



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE

LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
AGROBIOTEHNOLOĢIJAS INSTITŪTS

Skaidrīte Būmane

**MINERĀLMĒSLOJUMA OPTIMIZĀCIJA GANĪBU AIRENES
SĒKLAUDZĒŠANAS SĒJUMOS MINERĀLAUGSNĒS**

Promocijas darbs
Lauksaimniecības zinātņu doktora zinātniskā grāda ieguvei

Darba zinātniskais vadītājs: prof., Dr. agr. Aleksandrs Adamovičs

Darba zinātniskais konsultants: Dr. agr. Pēteris Bērziņš

Darba autore: Mg. agr. S. Būmane

Jelgava 2009

ANOTĀCIJA

Būmane S. (2009) **Minerālmēslojuma optimizācija ganību aireses sēklaudzēšanas sējumos minerālaugsnēs**: Zinātniskais darbs doktora grāda ieguvei. Jelgava: LLU. 151 lpp. Tab. 47, att. 16, bibliog. 201 nos., pielikumi. 44.

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes izstrādātās pētījumu programmas ietvaros LLU aģentūras Zemkopības zinātniskajā institūtā laika posmā no 1999. līdz 2003. gadam tika ierīkoti lauka izmēģinājumi, kā arī veikti laboratorijas pētījumi.

Lauka izmēģinājumos, kuri tika iekārtoti virsēji velēnglejotā, drenētā, vidēji iekultivētā augsnē, pētīja minerālmēslojuma (NPK) efektivitāti ganību aireses sējumos. Izmēģinājumos tika salīdzināti pieci dažādi mēslošanas līmeņi. Slāpeklim – 0; 30; 60; 90 un 120 kg ha⁻¹ N, fosforam – 0; 30; 60; 90 un 120 P₂O₅ kg ha⁻¹, bet kālijam – 0; 40; 80; 120 un 160 kg ha⁻¹ K₂O. Kopumā salīdzināti 17 dažādi mēslošanas varianti 4 atkārtojumos.

Pētījuma mērķis: noskaidrot minerālmēslojuma optimizācijas ietekmi uz ganību aireses produktivitātes veidošanos Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Darba uzdevumi:

- noteikt dažādu minerālmēslojuma normu ietekmi uz ganību aireses virszemes biomasas ražību un ražas kvalitāti;
- noskaidrot ganību aireses sēklu produktivitāti noteicošos faktorus un ražas struktūrelementus;
- noteikt svarīgākos fitometriskos rādītājus dažādi mēslotos ganību aireses zemeņos;
- novērtēt minerālmēslojuma agronomisko un ekonomisko efektivitāti ganību aireses sēklaudzēšanas sējumos.

Promocijas darba strukturējums.

Ievads. Pamatota darba veikšanas nepieciešamība, formulēti darba mērķi un uzdevumi, vērtēta pētījumu novitāte un sniegts autores publikāciju saraksts par promocijas darba tēmu.

Literatūras apskats sakārtots 10. apakšnodaļās, kurās ir atspoguļoti jaunākie zinātnisko pētījumu rezultāti par minerālmēslojuma ietekmi uz ariņu produktivitāti, fotosintētisko darbību un ražas kvalitāti.

Izmēģinājumu apstākļi un metodes. Parādīta izmēģinājumu shēma, aprakstīti agrometeoroloģiskie apstākļi, augsnes īpašības, kā arī mērījumu, uzskaišu, novērojumu un laboratorijas analīžu metodoloģija.

Izmēģinājumu rezultāti. Nodaļa aizņem 50% no kopējā darba apjoma un izkārtota sešās lielās apakšnodaļās, kas iedalītas vēl sīkāk. Analizēti autores iegūto pētījumu rezultāti par minerālmēslojuma ietekmi uz ganību aireses produktivitāti, ražas struktūrelementiem, ražas kvalitāti un fitometriskajiem rādītājiem. Sniegts mēslošanas agronomiskās un ekonomiskās efektivitātes vērtējums.

Secinājumi formulēti 10 punktos un sniedz atbildes uz izvirzītajiem promocijas darba uzdevumiem.

Literatūras saraksts, kurā dots izmantoto informācijas avotu bibliogrāfiskais apraksts.

