / Mean	686 <sup>a</sup>	1049 <sup>b</sup>	876 <sup>c</sup>	755 <sup>d</sup>	1252 <sup>e</sup>	838 <sup>c</sup>	947	641	
$S_{\bar{x}}$	27	57	31	24	48	26	31	26	

<sup>1</sup> viena sējas cikla izmēģinājumu rezultāti / one sowing cycle trial results;

<sup>2</sup> divu sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / two sowing cycles trial results;

<sup>3</sup> šķirnēm ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem ( $n = 24$ ) vidējās vērtības ar dažādiem burtiem augšrakstā, ir būtiski atšķirīgas  $p < 0.05$  līmenī / for varieties with three sowing cycles trial results ( $n = 24$ ), mean values with different letters on superscript are significantly different at the  $p < 0.05$  level.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no 90 uz 120  $\text{kg ha}^{-1}$ , nodrošināja būtisku sēklu ražas pieaugumu visām šķirnēm. Sēklu ražas pieaugumam slāpekļa mēslojuma ietekmē, atšķirības starp aireņu un auzeņu tipa auzeņairesnes šķirnēm nav konstatētas. Aireņu tipa auzeņairesnes šķirnēm ‘Saikava’, ‘Perun’, ‘Punia’ un ‘Lofa’ vidējais sēklu ražas pieaugums bija par 122  $\text{kg ha}^{-1}$  vai 13%, bet auzeņu tipa auzeņairesnes šķirnēm ‘Felina’ un ‘Hykor’ vidējais sēklu ražas pieaugums bija par 100  $\text{kg ha}^{-1}$  vai 12%. Hibrīdās airesnes šķirņu vidējais sēklu ražas pieaugums bija par 65  $\text{kg ha}^{-1}$  vai 10%.

Sēklu ražu veidošanā, lielākā ietekme bija šķirnes faktoram ( $\eta, \% = 52.3$ ), un tā bija būtiska ( $F_{\text{fakt}} = 130.66 > F_{0.05} = 2.30$ ). Klimatisko, īpaši meteoroloģisko, apstākļu ietekmē stiebrzāļu sēklu ražas var ievērojami svārstīties. Izmēģinājuma gads, kā meteoroloģisko faktoru kopums, deva būtiskas ( $F_{\text{fakt}} = 97.57 > F_{0.05} = 3.08$ ) sēklu ražu atšķirības, un faktora ietekmes



īpatsvars bija ( $\eta$ , % = 15.6) salīdzinoši augsts. Kaut arī slāpekļa mēslojuma normas palielināšana nodrošināja būtisku ( $F_{\text{fakt}} = 57.24 > F_{0.05} = 3.93$ ) vidējo sēklu ražas pieaugumu, tomēr salīdzinoši zemais ( $\eta$ , % = 4.6) faktoru ietekmes īpatsvars ļauj secināt, ka N120 kg ha<sup>-1</sup> ir tuvu optimālajai slāpekļa mēslojuma normai hibrīdās airenēs un auzeņairenēs sēklaudzēšanas sējumos.

Konstatēta būtiska ( $F_{\text{fakt}} = 21.19 > F_{0.05} = 1.91$ ) šķirnes un meteoroloģisko apstākļu faktoru mijiedarbības ietekme uz sēklu ražu. Mijiedarbības efekta ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 16.9) bija augstāks salīdzinājumā ar meteoroloģisko apstākļu faktora ietekmes īpatsvaru.

### Sēklu ražas struktūrelementi un tos ietekmējošie faktori

**Izturība pret veldri** un augu garums var tieši vai pastarpināti ietekmēt sēklu ražas veidošanos. Visos izmēģinājuma gados šķirnes ietekme uz izturību pret veldri bija būtiska ( $p < 0.001$ ). Šķirnes ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 91.8) bija ievērojami augstāks par slāpekļa mēslojuma un faktoru mijiedarbības ietekmi. Slāpekļa mēslojuma normas izmēģinājuma gados atšķirīgi ietekmēja izturību pret veldri. Divos (2003.g. un 2004.g.) gados slāpekļa mēslojuma ietekme nebija būtiska ( $p > 0.05$ ). Tikai 2005. gadā slāpekļa mēslojuma ietekme uz veldres izturību bija būtiska 95% ticamības līmenī. To varētu skaidrot ar stipro saveldrēšanās pakāpi visām aieņu tipa šķirnēm, abos mēslojuma fonos. Augstā saveldrēšanās pakāpe aieņu tipa auzeņairenēs un hibrīdās airenēs šķirnēm liek apsvērt slāpekļa mēslojuma normas palielināšanas lietderību pie dotā agrofona un sēklu izsējas normas.

**Auga garums** pētītajām šķirnēm bija atšķirīgs (7. tabula / Table 7.) Lielāks auga garums bija auzeņu tipa šķirnēm 'Hykor' un 'Felina', bet īsāks augu garums bija raksturīgs abām hibrīdās airenēs šķirnēm. Visām izmēģinājumā iekļautām šķirnēm bija raksturīga plaša augu garuma variēšana šķirnes robežās. Būtiska pozitīva korelācija starp augu garumu un veldres izturību aieņu tipa šķirnēm, konstatēta tikai divos izmēģinājuma gados (attiecīgi  $r_{2003} = 0.69 > r_{(0.05; 12)} = 0.58$  un  $r_{2004} = 0.64 > r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ), bet 2005. gadā būtiska korelācija netika konstatēta ( $r_{2005} = 0.16 < r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ). Auzeņu tipa šķirnēm, neskatoties uz lielāku augu garumu, bija augstāka noturība pret veldri, salīdzinājumā ar aieņu tipa šķirnēm. Iegūtie rezultāti liecina, ka izmēģinātajām šķirnēm veldres izturību ietekmē nevis augu garums, bet šķirnes citas īpašības vai nepētīti faktori (piemēram vēja stiprums). Visos izmēģinājuma gados, šķirnes ietekme uz augu garumu bija būtiska ( $p < 0.001$ ). Šķirnes ietekmes īpatsvars uz augu garumu ( $\eta$ , % = 90.3) bija ievērojami lielāks par slāpekļa mēslojuma un faktoru mijiedarbības efekta ietekmi.

**Sēklu ražu noteicošās pazīmes un struktūrelementi (vidēji trīs sējas ciklos)**  
**Seed yield formative indices and elements (average for three sowing cycles)**

N norma / N rate, kg ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Šķirne / Varieties (F <sub>A</sub> )	Veldre, balles / Lodging, points	Auga garums / Plant length, cm	Generatīvo dzinumu skaits, gab. m <sup>-2</sup> / Generative tillers	1000 sēklu masa / 1000 seed weight, g	Ziedkopas / Flower head		
						garums / length, cm	masa / weight, g	vārpīņu skaits, gab. / number of spikelets, p.
N 90	Tapirus	2.6	96.4	1412	3.92	22.5	0.70	18.1
	Saikava	2.7	99.4	1667	3.70	24.4	0.72	18.5
	Perun	3.1	104.1	1498	4.14	26.9	0.84	18.0
	Punia	2.7	104.5	1525	3.90	24.8	0.71	17.2
	Lofa	2.6	102.1	1670	3.78	25.7	0.77	19.5
	Hykor	6.3	125.4	1453	2.96	18.7	0.67	57.0
	Felina <sup>2</sup>	6.0	123.9	1530	2.44	20.0	0.78	62.9
	Ligunda <sup>1</sup>	2.8	85.4	895	2.89	17.6	0.44	16.1
N 120	Tapirus	2.2	90.6	1338	4.05	23.3	0.73	17.7
	Saikava	2.3	100.1	1597	3.57	26.0	0.72	18.5
	Perun	2.3	101.4	1467	3.96	25.9	0.77	18.2
	Punia	2.6	101.3	1573	3.82	24.3	0.72	17.0
	Lofa	2.5	101.1	1675	3.81	25.2	0.77	20.1
	Hykor	5.8	119.4	1402	2.79	18.8	0.67	53.5
	Felina <sup>2</sup>	5.8	124.6	1445	2.53	20.2	0.82	58.3
	Ligunda <sup>1</sup>	2.3	86.4	890	2.93	19.8	0.48	16.0
RS <sub>0.05</sub> F <sub>A</sub> <sup>3</sup>	0.37	1.12	116.0	0.036	0.55	0.029	0.54	
RS <sub>0.05</sub> F <sub>B</sub>	0.22	0.65	67.0	0.021	0.32	0.017	0.31	
RS <sub>0.05</sub> F <sub>AB</sub>	0.53	1.59	164.1	0.052	0.77	0.041	0.77	

viena sējas cikla izmēģinājumu rezultāti / one sowing cycle trial results;

<sup>2</sup> divu sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / two sowing cycles trial results;

<sup>3</sup> RS<sub>0.05</sub> F<sub>A</sub>, F<sub>B</sub> un F<sub>AB</sub> noteikts šķirnēm ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem /  
 LSD<sub>0.05</sub> F<sub>A</sub>, F<sub>B</sub> un F<sub>AB</sub> represent varieties with three sowing cycles trial results.

**Ģeneratīvo dzinumu skaits** uz 1 m<sup>2</sup> ir nozīmīgs rādītājs stiebrzāļu sēklu ieguves zelmeņos. Vidēji trijos izmēģinājumu gados lielāku ģeneratīvo dzinumu skaitu veidoja aireņu tipa auzeņairesnes ‘Lofa’ un ‘Saikava’. Šīs šķirnes deva arī augstākās sēklu ražas. Šķirnes un slāpekļa mēslojuma norma atšķirīgi ietekmēja ģeneratīvo dzinumu skaitu izmēģinājuma gados. Konstatēts augsts nepētīto faktoru ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 45.1). Iespējams, ka šādus rezultātus

veicinājušas plašās atšķirības šķirņu ietvaros, kas apgrūtināja noskaidrot pētāmo faktoru – šķirnes un N mēslojuma normas ietekmes būtiskumu uz ģeneratīvo dzinumu skaitu.

**1000 sēklu masa** (TSM) literatūrā biežāk tiek minēta kā kvalitatīvs, nevis sēklu ražu nosakošs rādītājs, jo zālaugu sēklas ir ļoti sīkas. Augstāka vidējā TSM konstatēta aireņu tipa auzeņairenei ‘Perun’ un hibrīdai airenei ‘Tapirus’. Zemākā TSM bija šķirnēm ‘Felina’ un ‘Hykor’. Visos trijos izmēģinājuma gados šķirnes ietekme uz TSM bija būtiska ( $p < 0.001$ ). Šķirnes ietekmes īpatsvars uz TSM ( $\eta$ , % = 95.9) bija ievērojami augstāks par slāpekļa mēslojuma un faktoru mijiedarbības efekta ietekmi.

Sakarā ar dažādajiem hibrīdu veidošanas variantiem, auzeņairesnes atšķiras morfoloģiski. Krustojumiem starp niedru auzeni un daudzziedu aireni ir morfoloģiski krasi atšķirīgas šķirnes. Trīs no izmēģinājumos iekļautajām šķirnēm ‘Felina’, ‘Hykor’ un ‘Lofa’ ir veidotas krustojot daudzziedu aireni un niedru auzeni (*L. multiflorum* × *F. arundinacea*), bet ziedkopa – skara ir tikai šķirnēm ‘Felina’ un ‘Hykor’, bet šķirnei ‘Lofa’ ziedkopa ir vārpa.

**Ziedkopas garums**, atbilstoši ziedkopas veidam – skarai, šķirnēm ‘Hykor’ un ‘Felina’ bija īsāks salīdzinājumā ar pārējām šķirnēm, kuru ziedkopa bija vārpa. Visos izmēģinājuma gados šķirnes ietekme uz ziedkopas garumu bija būtiska ( $p < 0.001$ ). Konstatēts augsts nepētīto faktoru ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 36.7) uz ziedkopas garumu, ko varētu skaidrot ar plašām ziedkopas garuma atšķirībām šķirnes robežās.

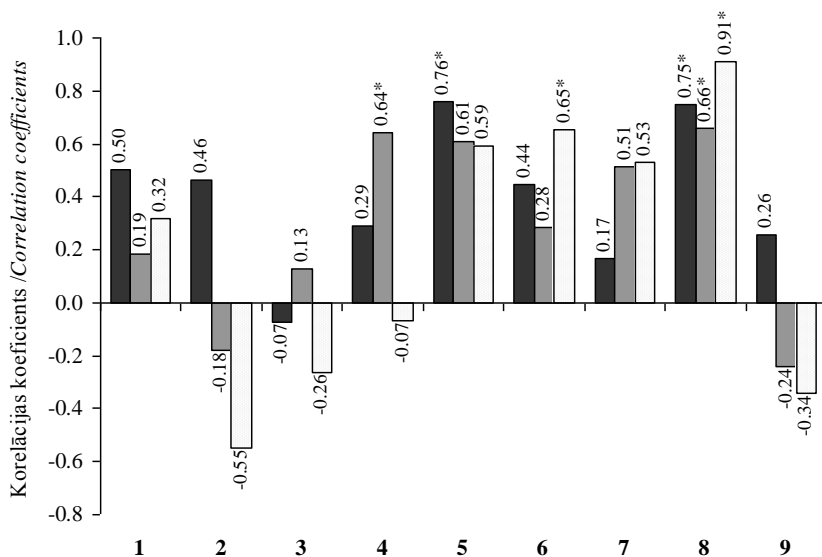
**Ziedkopas masa** bija lielāka auzeņairesnes šķirnēm ‘Perun’ un ‘Lofa’, salīdzinot aireņu tipa šķirnes. Slikti pārziemojušai šķirnei ‘Ligunda’ šis rādītājs bija zemākais. Šķirnes ietekme uz ziedkopas masu bija būtiska ( $p < 0.001$ ), un šķirnes ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 69.2) bija augstāks par slāpekļa mēslojuma un faktoru mijiedarbības ietekmi.

**Vārpiņu skaits ziedkopā**, atbilstoši ziedkopas veidam – skarai, šķirnēm ‘Hykor’ un ‘Felina’ bija ievērojami lielāks salīdzinājumā ar pārējām šķirnēm. Aireņu tipa šķirnēm lielāks vidējais vārpiņu skaits vārpā bija auzeņairesnes šķirnēm ‘Lofa’ un ‘Saikava’. Šķirnes ietekme uz vārpiņu skaitu ziedkopā bija būtiska ( $p < 0.001$ ), un šķirnes ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , % = 97.8) bija ievērojami augstāks par N mēslojuma un faktoru mijiedarbības ietekmi.

Slāpekļa mēslojuma norma izmēģinājumu gados atšķirīgi ietekmēja tādus sēklu ražu veidojošos struktūrelementus un morfoloģiskās pazīmes, kā augu garums, ģeneratīvo dzinumu skaits, TSM, ziedkopas garums, ziedkopas masa un vārpiņu skaits ziedkopā. Šādu rezultātu svārstību var skaidrot ar ievērojamām, iepriekš minēto struktūrelementu parametru atšķirībām šķirnes robežās. Starptība šķirnes robežās pie vienādas mēslojuma normas bija lielāka par vidējo parametru starptību divos mēslojuma fonos.

Plašāka sēklu ražu veidojošo elementu analīze tika veikta šķirņēm, kas parstāvēja aieņu tipu, un kuru ziedkopa ir vārpa – ‘Ligunda’, ‘Tapirus’, ‘Saikava’, ‘Perun’, ‘Punia’, ‘Lofa’.

Analizējot aieņu tipa šķirņu sēklu ražu sakarības ar pētāmajām pazīmēm, būtiska korelācija, vismaz vienā no izmēģinājumu gadiem, konstatēta ģeneratīvo dzinumu skaitam uz 1 m<sup>2</sup>, vārpas garumam un vārpiņu skaitam vārpā (2. att. / Fig. 2). Ģeneratīvo dzinumu skaits pozitīvi ietekmēja auzeņairesnes un hibrīdās aieres šķirņu sēklu ražu visos trijos izmēģinājuma gados. Būtiska lineārā sakarība ( $p < 0.05$ ) starp ģeneratīvo dzinumu skaitu un sēklu ražu konstatēta 2003. gadā, bet abos pārējos izmēģinājumu gados ticamības līmenis bija zemāks ( $p < 0.1$ ).



**2. att. Faktoriālo pazīmju ietekme uz sēklu ražu aieņu tipa šķirņēm.**

**Fig. 2. Correlation among seed yield and its formative indices for loloid type varieties.**

■ 2003.g.; ■ 2004.g.; □ 2005.g.;

1 – virszemes biomasa / *overground biomass*; 2 – ziemcietība / *winter hardiness*;

3 – izturība pret veldri / *lodging resistance*; 4 – auga garums / *plant length*;

5 – ģeneratīvo dzinumu skaits / *number of generative tillers*;

6 – vārpas garums / *ear length*; 7 – vārpas masa / *ear weight*;

8 – vārpiņu skaits vārpā / *number of spikelets per ear*; 9 – TSM.

Vārpiņu skaits vārpā pozitīvi ietekmēja aieņu tipa šķirņu sēklu ražu. Būtiskas lineārās sakarības ( $p < 0.05$ ) starp vārpiņu skaitu un sēklu ražu, konstatētas visos trijos izmēģinājuma gados. Tas liecina, ka tieši vārpiņu skaits vārpā varētu būt viens no galvenajiem sēklu ražu veidojošiem faktoriem hibrīdās aieres un auzeņaires aieņu tipa šķirnēm.

Būtiska pozitīva korelācija visos izmēģinājuma gados, konstatēta starp vārpas garumu un vārpas masu ( $r_{2003} = 0.88 > r_{(0.05; 12)} = 0.58$ ;  $r_{2004} = 0.68$  un  $r_{2005} = 0.76 > r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ). Galvenajai sēklu ražu ietekmējošai pazīmei – vārpiņu skaitam vārpā, būtiskas lineārās sakarības ( $p < 0.05$ ) divos izmēģinājuma gados konstatētas ar vārpu garumu. Sakarība starp vārpiņu skaitu vārpā un vārpu garumu 2004. gadā nebija būtiska ( $p = 0.18 > 0.05$ ). Palielinoties vārpiņu skaitam vārpā, palielinās vārpas masa. Būtiska lineārā sakarība ( $p < 0.05$ ) konstatēta 2004. un 2005. gados, bet 2003. gadā ticamības līmenis bija zemāks ( $p = 0.54 < 0.1$ ).

Šķirnēm ar lielāku ģeneratīvo dzinumu skaitu, novērota tendence veidot lielāku vārpiņu skaitu vārpā, visos trijos izmēģinājumu gados, par ko liecina pozitīvie korelācijas koeficienti. Būtiska lineārā sakarība ( $p < 0.05$ ), starp ģeneratīvo dzinumu skaitu un vārpiņu skaitu vārpā, konstatēta 2003. gadā, bet abos pārējos izmēģinājumu gados ticamības līmenis bija zemāks ( $p < 0.1$ ).

Tūkstots sēklu masas un sēklu ražas, kā arī pārējo pētāmo pazīmju savstarpējās korelatīvās sakarības pa gadiem bija mainīgas.

## Sausnas ražas kvalitātes rādītāji

**Kopproteīna** saturs ir lopbarības kvalitātes noteicošais rādītājs. Proteīna ievākumu ar pirmā plāvuma zāles ražu būtiski ietekmēja izmantotā šķirne ( $p < 0.01$ ) visos zelmeņa izmantošanas gados. Lielāka proteīna kopieguve katrā izmantošanas gadā (vidēji no 321 līdz 1177 kg ha<sup>-1</sup>) bija auzeņu tipa auzeņaires šķirnēm ‘Felina’ un ‘Hykor’. Augstāko proteīna kopieguvi šīm šķirnēm nodrošināja ne tikai to labā ražība, bet arī augstāks kopproteīna saturs sausnā, salīdzinājumā ar citām šķirnēm. Šķirnei ‘Punia’ bija augstāka proteīna kopieguve katrā izmantošanas gadā (vidēji no 241 līdz 616 kg ha<sup>-1</sup>) starp aieņu tipa šķirnēm.

Kopproteīna saturu sausnā, kā arī tā ievākumu ar pirmā plāvuma zāles ražu, būtiski ( $p < 0.01$ ) ietekmēja slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no 120 uz 180 kg ha<sup>-1</sup> visos zelmeņa izmantošanas gados. Pirmajā izmantošanas gadā vidējais kopproteīna ieguves pieaugums, bija par 88 kg ha<sup>-1</sup> vai 20%. Otrajā zelmeņa izmantošanas gadā vidējais kopproteīna ieguves pieaugums, bija par 75 kg ha<sup>-1</sup> vai 42%, bet trešajā par 131 kg ha<sup>-1</sup> vai 56% (8. tabula / Table 8). Lielākais kopproteīna ieguves pieaugums trijos zelmeņa izmantošanas gados

konstatēts hibrīdai airenei ‘Tapirus’ un aireņu tipa auzeņairenei ‘Punia’ (attiecīgi par 350 kg ha<sup>-1</sup> vai 48% un par 363 kg ha<sup>-1</sup> vai 37%).