Pielikumi. Darbam pievienotie pielikumi, kuros atspoguļoti pētījumu rezultāti par atsevišķiem pētījumu gadiem.

ABSTRACT

Būmane S. (2009) **Optimization of mineral fertilizers for ryegrass seed production in mineral soils:** Doctoral Thesis Paper. Latvia University of Agriculture. Jelgava: LLU. 151 p., incl. 47 tables, 16 figures, 44 annexes; bibliography 201 titles.

Within the framework of the research program developed by the Faculty of Agriculture of the Latvia University of Agriculture, at the Research Institute of Agriculture, Agency of LLU field trials were established and analytical studies were performed over a period 1999 – 2003.

In field trials, which were established on Sod-stagnogley, drained, medium cultivated soil, effectiveness of mineral fertilizer (NPK) was investigated in perennial ryegrass sowings. In trials, five different levels of fertilizer were compared: for nitrogen – 0; 30; 60; 90 and 120 kg ha⁻¹ N, for phosphorus – 0; 30; 60; 90 and 120 P₂O₅ kg ha⁻¹, but for potassium – 0; 40; 80; 120 and 160 kg ha⁻¹ K₂O. In total, 17 different fertilizer treatments replicated four times were compared.

Research goal was to clarify mineral fertilizer effect on perennial ryegrass productivity under agro climatic conditions of Latvia.

Tasks of the research:

- Determine influence of different mineral fertilizer norms on the productivity of perennial ryegrass above-ground biomass and yield quality;
- Clarify determinative factors of perennial ryegrass seed productivity and formative elements of yield;
- Determine most important phytometric indices in differently fertilized perennial ryegrass sward;
- Evaluate agronomic and economic effectiveness of mineral fertilizer in perennial ryegrass sowings used for seed production.

Structure of the Thesis Paper.

Introduction Necessity to perform this work is substantiated, research goals and tasks are formulated, research novelty is estimated and list of publications regarding theme of promotion work is presented by the author.

Literature survey is arranged in 10 sub-chapters, in which recent research results on mineral fertilizer effect on productivity, photosynthetic activity and yield quality are presented.

Conditions of research and methods Layout of experiment is shown, agro-meteorological conditions, soil properties as well as methodology of measurements, observations and analytical analyses are described.

Research results This chapter takes 50% from the total scope of work and is arranged in six great sub-chapters, which are subdivided. Obtained by the author, research results on mineral fertilizer effect on perennial ryegrass productivity, yield formative elements, yield quality and phytometric indices are analyzed. Evaluation of agronomic and economic effectiveness of fertilization is presented.

Conclusions are formulated in 10 items and give answers on tasks put forward in promotion work.

References present bibliographic description of the sources of information used.

Appendix Supplement added to work, in which research results between separate years of research are presented.

SATURS

IEVADS	9
I LITERATŪRAS APSKATS	13
1.1. Zālaugu sēklaudzēšana pasaulē un Eiropā	13
1.2. Zālaugu kultivēšana Latvijā un Baltijas valstīs	16
1.3. Ganību airesnes tautsaimnieciskā nozīme	19
1.4. Ganību airesnes morfoloģiskais un saimnieciski bioloģiskais raksturojums	21
1.5. Stiebrzāļu ražas kvalitāte un to ietekmējošie faktori	23
1.6. Minerālmēslojuma ietekme uz stiebrzāļu ražību un ražas kvalitāte ...	28
1.7. Minerālmēslojuma ietekme uz stiebrzāļu sēklu produktivitāti	32
1.8. Augu fotosintēzi ietekmējošie faktori	36
1.9. Zālāju zelmeņa fitometriskie rādītāji	38
1.10. Minerālmēslojuma ietekme uz fitometriskajiem rādītājiem	41
II IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODES	43
2.1. Izmēģinājumu veikšanas laiks, vietas un augsnes apstākļu raksturojums	43
2.2. Izmēģinājumu iekārtošana un shēma	44
2.3. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums	47
2.4. Ražas uzskaitē un analīžu metodes	51
2.5. Fenoloģiskie novērojumi un paraugu vākšana	52
III IZMĒĢINĀJUMU REZULTĀTI UN DISKUSIJA	54
3.1. Ganību airesnes produktivitāte	54
3.1.1. Sēklu raža	54
3.1.2. Zelmeņa sausnas raža	59
3.1.3. Salmu raža	61
3.2. Ganību airesnes ražību noteicošie faktori un ražas struktūrelementi ..	65
3.2.1. Veldres izturība	65
3.2.2. Sējuma biezība	66
3.2.3. 1000 sēklu masa	68
3.2.4. Stiebru garums	70
3.2.5. Vārpiņu skaits vārpā	71
3.2.6. Sēklu skaits vārpiņā	72
3.2.7. Korelatīvās sakarības starp sēklu ražu veidojošajiem elementiem	74
3.3. Mēslojuma ietekme uz ganību airesnes ražas kvalitāti	75
3.3.1. Zāles sausnas kvalitāte	75
3.3.2. Salmu un sēklu sausnas kvalitāte	78
3.4. Ganību airesnes fitometriskie rādītāji	79
3.4.1. Lapu laukuma indekss	79
3.4.2. Fotosintēzes tīrā produktivitāte	82
3.5. Mēslošanas agronomiskās efektivitātes vērtējums	84
3.5.1. Augu barības elementu iznesa	84
3.5.2. Augu barības elementu izmantošanās no pielietotā mēslojuma	87
3.5.3. Augu barības elementu balance	90
3.5.4. Augu barības elementu izmantošanās no augsnē esošajiem to krājumiem	91