8. tabula / Table 8

**Kopproteīna ieguve pirmajā plāvumā trijos zelmeņa izmantošanas gados, kg ha<sup>-1</sup> (vidēji trīs sējas ciklos)**  
**First cut crude protein yield for three years of sward use, kg ha<sup>-1</sup> (average for three sowing cycles)**

Šķirne / Variety	Kopproteīna raža / Crude protein yield at N120, kg ha <sup>-1</sup>			Kopproteīna ražas pieaugums / Increase of crude protein yield at N180, kg ha <sup>-1</sup>		
	Izmantošanas gads / Year of sward use			Izmantošanas gads / Year of sward use		
	Pirmais / First	Otrais / Second	Trešais / Third	Pirmais / First	Otrais / Second	Trešais / Third
Spīdola	385	173	169	111*	52*	140*
Tapirus	394	131	208	126*	102*	122*
Perun	493	157	241	125*	97*	106*
Punia	559	192	220	113*	99*	151*
Lofa	458	164	205	66	60*	134*
Hykor	639	278	320	80	85*	98*
Felina <sup>1</sup>	1170	330	330	15	35	246
Saikava <sup>2</sup>	310	192	178	67	69	48
Vidēji / Mean	551	202	234	88	75	131
S $\bar{x}$	96	24	21	14	9	20

<sup>1</sup> viena sējas cikla izmēģinājumu rezultāti / one sowing cycle trial results;

<sup>2</sup> divu sējas ciklu izmēģinājumu rezultāti / two sowing cycles trial results;

\* šķirnēm ar trīs sējas ciklu izmēģinājumu rezultātiem ražas pieaugums būtisks 95% ticamības līmenī / yield increase significant at the 95% probability level for varieties with three sowing cycles trial results.

**Kokšķiedras frakciju NDF un ADF saturs** vidēji trijos izmantošanas gados zemāks bija ganību airenei ‘Spīdola’ (attiecīgi 43% un 24%). Pārējām aireņu tipa šķirnēm NDF saturs bija robežās no 46% līdz 50%, bet ADF saturs bija robežās no 27% līdz 30%. Abām auzeņu tipa auzeņairenēm ‘Hykor’ un ‘Felina’ bija augstāks vidējais NDF (attiecīgi 56% un 58%) un ADF (attiecīgi 33% un 33%) saturs.

**Sausnas sagremojamība** ir viens no zāles lopbarības kvalitātes noteicošajiem faktoriem. Vidēji trijos izmantošanas gados augstāka sausas sagremojamība bija ganību airenei ‘Spīdola’ (76%). Pārējām aireņu tipa

šķirņēm sagremojamība bija robežās no 69% līdz 73%. Vidēji trijos izmantošanas gados, auzeņu tipa auzeņairenēm ‘Felina’ un ‘Hykor’, saunas sagremojamība bija zemāka (attiecīgi 61% un 65%). Visos trijos zelmeņa izmantošanas gados, konstatēta būtiska negatīva korelācija starp saunas sagremojamību un kokšķiedras frakciju NDF ( $p < 0.001$ ), kā arī kokšķiedras frakciju ADF ( $p < 0.001$ )

**Neto enerģija laktācijā (NEL)**, kā lopbarības kvalitātes rādītājs ir cieši saistīta ar ADF saturu saunā. Vidēji trijos izmantošanas gados augstākais NEL bija ganību airenei ‘Spīdola’ ( $6.7 \text{ MJ kg}^{-1}$  saunas). Pārējām aireņu tipa šķirņēm NEL bija robežās no 6.2 līdz  $6.5 \text{ MJ kg}^{-1}$  saunas. Abām auzeņu tipa auzeņairenēm ‘Felina’ un ‘Hykor’, NEL bija zemāka ( $6.0 \text{ MJ kg}^{-1}$  saunas), vidēji trijos izmantošanas gados.

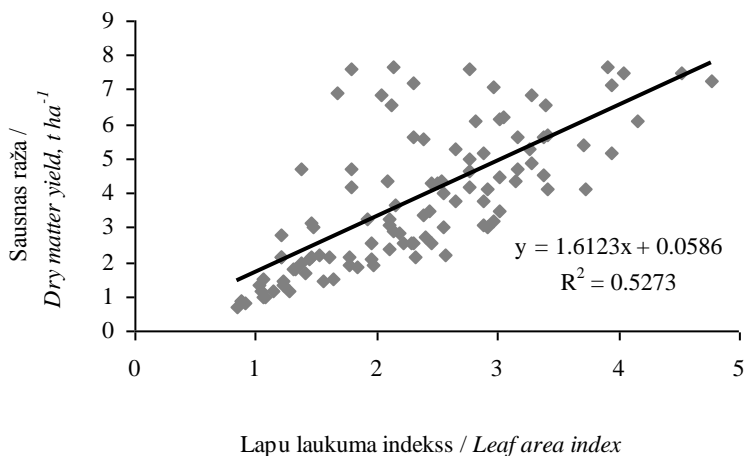
Abu kokšķiedras frakciju rādītāju pieaugums, kā arī sagremojamības un neto enerģijas rādītāju pazemināšanās trešajā zelmeņa izmantošanas gadā liecina, ka zālaugu lopbarības kvalitāti iespaido zelmeņa vecums.

Visos zelmeņa izmantošanas gados, NDF un ADF saturu saunā, saunas sagremojamību un NEL rādītājus būtiski ietekmēja izmantotā šķirne ( $p < 0.01$ ). Visos zelmeņa izmantošanas gados, būtiska slāpekļa mēslojuma ietekme uz NDF un ADF saturu saunā, saunas sagremojamību un NEL, netika konstatēta ( $p > 0.05$ ).

### Fotosintētiskā darbība

Zālaugiem lapas ir ne tikai galvenais fotosintezējošais orgāns, bet arī novācamā ražas daļa. Saunas ražas pieaugums stiebrzālēm ir cieši saistīts ar lapu virsmas laukuma palielinājumu. Konstatēta būtiska ( $p < 0.01$ ) pozitīva sakarība starp saunas ražu un lapu laukuma indeksu (LLI), pavasara ataugšanas laikā līdz pirmajam plāvumam (3. att. / Fig. 3).

Lapu virsmas laukuma ietekme uz fotosintēzes tīro produktivitāti (FTP) ir atšķirīga dažādos ataugšanas perioda posmos. Ataugšanas perioda sākumā pat neliels lapu virsmas laukuma palielinājums nodrošina augtāku fotosintēzes produktivitāti. Lapu virsmai sasniedzot maksimālo lielumu, kad saules gaisma tiek izmantota visoptimālāk, FTP pieaugums neseko. Augstākā fotosintēzes tīrā produktivitāte robežās no 10.2 līdz  $12.7 \text{ g m}^{-2} \times \text{diennaktī}$  auzeņairesnes, hibrīdās airesnes un ganību airesnes šķirņēm novērota pie lapu laukuma indeksa robežās no 1.1 līdz 3.4, ko sasniedza 24 – 32 dienas pēc veģetācijas atjaunošanās. Šos rādītājus lielā mērā ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi lapu veidošanās laikā.



**3. att. Sausnas raža atkarībā no lapu laukuma indeksa ( $p < 0.01$ ).**  
**Fig. 3. Relationship between leaf area index (LAI) and plant dry matter yield,  $t\ ha^{-1}$  ( $p < 0.01$ ).**

Lineārās regresijas analīzes rezultāti liecina, ka vairākumā gadījumu būtiska lapu virsmas laukuma indeksa ietekme uz fotosintēzes tīro produktivitāti nepastāv. Palielinoties lapu virsmai, vērojama tendence FTP samazināties, uz ko norāda negatīvais korelācijas koeficients. Izņēmums bija 2003. gads, kurā konstatēta būtiska pozitīva korelācija starp lapu laukuma indeksu un fotosintēzes tīro produktivitāti, jo stiebrzālēm jau bija vērojams lapu laukuma samazinājums, augiem novecojot (9. tabula / Table 9).

9. tabula / Table 9

**Lapu laukuma indeksa ietekmes uz fotosintēzes tīro produktivitāti raksturojums**  
**Effect of leaf area index on the net photosynthesis productivity**

Gads / Year	Lineārās korelācijas koeficients $r$ / Correlation coefficients	Determinācijas koeficients $R^2$ / R-squared value $R^2$	p-vērtība / p-value
2003	0.665	0.442	0.001
2004	-0.374	0.140	0.050
2005	-0.258	0.067	0.185
2006	-0.137	0.019	0.488



Sausnas ražas pieaugums stiebrzālēm ir cieši saistīts ar un lapu virsmas laukuma palielinājumu, ko apstiprināja arī mūsu pētījumu rezultāti. Palielinoties lapu virsmas laukumam, savstarpējā noēnojuma dēļ, FTP rādītāji samazinās. Sakarību starp fotosintēzes tīro produktivitāti un sausnas ražu, visos izmēģinājuma gados raksturoja vāja negatīva lineāra korelācija (10. tabula / Table 10). Tomēr šīs sakarības bija būtiskas 95% ticamības līmenī tikai 2004. un 2005. gados.

10. tabula / Table 10

**Fotosintēzes tīrās produktivitātes ietekmes uz sausnas ražu raksturojums**  
*Effect of net photosynthesis productivity on the dry matter yield*

Gads / Year	Lineārās korelācijas koeficients r / <i>Correlation coefficients</i>	Determinācijas koeficients R <sup>2</sup> / <i>R-squared value R<sup>2</sup></i>	p-vērtība / <i>p-value</i>
2003	-0.176	0.031	0.445
2004	-0.587	0.344	0.001
2005	-0.384	0.148	0.044
2006	-0.195	0.038	0.321

## SECINĀJUMI

1. Pārbaudītās auzeņairesnes un vēlinā hibrīdās airesnes šķirnes ir piemērotas sēklu ieguvei un daudzgadīgu zālāju zelmeņu ierīkošanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. Agrīnā hibrīdās airesnes šķirne sliktās ziemcietības dēļ nav piemērota izmantošanai Latvijas apstākļos.
2. Auzeņairesnes un hibrīdās airesnes sausnas un sēklu ražas, kā arī kvalitātes veidošanos būtiski ietekmēja vairāki faktori: šķirne, meteoroloģisko faktoru kopums konkrētajā gadā, zelmeņa izmantošanas gads, slāpekļa mēslojums, ataugšanas periods, fotosintētiskā darbība, sēklu ražu veidojošie struktūrelementi.
3. Zelmeņa izmantošanas gados, sausnas ražas ganību airesnes, hibrīdās airesnes un auzeņairesnes šķirnēm veidojās līdzīgi. Ražīgākām šķirnēm bija raksturīga augstāka vidējā sausnas raža visos izmēģinājuma gados. Visas pētāmas sugas neskatoties uz ģenētiskajām atšķirībām, līdzīgi reaģēja uz zelmeņa novecošanos, kā arī meteoroloģisko faktoru iedarbību.
4. Auzeņairesnes un hibrīdās airesnes zelmeņa izmantošanas gaitā pieauga ziemošanas apstākļu ietekme uz pirmā plāvuma ražas veidošanos. Konstatēta secīga ziemcietības rādītāju samazināšanās pa zelmeņa izmantošanas gadiem.
5. Slāpekļa mēslojuma norma  $N120 \text{ kg ha}^{-1}$  nodrošina sēklu ražas ieguvei no 600 līdz 1000  $\text{kg ha}^{-1}$  hibrīdās airesnes un auzeņairesnes sēklaudzēšanas sējumos.
6. Augstākā fotosintēzes tūrā produktivitāte auzeņairesnes, hibrīdās airesnes un ganību airesnes šķirnēm, no 10.2 līdz 12.7  $\text{g m}^{-2} \times \text{diennaktī}$ , novērota pie lapu laukuma indeksa no 1.1 līdz 3.4, ko sasniedza 24 – 32 dienas pēc veģetācijas atjaunošanās. Šos rādītājus lielā mērā ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi lapu veidošanās laikā.
7. Auzeņu tipa auzeņairenēm bija augstāks kopproteīna saturs sausnā un mijiedarbībā ar augstāku sausnas ražu tas nodrošināja lielāku kopproteīna ražas ieguvei no pirmā plāvuma.
8. Aireņu tipa auzeņairenēm, salīdzinājumā ar auzeņu tipa auzeņairenēm konstatēti labāki šādi sausnas kvalitātes rādītāji: sausnas sagremojamība, neitrāli skalotās un skābi skalotās kokšķiedras saturs sausnā un neto enerģija laktācijā.

9. Pārbaudītājām auzeņairenes šķirnēm raksturīgi divi krasi atšķirīgi genotipi – aireņu un auzeņu. Tiem ir atšķirīga ziedkopas uzbūve, augu garums un veldres izturība.
10. Konstatētas plašas atšķirības šķirņu ietvaros morfoloģiskām pazīmēm un sēklu ražu veidojošiem struktūrelementiem – augu garumam, ģeneratīvo dzinumu skaitam, ziedkopas garumam, ziedkopas masai, vārpiņu skaitam ziedkopā.

### **PATEICĪBA**

Izsaku pateicību Dr. agr. Zintai Gailei par konsultācijām un atbalstu darba izpildes gaitā. Paldies LLU MPS „Vecauce” darbiniekiem par palīdzību lauka izmēģinājumu veikšanā.

Pateicos SIA "Latvijas Šķirnes Sēklas" kolektīvam par praktisko palīdzību izmēģinājumu veikšanā, kā arī par morālo un materiālo atbalstu visā doktorantūras studiju laikā.

## ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

### Publikācijas / Publications

1. Gutmane I., Adamovich A. (2009) Influence of nitrogen fertilization rates on *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* forage yield and persistency. **In:** *Alternative functions of grassland: Grassland Science in Europe*, Vol.14, p. 336 – 338. ISBN 978-8086908-15-1.
2. Gutmane I., Adamovich A. (2008) Analysis of *Festulolium* and hybrid ryegrass *Lolium* × *boucheanum* dry matter yield stability. **In:** *Biodiversity and Animal Feed: Grassland Science in Europe*, Vol.13, p. 248 – 250. ISBN 978-91-85911-47-9.
3. Gutmane I., Adamovich A. (2008) Analysis of sward management factors influencing *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* yield formation. *Latvian Journal of Agronomy*, No.10, p. 117 – 122. ISSN 1691-3485.
4. Gūtmane I., Adamovičs A. (2008) *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* yield formation for forage. **In:** *Implication of different production technologies on animal health and food products quality indices*. Proceedings of the International Scientific Conference, December 4 – 5, 2008, Sigulda, Latvia, 19. – 22. lpp. ISBN 978-9984-39-697-2.
5. Gutmane I., Adamovich A. (2007) Productivity and persistency of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* swards. **In:** *Permanent and Temporary Grassland: Grassland Science in Europe*, Vol.12, p. 59 – 62. ISBN 9789081100731.
6. Gutmane I., Adamovich A. (2006) Productivity aspects of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* cultivars. **In:** *Sustainable Grassland Productivity: Grassland Science in Europe*, Vol. 11, p. 155 – 157.
7. Gutmane I., Adamovich A. (2006) Seed yield formation of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* in Latvian climatic conditions. **In:** *Opportunities and problems of economic development*. Proceedings of the International conference, March 24, Rezekne, Latvia, p. 405 – 410. ISBN 9984-779-26-2.
8. Gutmane I., Adamovich A. (2005) Use of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* for forage and seed production. **In:** *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity: Grassland Science in Europe*, Vol. 10, p. 503 – 506. ISBN 9985-9611-3-7.
9. Gutmane I., Adamovich A. (2005) *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* dry matter yield formation under climatic conditions of Latvia. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 8, p. 259 – 263. ISBN 9984-596-97-4.
10. Gutmane I., Adamovich A. (2004) Productivity and yield quality of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* varieties. **In:** *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions: Grassland Science in Europe*, Vol. 9, p. 428 – 430. ISBN 3728129402.

11. Adamovičs A., Gūtmane I. (2004) Auzeņaireņu un hibrīdo aireņu šķirņu produktivitāte sēklaudzēšanas sējumos. *Agronomijas Vēstis*, Nr.6., Jelgava: LLU, 120. – 124. lpp. ISBN 9984-55-89-6.
12. Adamovich A., Gutmane I., Spruzs J., (2004) Productivity and yield quality of festulolium and hybrid ryegrass varieties. *In: Enabling environment for society wellbeing scientific achievements for wellbeing and development of society*. Proceedings of the international conference, March 4 – 5, 2004, Rezekne, Latvia, p. 60. – 63. ISBN 9984-585-46-8.

#### **Akceptēti raksti publicēšanai / Accepted for publication**

1. Gūtmane I., Adamovičs A. (2011) Auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitātes veidošanās noteicošie faktori. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*.
2. Gutmane I., Adamovich A. (2011) Photosynthesis characteristics of Festulolium and Lolium boucheanum sward. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*.

#### **Konferenču tēzes / Conference abstracts**

1. Gutmane I., Adamovich A. (2009) Nitrogen fertilization rate influence on *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* forage yield. *In: Connecting different scales of nitrogen use in agriculture*. Proceedings of the 16th Nitrogen Workshop, 28 June – 1 July, 2009, Turin, Italy, p. 415 – 416. ISBN 978-88-902754-2-5.
2. Gūtmane I., Adamovičs A. (2009). Slāpekļa mēslojuma ietekme uz auzeņaireņu un hibrīdo aireņu sēklu ražu un ražas struktūru. *No: "Ražas svētki Vecauce-2009"*, *Latvijas Lauksaimniecības universitātei – 70*. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 41. – 45. lpp. ISBN 978-9984-48-009-1.
3. Gutmane I., Adamovich A. (2008) Seed yield formation of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* under climatic conditions of Latvia. *In: Multifunctional Grasslands in a Changing World*. XXI International Grassland Congress / XXI International Rangeland Congress, Huhhot, China, p. 581. ISBN 978-7-218-05854-2.
4. Gutmane I., Adamovich A. (2007) Possibility of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* forage and seed production under climatic conditions of Latvia. *In: Trends and Perspectives in Agriculture*. NJF 23rd Congress, Copenhagen, Denmark, p. 359 – 360.
5. Gutmane I., Adamovich A. (2006) Persistency and productivity aspects of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* swards. *In: European education and research in agronomy: IX ESA Congress Book of proceedings*, 4 – 7

September, 2006, Pulawy - Warsaw, Poland, p. 105 - 106. PL ISSN 0860-4088.

- Gutmane I., Adamovich A. (2006) Productivity of Latvian and foreign Festulolium and Lolium × boucheanum in Latvian climate condition. *In: Zemkopības institūta zinātnei - 60 = 60 years of research at the Latvian Agricultural Institute*. Skrīverī, p. 111-116. ISBN 9984-569-64-0.
- Gutmane I., Adamovich A. (2005) Seed productivity of Festulolium and Lolium × boucheanum varieties under climatic conditions of Latvia. *In: Plant Nutrition for Food Security, Human Health and Environmental Protection: Proceedings of XV International Plant Nutrition Colloquium*, 14 – 19 September, 2005, Beijing, China, p. 924 - 925.
- Gutmane I., Adamovich A. (2005) Seed productivity of Festulolium and Lolium × boucheanum varieties. *In: XX International Grassland Congress: Offered papers*, Dublin, Wageningen Academic Publishers, p. 428. ISBN 9076998817.
- Gutmane I., Adamovich A. (2004) Productivity of Festulolium and Lolium × boucheanum under climate conditions of Latvia. *In: European Agriculture in a global context: VIII ESA Congress Book of proceedings*, 11–15 July, 2004, Copenhagen, Denmark, p. 101 – 102. ISBN 87-7611-062-1.

#### **Populārzinātniskās publikācijas / Popular science publications**

- Gūtmane I., Adamovičs A. (2010) Auzeņairesnes un hibrīdās airesnes kultivētajiem zālājiem. *AgroTops*, Nr. 3 (151), 20. – 22. lpp.
- Gūtmane I. (2008) Airesnes Eiropā un Latvijā. *Saimnieks*, Nr. 3 (45), 42. – 44. lpp.
- Gūtmane I. (2003) Vērtīgās auzeņairesnes (*Festulolium*). *Ražība*, Nr. 4, 13. lpp.

#### **Referāti konferencēs un semināros / Presentations**

- Gutmane I., Adamovich A. Festulolium and Lolium × boucheanum yield formation for forage. *International Scientific Conference “Implication of different production technologies on animal health and food products quality indices*, Latvia, Sigulda, December 4 – 5, 2008.
- Gutmane I., Adamovich A. Analysis of Festulolium and hybrid ryegrass Lolium × boucheanum yield formation for forage. *International Scientific Conference „Multifunctional agriculture at the Outset of XXI Century: Challenges and Risks”*, Jelgava, LLU, March 22 – 23, 2007.
- Gutmane I., Adamovich A. Seed yield formation of festulolium and Lolium × boucheanum in Latvian climate condition. *International Conference „Opportunities and problems of economic development”*, Latvia, Rezekne higher education institution, March 24, 2006.