3.5.5. Ražas pieaugums no 1 kg pielietotā mēslojuma	92
3.6. Ganību aireses sēklaudzēšanas ekonomiskais vērtējums	93
SECINĀJUMI	98
ATZINĪBA	100
INFORMĀCIJAS AVOTI	101
PIELIKUMI	112

TABULU SARAKSTS

1.1.	Saražotais zālaugu sēklu daudzums pasaulē 2005. gadā, milj. t	13
1.2.	Stiebrzāļu sugu sēklu ražošana pasaulē 2005. gadā, milj. t	13
1.3.	Zālaugu sēklu platības Eiropas Savienības valstīs, tūkst. ha	14
1.4.	Zālaugu sēklu ražošana ES dalībvalstīs, milj. t (vidēji 1998. – 2004. gados)	14
1.5.	Lauksaimniecībā izmantojamo zemju struktūra Latvijā, tūkst. ha	16
1.6.	Kopsavilkums par ganību aireses sēklu lauku apskatēm Baltijas valstīs, ha	17
1.7.	Ganību aireses sastāvs, %	26
2.1.	Izmēģinājumā veiktie darbi un fenoloģiskie novērojumi	45
2.2.	Izmēģinājuma variantu apzīmējums	46
2.3.	NPK minerālmēslu lietošanas normatīvie līmeņi	46
2.4.	Hidrotermiskā koeficienta (HTK) vērtības izmēģinājuma gados	49
2.5.	Ganību aireses paraugu ņemšanas laiks	52
3.1.	Ganību aireses sēklu ražas atkarībā no mēslojuma, kg ha ⁻¹	54
3.2.	Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi 1. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma (vidēji 2000 – 2002)	56
3.3.	Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi 2. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma (vidēji 2001 – 2003)	57
3.4.	Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi abos izmantošanas gados kopā atkarībā no slāpekļa, fosfora un kālija mēslojuma (vidēji 2000 – 2003)	58
3.5.	Ganību aireses zāles sausnas raža atkarībā no NPK mēslojuma 1. izmantošanas gadā, t ha ⁻¹	60
3.6.	Zāles sausnas ražas izmaiņu ietekmes korelācijas koeficienti	61
3.7.	Ganību aireses salmu ražas pieaugumi 1. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma sausnas (2000 – 2002)	62
3.8.	Ganību aireses salmu ražas pieaugumi 2. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma (2001 – 2003)	63
3.9.	Ganību aireses salmu ražas pieaugumi atkarībā no mēslojuma abos izmantošanas gados sausnas (vidēji, 2000 – 2003)	64
3.10.	Ganību aireses veldres izturības un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti	66
3.11.	Ganību aireses stiebru skaits atkarībā no mēslojuma, gab. m ⁻²	67
3.12.	Ganību aireses sējuma biežības un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti	67
3.13.	Ganību aireses 1000 sēklu masa atkarībā no mēslojuma, g	69
3.14.	Ganību aireses 1000 sēklu masas un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti pa izmēģinājumu gadiem	69
3.15.	Ganību aireses stiebru garums atkarībā no mēslojuma, cm	70
3.16.	Ganību aireses stiebru garuma un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti	71
3.17.	Ganību aireses vārpiņu skaits vārpā atkarībā no mēslojuma, gab.	71
3.18.	Ganību aireses vārpiņu skaita vārpā un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti	72
3.19.	Ganību aireses sēklu skaits vārpiņā atkarībā no mēslojuma, gab.	73
3.20.	Ganību aireses sēklu skaita vārpiņā un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti	74
3.21.	Korelatīvās sakarības starp ganību aireses sēklu ražu veidojošajiem rādītājiem	74
3.22.	Kopproteīna ražas atkarībā no mēslojuma, kg ha ⁻¹	76