4. Gutmane I., Adamovich A. Productivity of Latvian and foreign *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* in Latvian climate condition. *International Conference "Forege grass breeding, seed production and enviromentally friendly agriculture"* Skriveri, LUA Research Institute of Agriculture, July 13, 2006.
5. Gutmane I., Adamovich A. *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* dry matter yield formation under climatic conditions of Latvia. *International Conference „Optimizing agricultural output production: theory and praxis”*, Jelgava, LLU, July 7 – 9, 2005.
6. Gūtmane I., Adamovičs A. Auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitāte Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. *Ražas svētki "Vecauce 2004"*, LLU MPS Vecauce, 2004. gada 3. Novembris.
7. Gutmane I., Adamovich A., Spruzs J. Productivity and yield quality of *festulolium* and hybrid ryegrass varieties. *International Conference "Scientific achievements for wellbeing and development of society"*, Latvia, Rezekne higher education institution, March 4 – 5, 2004.
8. Gūtmane I., Adamovičs A. Auzeņaireņu un aireņu hibrīdu produktivitāte Latvijas apstākļos. *LLU un LLMZA Zinātniskā konference: Lauksaimniecības zinātne praksei*, Jelgava, LLU, 2004. gada 5. – 6. februāris.

#### **Stenda referāti konferencēs / Poster presentations**

1. Gutmane I., Adamovich A. Influence of nitrogen fertilization rates on *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* forage yield and persistency. *16th Nitrogen Workshop „Connecting different scales of nitrogen use in agriculture"*, Italy, Turin, 28 June – 1 July, 2009.
2. Adamovics A., Gutmane I. Influence of nitrogen fertilization rates on *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* forage yield and persistency. *15th Symposium of the European Grassland Federation*, Czech, Brno, 7 – 9 September, 2009.
3. Gutmane I., Adamovich A. Analysis of *Festulolium* and hybrid ryegrass *Lolium × boucheanum* dry matter yield stability. *22th General Meeting of the European Grassland Federation*, Sweden, Uppsala, 9 – 12 June, 2008.
4. Gutmane I., Adamovich A. Productivity and persistency of *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* swards. *14th Symposium of the European Grassland Federation*, Belgium, Ghent, 3 – 5 September, 2007.
5. Gutmane I., Adamovich A. Possibility of *Festulolium* and *Lolium × boucheanum* forage and seed production under climatic conditions Latvia. *NJF 23rd Congress „Trends and Perspectives in Agriculture"*, Denmark, Copenhagen, 26 – 29 June, 2007.

6. Gutmane I., Adamovich A. Persistency and productivity aspects of Festulolium and Lolium × boucheanum swards. *IX ESA Congress*, Poland, Warsaw, 4 – 7 September, 2006.
7. Gutmane I., Adamovich A. Productivity aspects of Festulolium and Lolium × boucheanum cultivars. *21<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation*, Spain, Badajoz, 3 – 6 April, 2006.
8. Gutmane I., Adamovich A. Use of Festulolium and Lolium × boucheanum for forage and seed production. *13<sup>th</sup> International Occasional Symposium of the European Grassland Federation*, Estonia, Tartu, 29 – 31 August, 2005.
9. Gutmane I., Adamovich A. Seed productivity of Festulolium and Lolium × boucheanum varieties. *XX International Grassland Congress “Grassland – a Global Resource”*, Ireland, Dublin, 26 June – 1 July, 2005.
10. Adamovich A., Gutmane I. Seed productivity of Festulolium and Lolium × boucheanum varieties under climatic conditions of Latvia. *XV International Plant Nutrition Colloquium*, China, Beijing, 14 – 19 September, 2005.
11. Gutmane I., Adamovich A. Productivity of festulolium and Lolium × boucheanum in Latvian climate condition. *VIII ESA Congress*, Denmark, Copenhagen, 11–15 July, 2004.



## INTRODUCTION

Perennial herbage plants are the most important and inexpensive source of food means forming the forage base for livestock in Latvia. These plants supply practically all nutrients necessary for the life of animals. Yielding ability and quality are traits that are more easily purposefully regulated in perennial herbage than in other fodder crops.

Rural development in Latvia is aimed at balanced development of efficient and sustainable production of agricultural commodities and farm produce contributing to development of countryside as vital socio-economic space. In Latvia as EU member state, agricultural policy is developed in harmony with EU common policy, and it has become an additional factor to be considered.

Productive longevity of grassland swards provide long-term and stable output of animal products under less favourable climatic conditions, reduce production costs and save resources. Proper utilisation of grassland swards favour farming efficiency. In each region, species and varieties of forage plants suited to local growth and climatic conditions are to be utilized for these purposes.

The climate in Latvia is favourable for the production of herbage. Valuable grasses produce good yields high in nutritive value and lower in harvest losses than forage legumes. The following grass species are considered valuable: perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *italicum* A.Braun), meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.), smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.), timothy (*Phleum pratense* L.), meadow foxtail (*Alopecurus pratensis* L.), cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.), tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreber), tall oatgrass (*Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl), upright brome (*Bromus inermis* Leyss.), reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.), creeping bentgrass (*Agrostis alba* L.).

Out of the wide range of grasses in Europe, the genus *Lolium* is the most important among ryegrasses excelling with productivity and forage quality. The most representative species are perennial ryegrass and Italian ryegrass. Ryegrasses have the advantage of rapid growth, high productivity and excellent forage quality. However they are more suited to intensive utilisation and mild climatic conditions. The genus *Festuca* has worldwide distribution in different climatic regions, in Latvia as well. Fescues in turn excel with longevity, good winter hardiness, and resistance to diseases and unfavourable climatic conditions. Fescues are also high-yielding, however less valuable than ryegrasses in terms of feed quality.

For a long while attempts have been made to combine the positive traits of both genera - *Lolium* and *Festuca* - and develop new varieties by crossing. The first attempts of crossing ryegrasses and fescues have been made in England since 1933 when Italian ryegrass (*L. multiflorum* var. *italicum*) and tall fescue (*F. arundinacea*) were crossed, but the first hybrid variety 'Kenhy'

was obtained in 1977. In 1999 in Latvia, at the Research Institute of Agriculture of the Latvia University of Agriculture (LLU) festulolium variety 'Saikava' was developed - a result of crossing Italian ryegrass, perennial ryegrass and meadow fescue (*L. multiflorum* × *L. perenne* × *F. pratensis*), which is registered in EU catalogue under the classification of hybrid ryegrasses (*Lolium* × *boucheanum* Kunth).

Festulolium (× *Festulolium* Asch. & Graebn.) is a new and little investigated herbage species not only in Latvia, but in Europe and in the world as well. In EU, festulolium is acknowledged the most prospective herbage species in the context of sustainable agriculture development.

**Research goal** was to investigate determinant factors of productivity formation in festulolium and hybrid ryegrass swards used for herbage mass and seed production under agro climatic conditions of Latvia.

**Research tasks:**

- determine suitability of festulolium and hybrid ryegrass to long-term grassland sward establishment under agro climatic conditions of Latvia;
- study out festulolium and hybrid ryegrass productivity formation in optimised nitrogen fertiliser backgrounds;
- determine most important phytometric indices for festulolium and hybrid ryegrass;
- investigate determinant factors of seed productivity and yield formative elements for festulolium and hybrid ryegrass;
- investigate dry matter quality of festulolium and hybrid ryegrass.

**Novelty of the research:**

- suitability of festulolium and hybrid ryegrass for grass forage and seed production has been studied out for the first time under agro climatic conditions of Latvia;
- determinant factors of festulolium and hybrid ryegrass productivity have been determined in optimised nitrogen fertiliser backgrounds;
- phytometric indices of festulolium and hybrid ryegrass swards have been investigated;
- determinant factors of seed productivity and yield formative elements have been investigated in festulolium and hybrid ryegrass swards.

Research results have been summarized and presented in 23 scientific publications in Latvian and English, including reviewed scientific publications and books of abstracts of international scientific congresses, conferences and symposiums, as well as in 3 popular-science publications. Research results have been reported in 8 oral and 12 poster presentations in international scientific conferences.

## MATERIALS AND METHODS

Field trials were conducted at the Research and Study Farm „Vecauce” of the Latvia University of Agriculture (LLU) over the period from 2002 to 2007 in different parts of one trial field on a calcareous sod-gleysolic soil (*Luvic Epigleyic Phaeozem (Calcaric) – WRB 2006*), fine sandy loam (medium cultivated, medium deep to deep arable layer, medium high humus content). Soil  $\text{pH}_{\text{KCl}} - 7.2$ , plant available phosphorus ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 579  $\text{mg kg}^{-1}$ , potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 238  $\text{mg kg}^{-1}$ , humus content 31  $\text{g kg}^{-1}$ .

Sowing in trial plots was performed in three years: in May of 2002, 2003 and 2004 in complete block design with four replications, recorded area of a plot – 8  $\text{m}^2$ . Grasses were row-seeded using an experimental seeder „Hege 80”, row spacing – 11 cm. For each sowing year (cycle) trial was established in two parts – swards used for herbage production and swards used for seed production, in each separate trial part seven varieties of grasses were tested in two nitrogen fertiliser backgrounds. Perennial ryegrass, hybrid ryegrass and festulolium varieties (1. tabula / Table 1) in the breeding of which parental species represent different species were used in trials.

Developed in Latvia, variety ‘Saikava’ in EU catalogue has been registered as hybrid ryegrass (*Lolium × boucheanum* Kunth), however in trials it is estimated as festulolium ( $\times$ *Festulolium*), because its parental species used in crossing represent two genera – fescue (*Festuca*) and ryegrass (*Lolium*).

**Herbage production swards.** The sowing rate of grasses was 1000 germinating seeds per  $\text{m}^2$ . In the year of sowing, nitrogen (N) – 108  $\text{kg ha}^{-1}$ , phosphorus ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 78  $\text{kg ha}^{-1}$  and potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 90  $\text{kg ha}^{-1}$  were applied as preplant fertiliser. In the production year of grass sward, 78  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  and 90  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  were applied as preplant fertiliser in both fertiliser backgrounds prior to the commencement of vegetation. In the first fertiliser background the nitrogen fertiliser rate was N 120<sub>(40+40+40)</sub>, in the second fertiliser background it was N 180<sub>(60+60+60)</sub>. The nitrogen fertiliser was split into three applications – for the first time prior to the commencement of vegetation, for a second time after the first cut and for the third time after the second cut.

Herbage yield in the vegetation period was recorded by direct method when the grass was harvested from a plot and weighted. In three production years herbage yield was obtained from each grass sward of each sowing year (cycle):

Sward sown in 2002 was cut respectively in 2003, 2004 and 2005;

Sward sown in 2003 was cut respectively in 2004, 2005 and 2006;

Sward sown in 2004 was cut respectively in 2005, 2006 and 2007.