3.23.	Zāles sausnas kvalitātes rādītāju izmaiņu ietekmes korelācijas koeficienti	77
3.24.	Ganību airesnes lapu laukuma indeksi atkarībā no NPK mēslojuma, $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ (zelmeņa 1. izmantošanas gads)	80
3.25.	Ganību airesnes lapu laukuma indeksi atkarībā no NPK mēslojuma, $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ (zelmeņa 2. izmantošanas gads)	81
3.26.	Ganību airesnes fotosintēzes tīrā produktivitāte atkarībā no NPK mēslojuma, $\text{g m}^{-2} / \text{diennaktī}$ (zelmeņa 1. izmantošanas gads)	82
3.27.	Ganību airesnes fotosintēzes tīrā produktivitāte atkarībā no NPK mēslojuma, $\text{g m}^{-2} / \text{diennaktī}$ (zelmeņa 2. izmantošanas gads)	83
3.28.	NPK bilance ganību airesnes sējumā, vidēji divos zelmeņa izmantošanas gados	90
3.29.	Augiem viegli izmantojamā fosfora un kālija krājumi augsnē	91
3.30.	PK izmantošanās no augsnes, vidēji divos airesnes izmantošanas gados, %	92
3.31.	Ganību airesnes sēklu ražas pieaugums no 1 kg lietotās minerālmēsli tīrvielas, kg	92
3.32.	Ganību airesnes sēklaudzēšanas izmaksas	94
3.33.	Lietotā mēslojuma vērtība, Ls ha^{-1}	95
3.34.	Pirmā izmantošanas gada sēklaudzēšanas izmaksu–ieņēmumu bilance, Ls ha^{-1}	96
3.35.	Vidēji divu izmantošanas gadu sēklaudzēšanas izmaksu–ieņēmumu bilance, Ls ha^{-1}	96

ATTĒLU SARAKSTS

1.1.	Ganību airesnes <i>Lolium perenne</i> L. kopskats un ziedkopa	21
1.2.	Ganību airesnes 'Spīdola' sēklas	22
1.3.	Veldre ganību airesnes 'Spīdola' sēklu laukā	35
2.1.	Gaisa temperatūras izmaiņas 1999. – 2003. gados un ilggadīgie rādītāji, °C	47
2.2.	Nokrišņu daudzums 1999. – 2003. gados un vidēji ilggadīgie novērojumi, mm	48
3.1.	Ganību airesnes sēklu ražas 1. un 2. izmantošanas gadā, vidēji trīs izmēģinājumos	59
3.2.	Ganību airesnes salmu ražas atkarībā no mēslojuma, vidēji 3. izmantošanas gados, kg ha^{-1} sausnas	62
3.3.	Ganību airesnes veldres izturība atkarībā no mēslojuma, vidēji 3 gados, ballēs	65
3.4.	FTP atkarībā no LLI ganību airesnes 1. izmantošanas gadā.	84
3.5.	Slāpekļa iznesa atkarībā no N mēslošanas normas	85
3.6.	Slāpekļa iznesa atkarībā no fosfora mēslošanas normas	85
3.7.	Slāpekļa iznesa atkarībā no kālija mēslošanas normas	86
3.8.	Slāpekļa iznesa atkarībā no NPK mēslošanas normas	86
3.9.	Slāpekļa izmantošanās atkarībā no N mēslošanas normas	88
3.10.	Fosfora izmantošanās atkarībā no P mēslošanas normas	89
3.11.	Kālija izmantošanās atkarībā no slāpekļa mēslošanas normas	89

TEKSTĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI UN ABREVIATŪRAS

ES	Eiropas Savienība
BEV	Barības enerģētiskā vērtība
FP	Fotosintētiskais potenciāls
FTP	Fotosintēzes tīrā produktivitāte
ha	Hektārs
IS	Izmēģinājumu saimniecība
K	Kālijs
K ₂ O	Kālijs, izteikts kā oksīds
LIZ	Lauksaimniecībā izmantojamā zeme
LLA	Latvijas Lauksaimniecības akadēmija
LLI	Lapu laukuma indekss
LLU	Latvijas Lauksaimniecības universitāte
LR	Latvijas Republika
milj.	Miljons
MK	Ministru Kabinets
N	Slāpekļis
NEL	Neto enerģija laktācijā
OVS	Organisko vielu sagremojamība
P	Fosfors
P ₂ O ₅	Fosfors, izteikts kā pentoksīds
t	Tonna
t.sk.	Tai skaitā
tūkst.	Tūkstotis
VZD	Valsts Zemes dienests
ZZI	Zemkopības zinātniskais institūts

I E V A D S

Viens no Latvijas lauksaimniecības politikas mērķiem ir izveidot un nostiprināt lauksaimniecību kā nozari, kas spētu konkurēt Eiropas Savienības (ES) koptirgū, tai skaitā ražot pasaules tirgus prasībām atbilstošu daudzgadīgo zālaugu sēklas materiālu, spējīgu konkurēt ar citu valstu sēklu piedāvājumu kvalitātes un ražošanas izmaksu jomā.

Valstiski svarīgi ir sakārtot sēklkopības sistēmu tā, lai Latvijas sēklaudzētājiem būtu iespējams piedāvāt saražoto sēklu Eiropas tirgū, kā arī apmierināt savas valsts vajadzības pēc zālāju sēklas materiāla. Sēklu ražošanas ekonomiku veido gan bioloģiskie, ģenētiskie, gan arī saimnieciskie faktori, ko lielā mērā ietekmē pareizas zālaugu sēklu šķirnes un piemērotāko tehnoloģiju izvēle.

Sēklkopība ir ilgstošs un sarežģīts process, kas prasa detalizētu izpēti, zināšanas, pieredzi un tehnisko nodrošinājumu, lai iegūtu pietiekami lētu un Valsts standartiem atbilstošas kvalitātes sēklas materiālu. Pēc Zemkopības ministrijas informācijas datiem ilggadīgo stiebrzāļu sēklu lauku kopplatība Latvijā 2008. gadā bija 1778.16 ha, t.sk. ganību aireses sēklu lauki aizņēma 186.26 ha, no tās ganību aireses 'Spīdola' sastādīja 101.26 ha.

Pētījumos un ilggadējā pieredzē noskaidrots, ka Latvijā augstražīgu zelmeņu ar ilgstošu ražotspēju veidošanai vispiemērotākās ir vietējos augsnes un klimata apstākļos izveidotās šķirnes un izaudzētās zālaugu sēklas. Produktīvu zālaugu kultivēšana un atbilstošas zāles lopbarības ieguvei ir lopkopības pamats. Piemēram, lopbarības zālaugu sēklu lauku platības Eiropā ir pieaugušas no 98271 ha 1985. gadā līdz 237206 ha 2004. gadā (World Forage, 2006). Pētījumu rezultātu analīze parāda, ka pašlaik no lopbarības augiem vadošo vietu ieņem stiebrzāles un tauriņzieži. Selekcionāru galvenais uzdevums ir uzlabot šo zālaugu kvalitatīvos un kvantitatīvos rādītājus, galveno uzmanību pievēršot airenēm un āboliņiem. Pašreiz zālaugu sējumu struktūrā aireses aizņem 40% no platības.

Arī Latvijā zāles lopbarība ir galvenais un lētākais lopbarības līdzeklis govju, citu liellopu sugu, aitu un kazu ēdināšanā. Augsts ganību zāles patēriņš ir pamats rentablai piena ražošanai. Lai uzlabotu ganību produktivitāti un zelmeņa kvalitāti, tiek meklētas un praksē pārbaudītas jaunas zālaugu šķirnes, no kurām var iegūt arī augstas sēklu ražas. ES stratēģijā ir uzsvērtā prasība samazināt un rūpīgi sabalansēt minerālmēslu un citu ķīmisko vielu pielietojumu lauksaimniecībā, tāpēc svarīgi ir lai jaunās šķirnes būtu pieticīgas un plastiskas, spējīgas dot pietiekami augstas ražas bez intensīvas ķīmisko vielu pielietošanas.

Ganību aireses (*Lolium perenne* L.) pasaulē ir viena no populārākajām un nozīmīgākajām stiebrzālēm. Arī mūsu valsts apstākļos ganību aireses ir ļoti liela saimnieciskā nozīme. To izmanto sēto daudzgadīgo zālāju zelmeņu izveidošanai ganībās, piesēj pļavās un audzē tīrumos. Ņemot vērā to, ka Latvijā selekcionētās šķirnes ir vietējiem apstākļiem vairāk piemērotas nekā importētās, nepieciešams attīstīt un paplašināt to sēklaudzēšanu, lai komerciāliem audzētājiem nodrošinātu pietiekama daudzuma vietējo ganību aireses šķirņu sēklas materiālu. Tāpēc ir nepieciešamas papildus atziņas par ganību aireses agrotehniku, ieskaitot mēslojumu, produktivitātes un sēklaudzēšanas efektivitātes paaugstināšanā.

Šī darba mērķis bija noskaidrot līdz šim pietiekami neizpētītos ganību aireses sēklkopības sējumu mēslošanas jautājumus. Ņemot vērā iepriekš teikto, tika izvirzīta pētījumu hipotēze: ganību aireses sēklu ražas un to kvalitāti var ievērojami kāpināt sabalansēta minerālmēslojuma normu lietošana.

Pētījuma mērķis: noskaidrot minerālmēslojuma optimizācijas ietekmi uz ganību airesnes produktivitātes veidošanos Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Darba uzdevumi:

- noteikt dažādu minerālmēslojuma normu ietekmi uz ganību airesnes virszemes biomasas ražību un ražas kvalitāti;
- noskaidrot ganību airesnes sēklu produktivitāti noteicošos faktorus un struktūrelementus;
- noteikt svarīgākos fitometriskos rādītājus dažādi mēslotos ganību airesnes zelmeņos;
- novērtēt minerālmēslojuma līdzekļu agronomisko un ekonomisko efektivitāti ganību airesnes sēkludzēšanas sējumos.

Pētījuma novitāte:

- noskaidrota optimizēta minerālmēslojuma priekšrocības produktivitātes veidošanā un kvalitātes paaugstināšanā;
- izpētīti ganību airesnes ražu veidojošie struktūrelementi un fitometriskie rādītāji;
- noteikta minerālmēslojuma pielietojanas efektivitāte ganību airesnes sēkludzēšanas sējumos.

Zinātniskā darba aprobācija:

Izvirzīto darba uzdevumu veikšanai LLU aģentūras Zemkopības zinātniskajā institūtā laika posmā no 1999. līdz 2001. gadam tika ierīkoti un veikti atbilstoši lauka izmēģinājumi. Mēslojuma pēcietekmes pētījumi tika turpināti līdz 2003. gadam. Pētījumu rezultāti ir apkopoti 10 zinātniskās publikācijās, no tām 5 publikācijas ir ārzemju izdevumos, 8 konferenču tēzēs un 8 stenda referātos. Par pētījumu rezultātiem ir sniegti ziņojumi 5 zinātniskās un zinātniski–praktiskās konferencēs, t.sk. 5 starptautiskās. Uz izmēģinājumu bāzes ir veikta zemnieku apmācība, organizējot reģionālos seminārus–lauku dienas.