**Seed production swards.** The sowing rate of grasses was 600 germinating seeds per  $\text{m}^2$ . In the year of sowing, nitrogen (N) – 108  $\text{kg ha}^{-1}$ ,

phosphorus ( $P_2O_5$ ) – 78 kg ha<sup>-1</sup> and potassium ( $K_2O$ ) – 90 kg ha<sup>-1</sup> were used as preplant fertiliser. In the year of seed production prior to the commencement of vegetation phosphorus ( $P_2O_5$ ) – 104 kg ha<sup>-1</sup> and potassium ( $K_2O$ ) – 150 kg ha<sup>-1</sup> were applied as preplant fertiliser in both fertiliser backgrounds. The nitrogen fertiliser rate 90 kg N ha<sup>-1</sup> in the first fertiliser background and 120 kg N ha<sup>-1</sup> in the second fertiliser background were one-time applied prior to the commencement of vegetation.

The seed yields obtained in the first production year were measured and analysed (respectively in 2003, 2004 and 2005). Plots were harvested for seed at the onset of seed ripening using grain harvester Hege – 140, both yields of seed and straw were measured.

### **Observations, recording and analyses**

#### **Swards used for herbage production**

- Winter hardiness for trial varieties was assessed visually (in accordance with the regulation No. 6 of the Ministry of Agriculture of the Latvia Republic of 20/06/2003), using a scale 1 – 9, where 9 is very good winter hardiness, plants have fully survived and 1, where plants are completely winterkilled.
- Parameters of photosynthetic activity for the sowing years 2002 and 2003 swards were estimated in the first production year, but for the sowing year 2004 sward – in the first and second production year. Samples of grasses were collected in the period from the renewal of vegetation in spring till the first cut with a 7 to 10 days interval from 0.05 m<sup>2</sup> area in two replications. The leaf area index (LAI) was determined by disk method, net photosynthesis productivity (NPP) by the method described by C. West, G. Briggs and F. Kidd (Ничипорович и др., 1961).
- Yields of herbage mass were recorded for three cuts in vegetation season, dry matter yields were determined according to „Value for Cultivation and Use Testing of Plant Varieties (VCU)” (regulation No. 6 of the Ministry of Agriculture of the Latvia Republic of 20/06/2003).
- At LLU Analytical Laboratory for Agronomy Research, the first cut herbage dry matter yield was analysed for the following quality indices: total N, crude protein content in herbage dry matter was calculated as total N x coefficient 6.25 (ISO 5983-2: 2005), neutral detergent fibre NDF (LVS EN ISO 16472: 2006); acid detergent fibre ADF (LVS EN ISO 13906: 2008); the dry matter digestibility *in vitro* (cellular method); net energy lactation NEL MJ kg<sup>-1</sup>.
- Spreading of snow mould infection in grass swards was detected in spring 2005. Severity of the disease was assessed using a scale 1 – 9, assuming that 1 – disease symptoms are not evident, all plants are healthy; 9 – all plants are diseased.

### **Swards used for seed production**

- Winter hardiness for trial varieties was assessed visually (methods like those as in chapter on cutting).
- Resistance to lodging was estimated visually (according to regulation No. 469 of the Cabinet of Ministers of the Latvia Republic), where 9 – sowing is practically free from lodging, stems are in vertical position; 1 – sowing is completely lodged.
- Generative tiller number was determined in each trial plot with a frame for 0.05 m<sup>2</sup> area.
- Plant length was measured in four places of each trial plot.
- Prior to seed harvest paired samples were taken from each trial plot, 25 flower heads were analysed. The following parameters of seed productivity formation were determined: length of a flower head (cm), weight of a flower head (g), spikelet number per flower head (p.).
- Seed yield data are expressed at 100% seed purity and 15% standard moisture.
- Yield of the above-ground biomass is expressed by summing straw weight and non-purified seed weight expressed at 15% moisture.
- 1000-seed weight was determined for purified seed according to ISTA standards.

For data processing, analysis of variance, simple and multiple linear regression analyses were employed. Data probability level was estimated using Fisher's criteria.

### **Description of meteorological conditions**

Meteorological information was provided by automatic meteorological stations „Hardi Metpole” and „Dacom Metapole” located at LLU Research and Study Farm „Vecauce” and by the nearest weather station in Dobele. Weather conditions in 2002 were favourable for the growth and development of grasses contributing to better establishment and strengthening of stand. Meteorological situation in 2003 was satisfactory for the growth and development of grasses and very good for seed production. All the growing season of 2004 was exceedingly good for vegetative growth of grasses, but excess of moisture had a negative impact on seed yield. The year 2005 was satisfactory both for the growth and development of grasses and seed production. Due to drought, the season of 2006 was unfavourable for vegetative growth. All season long, the year 2007 was favourable for vegetative growth.

## RESULTS

### Productivity of sward and its determinant factors

**Winter hardiness.** Wintering conditions differed among trial years and that is why results characterising winter hardiness were different. In the first production year all trial varieties showed good mean values of winter hardiness. ‘Punia’ (developed in Lithuania) was most winter hardy but perennial ryegrass ‘Spīdola’ and festucoid (F) type festulolium ‘Hykor’ were somewhat less hardy than ‘Punia’ (2. tabula / Table 2).

Good winter survival of ‘Punia’ and ‘Spīdola’ may be related to their origin, because in breeding new varieties under Baltic climatic conditions more emphasis has been placed on winter hardiness.

Winter survival was the lowest for loloid (L) type festulolium ‘Lofa’ and late hybrid ryegrass ‘Tapirus’, however 6.8 points is also a good result for Latvian conditions. Also in the second and third production year Lithuanian variety ‘Punia’ and F type festulolium ‘Hykor’ were superior in winter hardiness. Hybrid ryegrass ‘Tapirus’ and L type festulolium ‘Lofa’ showed the lowest winter hardiness.

In three production years of swards, consecutive reduction in parameters of winter hardiness was stated for all trial varieties. Reduction was more rapid for L type festulolium varieties than for F type festulolium varieties. The most rapid reduction in parameters of winter hardiness was stated for variety ‘Lofa’. The results of three-factor analysis of variance show that variety used and specific production year of sward had significant influence on results of winter hardiness, but the influence of N fertiliser rate, in its turn, was non-significant.

Winter hardiness in 2004/2005 was lower for all trial varieties due to snow mould infection. It was caused by a cover of snow on unfrozen soil in winter. Significant ( $p < 0.05$ ) correlation between the level of infection and winter hardiness of varieties was established.

In swards used for seed production, mean values of winter hardiness were higher for F type festulolium varieties ‘Felina’ and ‘Hykor’ (respectively 7.8 and 7.7 points). ‘Punia’ (developed in Lithuania) with 7.5 points and ‘Saikava’ (developed in Latvia) with 7.3 points were somewhat behind the above-mentioned varieties. The lowest mean value of winter hardiness (6.6 points) was detected for L type festulolium ‘Lofa’ and late hybrid ryegrass ‘Tapirus’. Poor survival in the severe winter 2002/2003 was the cause why early hybrid ryegrass ‘Ligunda’ (winter hardiness 2.5 points) was excluded from trials in subsequent sowing years and instead of it variety ‘Felina’ was included in seed production trials.

### Dry matter yield

Cutting regime consisted of three cuts, which is the average number of cuttings appropriate for cultivated grassland swards in Latvia. Most of the dry matter yields were produced by the first cut grass. Average dry matter yield of the first cut in three years of production was 4.89 t ha<sup>-1</sup> or 49% of the annual yield. Higher dry matter yields of the first cut grass were produced by the varieties that characterised with higher total dry matter yields. The influence of winter hardiness on dry matter yields of the first cut grass was different among different production years of sward. The influence of winter hardiness increases with the increase of sward age, and it was higher in the third production year. In the first production year, the influence of winter hardiness on dry matter yield of the first cut grass was low (coefficient of linear regression  $b_{yx} = 0.54$ ) and non-significant ( $p > 0.05$ ), in the second production year in turn it was higher ( $b_{yx} = 0.61$ ) and significant ( $p < 0.01$ ). In the third production year, the influence of winter hardiness was significant ( $p < 0.01$ ), and it was the highest ( $b_{yx} = 1.03$ ), as it is suggested by coefficients of linear regression.

All trial varieties produced low dry matter yields in the second cut under the influence of meteorological conditions – warm and dry weather in mid-summer during several trial years. Average dry matter yield of the second cut in three years of production was 2.09 t ha<sup>-1</sup> or 21% of the annual yield.

In the first production year, significant differences in mean dry matter yields were found for festulolium, hybrid ryegrass and perennial ryegrass varieties. F type festulolium variety ‘Felina’ was the most high-yielding, however it should be considered that these are only one sowing year results. Analysis of variance in all production years was employed for varieties with three sowing cycle trial results ( $n = 24$ ). Comparison among varieties with three sowing cycle trial results showed, that the highest mean values of herbage dry matter yields in the first production year were obtained with another F type festulolium variety ‘Hykor’ and L type festulolium varieties ‘Punia’ and ‘Perun’ (3. tabula / Table 3).

In the second production year, mean values of the dry matter yields for festulolium, hybrid ryegrass and perennial ryegrass varieties were significantly lower than in the first production year. For perennial ryegrass, the dry matter yields in the second production year decreased by 3.03 t ha<sup>-1</sup> or 33%. Similar yield decrease – by 36% was observed for hybrid ryegrass and L type festulolium varieties, which accounted for 4.40 and 4.78 t ha<sup>-1</sup>, respectively. Considerably lower drops in productivity, by 2.46 t ha<sup>-1</sup> or 17% between the first and second production year was found for F type festulolium ‘Hykor’, however it was also significant. For another F type festulolium variety ‘Felina’ (one sowing cycle trial results) this drop in productivity was also 17%.

In the third production year, the average dry matter yield of herbage was significantly lower than in the second production year, however decline in productivity was not so rapid as it was observed between the first and second production year. For perennial ryegrass, reduction in total dry matter yield between the first and third production year was 42% and accounted for 3.82 t ha<sup>-1</sup>. Similar yield reduction was observed for hybrid ryegrass and L type festulolium varieties (respectively 45% and 44%), which accounted for 5.49 and 5.73 t ha<sup>-1</sup> respectively. F type festulolium varieties were more stable in productivity with less reduction in yielding ability – 35% .

The dry matter yield differences among varieties in sowing cycles formed similarly. Varieties that characterised with higher mean dry matter yields were also higher-yielding in all years of sowing cycles, respectively lower-yielding varieties produced lower yields of dry matter also in each of the trial year. The same relationships were also observed among three production years of sward. It allows conclusion that varieties included in this trial, regardless of their genetic differences, show similar response to ageing of sward and to influence of climatic factors.