Publikācijas

1. Būmane Sk. (2001) Minerālmēslojuma optimizācija ganību airesnes ‘Spīdola’ sēkludzēšanas sējumos. **No:** *Zinātne lauku attīstībai: starptautiskās zinātniskās konferences referāti*, 2001. gada 23. – 25. maijs, Jelgava: LLU, 57. – 62. lpp.
2. Bumane S. Use of for mineral fertilizer perennial ryegrass seed production. **In:** *Research for rural development 2002: international scientific conference proceedings*, Jelgava, Latvia, 22 – 24 May, 2002. Latvia University of Agriculture. Jelgava: LLU, p. 38 – 41.
3. Bumane S., Adamovich A., Pogulis A. (2002) Optimizing of mineral feeding for perennial ryegrass seed production. **In:** *Traditional and innovations in sustainable development of society: Proceedings of the international conference*, February 28 – March 2, 2002, Rezekne, p. 28 – 32.
4. Bumane S., Adamovich A. (2002) The use of mineral fertilizers in the production of perennial ryegrass seeds. **In:** *Grassland Science in Europe: Multi-function grasslands. Quality Forages, Animal products and Landscapes*. France, p. 404. – 405.
5. Luksa S., Sparnina M., Bumane S. (2002) The forage quality of legume and perennial ryegrass varieties in Skrīveri Research Centre, Latvia. **In:** *Grassland Science in Europe: Multi-function grasslands. Quality Forages, Animal products and Landscapes*. France, p. 440. – 441.

6. Bumane S., Bughrara S. (2003) Optimization of mineral nutrition for perennial ryegrass seed production. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Jelgava: LLU, No. 8 (303), p. 70 – 73.
7. Bumane S., Berzins P., Leep R. H., Dietz T. (2004) The effect of nitrogen use on perennial ryegrass seed yield and forage quality parameters. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Jelgava: LLU, No. 10 (305), p. 13 – 18.
8. Bumane S., Adamovich A. (2004) Effect of fertility levels on perennial ryegrass for seed production. *In: Grassland Science in Europe*. Switzerland, p. 696 – 698.
9. Bumane S.R., Adamovich A.M. (2005) Effect of mineral fertilizers levels on the productivity of perennial ryegrass. *In: Plant Nutrition for Food Security, Human Health and Environmental Protection: Proceedings of XV International Plant Nutrition Colloquium*, September 14 – 19, 2005, China: Tsingua University Press, p. 926 – 928.
10. Bumane S., Adamovics A. (2006) Influence of fertilization rates on *Lolium perenne* L. sward photosynthetic characteristics and seed yield. *In: Grassland Science in Europe: Sustainable Grassland Productivity*. Spain, p. 116 – 119.

Konferenču tēzes

1. Bumane S., Berzins P., Adamovich A., Pogulis A. (2002) Mineral fertiliser use in perennial ryegrass seed production. *In: Potassium and Phosphorus for sustainable agriculture*. Regional IPI Workshop. February 7 – 8, 2002, Jelgava. 35 p.
2. Bumane S. (2003) Effect of N-P-K for perennial ryegrass. *In: Balanced fertilization in contemporary plant production: the Role of Potassium*. Abstracts. Regional Workshop, September 30 – October 1, 2003. Lithuania, p. 31.
3. Bumane S., Adamovich A. (2004) Effect of fertility levels on perennial ryegrass for seed production. *In: Land Use Systems in Grassland Dominated Regions: Book of Abstracts*, June 21 – 24, 2004, Switzerland. p. 133.
4. Bumane S., Adamovich A. (2005) Influence of fertilization rates on *Lolium Perenne* L. sward photosynthetic characteristics and seed yield. *In: Optimizing Agricultural output Production: Theory and Praxis: Book of Abstracts of the International Scientific Conference*, June 7, 2005, Jelgava, LLU, p. 42.
5. Bumane S., Adamovich A. (2005) Effect of mineral fertilizer levels on the yield quality of perennial ryegrass. *In: XX International Grassland Congress: Offered papers*, June 26 – July 1, 2005, Ireland, p. 716.
6. Bumane S., Adamovich A., Berzins P. (2007) Influence of fertilization on perennial ryegrass phytometric characteristics and its dynamics. *In: Multifunctional Agriculture at the outset of XXI century: Challenges and Risks: Book of Abstracts of the International Scientific Conference*, March 22 – 23, 2007, Jelgava, LLU, 2007. p. 35 – 36.
7. Bumane S., Adamovics A., Berzins P. (2008) Influence of mineral fertilization on seed chemical composition of *Lolium perenne* L. *In: Grassland Science in Europe: Biodiversity and Animal Feed. Future Challenges for Grassland Production: Book of Abstracts*, June 9 – 12, 2008, Sweden, p. 39.
8. Bumane S.R., Adamovuch A.M., Gutmane I.J. (2008) Effect of mineral fertiliser levels on the productivity of perennial ryegrass, *Festulolium* and *Lolium* × *Boucheanum*. *In: Multifunctional Grassland in a Changing World: XXI International Grassland Congress, VII International Rangeland Congress*, Huhhot, China, p. 8-20 – 21.