In three production years, higher mean dry matter yields were produced with F type festulolium ‘Hykor’ (12.38 t ha<sup>-1</sup>). Also other variety ‘Felina’, according to one sowing cycle trial results, had high mean dry matter yields (13.14 t ha<sup>-1</sup>). ‘Perun’ (10.63 t ha<sup>-1</sup>) and ‘Punia’ (10.36 t ha<sup>-1</sup>) excelled with yielding ability among festulolium varieties of L type.

**Nitrogen fertiliser rate** increase from 120 to 180 kg ha<sup>-1</sup> provided significant increase of mean dry matter yields for all festulolium, hybrid ryegrass and perennial ryegrass varieties in all production years.

In the first production year, the influence of rised rates of nitrogen fertiliser on the increase of dry matter yield was different for festulolium varieties of both L and F type. For L type festulolium varieties ‘Perun’, ‘Punia’, ‘Lofa’ and ‘Saikava’, increase of N fertiliser rate from 120 to 180 kg ha<sup>-1</sup> resulted average dry matter yield increase of 2.46 t ha<sup>-1</sup> or 21%. In turn for F type festulolium varieties ‘Hykor’ and ‘Felina’, the positive effect of the increased nitrogen fertiliser rates on crop yield increase was less expressed. For these varieties, the average increase of dry matter yield was only 1.18 t ha<sup>-1</sup> or 8% (1. att. / Fig. 1). In the second and third production year, differences in dry matter yield increase among festulolium varieties of L type and F type are not found.

**The value of the determinant factors influence** on dry matter yield formation indicate, that cutting as a factor provides the greatest differences between the herbage dry matter yields in the first and third production year (4. tabula / Table 4). The high influence of cutting factor may be explained



not only with the changes in regrowth rate, but also with differences in meteorological conditions during growing season.

Variety used was an important factor in the formation of yield differences in all production years of sward. The value of the influence of the variety factor was the highest in the second production year. Though the increase of nitrogen fertiliser rates provided significant increase in the mean dry matter yields, nevertheless the influence of this factor was the lowest. The low influence of the nitrogen fertiliser factor may be possibly explained with optimised nitrogen fertiliser rates applied in the trial when unfertilised control treatment was not used. Regrowth of grass after cutting is influenced not only by meteorological conditions but also by regrowth ability of specific grass species. It is indicated by the significant influence of variety and cutting factors interaction effect on the yield of dry matter in all production years of sward.

Climatic and meteorological conditions in particular influence the productivity of perennial grasses to a great extent. The influence of meteorological factors was estimated comparing different trial years as a total of meteorological factors in specific trial year.

Results showed significant differences in the dry matter yields between production years of sward. In both nitrogen fertiliser treatments, production year of sward provided the greatest variation in data for the first cut yield, but meteorological conditions as a factor were also significant (5. tabula / Table 5). The great influence of sward production year and meteorological conditions interaction effect on the dry matter yield should also be noted. Though the second-cut yields in several trial years were exceedingly low due to dry and warm weather, nevertheless the influence of meteorological conditions was not determinant one. The greatest variation in data of the second-cut and third-cut yield was provided just by interaction between production year and meteorological conditions. The influence of interaction effect was higher than the influence of separate factors. It suggests that with ageing of sward herbage plants respond to adverse weather conditions more sharply.

In vegetation season the value of the influence of variety on yield differences formation in yield increases, and the influence of variety factor is higher in the third cut. In turn the influence of a specific production year decreases, and it was lower in the third cut than in the first and second cut.

### **Seed yield**

Three year mean values for seed yields show, that the highest yields of seeds were produced by L type festulolium varieties 'Lofa' (1252 kg ha<sup>-1</sup>) and 'Saikava' (1049 kg ha<sup>-1</sup>), but hybrid ryegrass 'Tapirus' (686 kg ha<sup>-1</sup>) gave the lowest yields of seeds (6. tabula / Table 6). Though the seed yield (one trial year results) of early hybrid ryegrass variety 'Ligunda' was the lowest compare to other varieties, however the mean seed yield (641 kg ha<sup>-1</sup>) was sufficiently

high regardless of poor winter hardiness and low productive tiller number. It shows potential of possibly high seed yields under climatic conditions of Western Europe, however this variety is not suited to Latvian climatic conditions.

Increasing amount of nitrogen fertiliser from 90 to 120 kg ha<sup>-1</sup> provided significant increase in seed yields for all trial varieties. With the increase of seed yields under the influence of nitrogen fertiliser, differences between festulolium varieties of both types are not stated. For L type festulolium varieties 'Saikava', 'Perun', 'Punia' and 'Lofa', the average seed yield increase was 122 kg ha<sup>-1</sup> or 13%, but for F type festulolium varieties 'Felina' and 'Hykor' it was 100 kg ha<sup>-1</sup> or 12%. For hybrid ryegrass varieties, the average seed yield increase was 65 kg ha<sup>-1</sup> or 10%.

The influence of variety factor was greatest ( $\eta$ , % = 52.3) in the formation of differences among seed yields, and it was significant ( $F_{\text{fakt}} = 130.66 > F_{0.05} = 2.30$ ). Under the influence of climatic and meteorological conditions in particular, seed yields of grasses may fluctuate considerably. A year of trial as a total of meteorological factors gave significant ( $F_{\text{fakt}} = 97.57 > F_{0.05} = 3.08$ ) differences in seed yields, and the influence of a factor ( $\eta$ , % = 15.6) was comparatively high. Though the increase of nitrogen fertiliser rate provided significant ( $F_{\text{fakt}} = 57.24 > F_{0.05} = 3.93$ ) increase of the mean seed yields, nevertheless the comparatively low ( $\eta$ , % = 4.6) influence of factors allows conclusion that N 120 kg ha<sup>-1</sup> is close to optimal nitrogen fertiliser rate in hybrid ryegrass and festulolium swards used for seed production.

There was stated significant ( $F_{\text{fakt}} = 21.19 > F_{0.05} = 1.91$ ) influence of variety and meteorological conditions interaction on the yield of seeds. The influence of interaction effect ( $\eta$ , % = 16.9) was higher than the influence of climatic (meteorological conditions) factor.

### **Determinant factors of seed yield and yield formative elements**

**Resistance to lodging** and plant length, as agronomically important traits, may have direct or indirect impact on seed yield formation. In all trial years, the influence of variety on lodging resistance was significant ( $p < 0.001$ ). The influence of variety ( $\eta$ , % = 91.8) was considerably higher than the influence of nitrogen fertiliser and factors interaction effect. Analysing the influence of the nitrogen fertiliser rate on lodging resistance, differences in results were detected in trial years. In two years (2003 and 2004), the influence of the nitrogen fertiliser was not significant ( $p > 0.05$ ). Only in 2005 it was significant at the 95% probability level. It could be explained with high level of lodging

observed in swards of all L type varieties in both fertiliser backgrounds. Severe lodging of L type festulolium and hybrid ryegrass varieties requires careful consideration whether the increased nitrogen fertiliser rates are useful at the existing agricultural background and sowing rate of seeds.

**Plant length** was different for trial varieties (7. tabula / Table 7.). F type varieties 'Hykor' and 'Felina' characterised with greater plant length, but shorter plant length was characteristic to both varieties of hybrid ryegrass. Wide variation in values of plant length within variety was observed for all varieties included in trial. Significant positive correlation between plant length and lodging resistance for L type varieties was established only in two trial years (respectively  $r_{2003} = 0.69 > r_{(0.05; 12)} = 0.58$  and  $r_{2004} = 0.64 > r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ), but in 2005 significant correlation was not stated ( $r_{2005} = 0.16 < r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ). Varieties of F type, irrespective of greater plant length, were more resistant to lodging than L type varieties. Obtained results indicate, that lodging resistance of trial varieties is not influenced by plant length but by other traits or by factors not studied (e.g., wind speed). In all trial years, the influence of variety on plant length was significant ( $p < 0.001$ ). The influence of variety on plant length ( $\eta, \% = 90.3$ ) was considerably higher than the influence of nitrogen fertiliser and factors interaction effect.

**The generative tiller number** per  $m^2$  is an important indicative in grass swards used for seed production. On the average for three trial years, the generative tiller number was greater for L type festulolium varieties 'Lofa' and 'Saikava'. These varieties also produced the highest yields of seeds. Variety and nitrogen fertiliser rate had different influence on the generative tiller number in trial years. The influence of non-studied factors was high ( $\eta, \% = 45.1$ ). Such results, possibly, are due to great differences within varieties which made it difficult to find out significance of the influence of studied factors - variety and N fertiliser rate - on generative tiller number.

**1000 seed weight (TSW)** in research literature is most frequently characterised as a trait of quality and not determinant indice of seed yield, because grass seeds are very small in size. Higher mean values of TSW were found for L type festulolium 'Perun' and hybrid ryegrass 'Tapiurus'. The lowest values of TSW were stated for 'Felina' and 'Hykor'. In all the three years of trials, the influence of variety on TSW was significant ( $p < 0.001$ ). The influence of variety on TSW ( $\eta, \% = 95.9$ ) was considerably higher than the influence of nitrogen fertiliser and factors interaction effect.

As breeding effort following the cross and parental species vary considerably, festuloliums are morphologically different. Crossings between tall fescue and Italian ryegrass have resulted in varieties sharply different in morphology. Three varieties - 'Felina', 'Hykor' and 'Lofa' - out of all varieties included in trials, is a result of crossing between Italian ryegrass and tall fescue

(*L. multiflorum* × *F. arundinacea*), but flower head – panicle is observed only for ‘Felina’ and ‘Hykor’, while ‘Lofa’ is characterised with flower head – ear.

**Length of a flower head**, corresponding to type of a flower head – panicle, was shorter for ‘Hykor’ and ‘Felina’ than for other varieties that characterise with flower head – ear. In all trial years, the influence of variety on the length of a flower head was significant ( $p < 0.001$ ). The high influence of non-studied factors ( $\eta$ , % = 36.7) on the length of a flower head was stated. It could be explained with a wide range of differences in the length of a flower head within variety.

**Weight of a flower head** among L type festulolium varieties, was higher for ‘Perun’ and ‘Lofa’. For ‘Ligunda’ this parameter was the lowest after poor winter survival. The influence of variety on the weight of a flower head was significant ( $p < 0.001$ ), and the influence of variety ( $\eta$ , % = 69.2) was higher than that of nitrogen fertiliser and factors interaction effect.

**Number of spikelets per flower head**, corresponding to type of a flower head – panicle, was considerably higher for ‘Hykor’ and ‘Felina’ than for other varieties. For L type festulolium varieties, it was greater for ‘Lofa’ and ‘Saikava’. The influence of variety on spikelet number per flower head was significant ( $p < 0.001$ ), and the influence of variety as a factor was considerably higher ( $\eta$ , % = 97.8) than N fertiliser and factors interaction effect.

The influence of nitrogen fertiliser rates on seed yield formative elements and seed morphological traits, such as plant length, the generative tiller number, TSW, length of a flower head, weight of a flower head and the spikelet number per flower head was different in trial years. Such fluctuations in results may be explained with considerable differences in parameters of previously mentioned seed yield formative elements within variety. The differences within variety at equal fertiliser rates were higher than the mean differences of parameters in two fertiliser backgrounds.

More extended analysis of seed yield formative elements was performed for varieties representing L type and having ear as a flower head, such as ‘Ligunda’, ‘Tapius’, ‘Saikava’, ‘Perun’, ‘Punia’, ‘Lofa’.

Analysing relationships between seed yields and evaluated quality traits for L type varieties, significant correlation, at least in one of trial years, was established for the tiller number per  $m^2$ , ear length and the spikelet number per ear (2. att. / Fig. 2). The generative tiller number had a positive effect on seed yields of festulolium and hybrid ryegrass varieties in all the three years of trials. Significant linear relationship ( $p < 0.05$ ) between the generative tiller number and seed yield was established in 2003, but in two remaining trial years the probability level was lower ( $p < 0.1$ ). The generative tiller number had a positive effect on seed yields of festulolium and hybrid ryegrass varieties in all the three years of trials. Significant linear relationship ( $p < 0.05$ ) between the

generative tiller number and seed yield was established in 2003, but in two remaining trial years the probability level was lower ( $p < 0.1$ ).

The spikelet number per ear had a positive effect on the yield of seeds produced by L type varieties. Significant linear relationships ( $p < 0.05$ ) between the spikelet number and seed yield were established in all the three years of trials. It suggests that just the spikelet number per ear could be one of determinant factors of seed yield formation for hybrid ryegrass and L type festulolium varieties.

Significant positive correlation in all trial years is stated between the length of ear and weight of ear ( $r_{2003} = 0.88 > r_{(0.05; 12)} = 0.58$ ;  $r_{2004} = 0.68$  and  $r_{2005} = 0.76 > r_{(0.05; 10)} = 0.63$ ). For the major trait that influences seed yield – spikelet number per ear – significant linear relationships ( $p < 0.05$ ) are established with the length of ear in two years of trials. Relationship between the spikelet number per ear and the length of ear was not significant ( $p = 0.18 > 0.05$ ) in 2004. With the increase of the spikelet number per ear the weight of ear increases. Significant linear relationship ( $p < 0.05$ ) is stated in years 2004 and 2005, but in 2003 the probability level ( $p = 0.54 < 0.1$ ) was lower.

Varieties characterised with greater productive tiller number showed the tendency of forming greater spikelet number per ear in all the three years of trials as indicated by positive coefficients of correlation. Significant linear relationship ( $p < 0.05$ ) between the productive tiller number and the spikelet number per ear is stated in 2003, but in two subsequent trial years the probability level was lower ( $p < 0.1$ ).

Mutual correlative relationships between thousand seed weight and seed yield as well as between other traits studied were inconsistent between years.

### **Dry matter quality indices**

**Crude protein (CP)** content is the main determinant of forage quality. The first cut crude protein yield was significantly influenced by variety ( $p < 0.01$ ) in all production years of grass sward. Total crude protein yields in each production year were higher (on average from 321 to 1177 kg ha<sup>-1</sup>) with F type festulolium varieties ‘Felina’ and ‘Hykor’. For these varieties, the highest total crude protein yields were provided not only by good yielding ability, but also by higher crude protein content in herbage dry matter as compared to other varieties. Among L type festulolium varieties, ‘Punia’ produced higher total yields of crude protein in each production year (on average from 241 to 616 kg ha<sup>-1</sup>).

Crude protein content in herbage dry matter, as well as its yield obtained with the first-cut grass were significantly ( $p < 0.01$ ) influenced by the increase of N rate from 120 to 180 kg ha<sup>-1</sup> in all production years of sward. In the first production year, the average increase in crude protein yield was 88 kg ha<sup>-1</sup> or 20%. In the second production year it was 75 kg ha<sup>-1</sup> or 42%, but in the third production year 131 kg ha<sup>-1</sup> or 56% (8. tabula / Table 8). The highest increase in crude protein yield in three production years was stated for hybrid ryegrass 'Tapirus' and L type festulolium 'Punia' (respectively 350 kg ha<sup>-1</sup> or 48% and 363 kg ha<sup>-1</sup> or 37%).

**Acid and neutral detergent fiber (ADF and NDF)** content in herbage, on average for three production years, was the lowest for perennial ryegrass 'Spīdola' (respectively 24% and 43%). For the rest of L type varieties NDF was in the range of 46% to 50%, but ADF content ranged from 27% to 30%. Both festulolium varieties of F type 'Hykor' and 'Felina' showed higher mean values for NDF (respectively 56% and 58%) and ADF (respectively 33% and 33%).

**The dry matter digestibility** is one of the major determinant factors of grass forage quality. On the average for three production years, perennial ryegrass 'Spīdola' was of higher dry matter digestibility (76%). For the rest of L type varieties digestibility was in the range from 69% to 73%. On the average for three production years, F type festulolium varieties 'Felina' and 'Hykor' were of lower dry matter digestibility (respectively 61% and 65%). For the three production years, significant negative correlation is established between the dry matter digestibility and crude fiber fractions NDF ( $p < 0.001$ ) and ADF ( $p < 0.001$ ).

**Net energy lactation (NEL)**, a parameter of forage quality, is closely related with ADF content in herbage dry matter. On the average for three production years, NEL was the highest for perennial ryegrass 'Spīdola' (6.7 MJ kg<sup>-1</sup> DM). For the rest of L type varieties NEL ranged from 6.2 to 6.5 MJ kg<sup>-1</sup> DM. For both F type festulolium varieties 'Felina' and 'Hykor' NEL was lower (6.0 MJ kg<sup>-1</sup> DM), on average in three production years.

The increase in parameters of both fiber fractions, as well as decline in the dry matter digestibility and net energy parameters in the third production year of sward suggest, that the quality of grass forage is influenced by the age of sward.

In all production years of sward, NDF and ADF content in herbage dry matter, the dry matter digestibility and indices of NEL were significantly influenced by grass variety ( $p < 0.01$ ). Significant influence of N fertiliser on NDF and ADF content in herbage dry matter, the dry matter digestibility and NEL was not stated ( $p > 0.05$ ).

## Photosynthetic activity

Leaves in herbage plants are not only the main organ, which take part in photosynthesis, but also a part of the harvested yield. Increase in grass dry matter yield is closely related with leaf area increase. Significant ( $p < 0.01$ ) positive correlation is established between the dry matter yield and leaf area index (LAI) during regrowth period in spring till the first cut (3. att. / Fig. 3).

The influence of leaf area on net photosynthesis productivity (NPP) is different in different periods of regrowth. In early regrowth, even insignificant increase in leaf area contribute to higher photosynthesis productivity. When leaf area has reached its maximum and interception of light is most optimal, the increase in NPP is not observed. The highest NPP within a range from 10.2 to 12.7 g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> for festulolium, hybrid ryegrass and perennial ryegrass varieties was observed at LAI values from 1.1 to 3.4, which were achieved 24 – 32 days after renewal of vegetation. These indices were greatly influenced by weather conditions during leaf formation.

According to results of linear regression analysis, significant influence of leaf area index on net photosynthesis productivity does not exist in most of cases. With the increase of leaf area, there is a tendency of NPP decrease as indicated by negative coefficient of correlation. The year 2003 was exception when significant positive correlation was established between leaf area index and net photosynthesis productivity because reduction in leaf area of grasses was observed due to senescence of plants (9. tabula / Table 9).

The increase in dry matter yield for grasses is closely associated with leaf area increase as confirmed by our trial results. The increase in leaf area results in the decrease of NPP indices because of mutual shading of leaves. Relationships between net photosynthesis productivity and dry matter yields in all trial years were characterised by weak negative linear correlation (10. tabula / Table 10). However, these relationships were significant at the 95% probability level only in years 2004 and 2005.

## CONCLUSIONS

1. Trial varieties of festulolium and late maturity hybrid ryegrass are suitable for seed production and establishment of long-term grassland swards used for forage production under Latvian agro-climatic conditions. Early hybrid ryegrass variety, due to low winter hardiness, is not suitable for production under Latvian conditions.
2. Yields of dry matter and seeds as well as quality formation for festulolium and hybrid ryegrass were significantly influenced by several factors: variety, a total of meteorological factors in specific year, production year of sward, nitrogen fertiliser, regrowth period, photosynthesis activity, and seed yield formative elements.
3. Dry matter yields obtained with perennial ryegrass, hybrid ryegrass and festulolium varieties were equal in production years of sward. Higher-yielding varieties characterised with higher mean dry matter yields in all trial years. All species studied, regardless of genetic differences, equally responded to ageing of sward and impact of meteorological factors.
4. The influence of winter hardiness on the first-cut yield of festulolium and hybrid ryegrass increases with the increase of sward age. Consecutive reduction in parameters of winter hardiness across production years of sward is stated.
5. Nitrogen fertiliser rate 120 kg N ha<sup>-1</sup> provided seed yields from 600 to 1000 kg ha<sup>-1</sup> in swards of hybrid ryegrass and festulolium used for seed production.
6. The highest NPP within a range from 10.2 to 12.7 g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> for festulolium, hybrid ryegrass and perennial ryegrass varieties was observed at LAI values from 1.1 to 3.4, which were achieved 24 – 32 days after renewal of vegetation. These indices were greatly influenced by meteorological conditions during leaf formation.
7. Festucoid type festulolium characterised with higher crude protein content in herbage dry matter, and interaction with higher dry matter yield provided higher first cut crude protein yield.
8. The dry matter digestibility, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in grass dry matter, as well as net energy lactation (NEL MJ kg<sup>-1</sup>) were higher for loloid type festulolium than for festucoid type festulolium.



9. Festulolium varieties tested are characteristic of two sharply different genotypes – loloid (L) and festucoid (F). These genotypes differ by the structure of a flower head, length of a plant and resistance to lodging.
10. Great differences within varieties are stated for morphological traits and seed yield formative elements, such as plant length, the generative tiller number, length of a flower head, weight of a flower head, and spikelet number per flower head.

### **ACKNOWLEDGEMENTS**

I wish to thank Dr. agr. Zinta Gaile for technical assistance and support in this study. The staff at LLU Research and Study Farm „Vecauce” are gratefully acknowledged for their kind assistance during the field work.

All the workers of the the limited liability company "Latvijas Šķirnes Sēklas" are gratefully acknowledged for practical support in this study, for moral and material support during postgraduate studies.