Referāti konferencēs

1. Bumane S. Mineral fertilizer use optimization of perennial ryegrass seeds production. International Scientific Conference "Research for rural development", Jelgava, LLU, May 23 – 25, 2001.
2. Bumane S. Mineral fertilizer use on perennial ryegrass for forage quality. International Scientific Conference "Research for rural development", Jelgava, LLU, May 22 – 24, 2002.
3. Bumane S. Optimizing of mineral feeding for perennial ryegrass seed production and forage quality. Rēzeknes augstskolas Starptautiskā zinātniskā konference. "Tradicionālais un novatoriskais sabiedrības ilgstpējīgā attīstībā", Rēzekne, 2002. gada 28. februāris – 2. marts.
4. Būmane S. Influence of fertilization rates on *Lolium perenne* L. sward photosynthetic characteristics and seed yield. Starptautiskā zinātniskā konference "Optimizing agricultural output production: theory and praxis", Jelgava, LLU, 2005. gada 7. – 9. jūlijs.
5. Būmane S. Influence of fertilization on perennial ryegrass phytometric characteristics and its dynamics. International Scientific Conference "Multifunctional agriculture at the outset of XXI century: Challenges and Risks", Jelgava, LLU, March 22 – 23, 2007.

Stenda referāti konferencēs

1. Bumane S., Adamovich A. Mineral fertilizer use in perennial ryegrass. Regional IPI Workshop "Potassium and Phosphorus for sustainable agriculture", Jelgava, LLU, February 7 – 8, 2002.
2. Bumane S., Adamovich A. The use of mineral fertilizers in the production of perennial ryegrass seeds. Grassland Science in Europe "Multi-Function Grasslands", France, May 24 – 31, 2002.
3. Bumane S. Effect of NPK for perennial ryegrass. International Scientific Conference "Balanced Fertilization in Contemporary Plant Production: The Role of Potassium", Lithuania, September 30 – October 1, 2003.
4. Bumane S., Adamovich A. Effect of fertility levels on perennial ryegrass for seed production and forage quality. Grassland Science in Europe "Land Use Systems in Grassland Dominated Regions", Switzerland, June 18 – 24, 2004.
5. Bumane S., Adamovich A. Effect of mineral fertiliser levels on the yield quality of perennial ryegrass. XX International Grassland Congress, Ireland, June 26 – July 1, 2005.
6. Bumane S., Adamovich A. Effect of mineral fertilizer levels on the productivity of perennial ryegrass. XV International Plant Nutrition Colloquium, China, September 14 – 19, 2005.
7. Bumane S., Adamovich A. Influence of fertilization rates on *Lolium perenne* L. sward photosynthetic characteristics and seed yield. Grassland Science in Europe, Spain, April 2 – 6, 2006.
8. Bumane S., Adamovich A. Role of nitrogen levels on perennial ryegrass for seed production and forage quality. Grassland Science in Europe, Belgium, September 3 – 5, 2007.

Stāžēšanās. Esmu stažējusies Mičiganas Valsts Universitātē, Augkopības un Augsnes zinātņu katedrā, East Lansing, Mičiganas pavalsts, ASV. Stažēšanās programma: "Daudzgadīgo zālāju selekcijas metodes, sēklkopība un audzēšanas tehnoloģijas". 2002. gada 15. augusts – 2003. gada 21. augusts. Iegūts sertifikāts un publicēti divi kopēji raksti LLU izdevumos *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*.

I. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Zālaugu sēklaudzēšana pasaulē un Eiropā

Pasaules lopbarības zālaugu platības var uzturēt un atjaunināt tikai tādā gadījumā, ja saražotas un pietiekamā daudzumā tirgū apgrozās daudzgadīgo zālaugu sēklas. Pēc Starptautiskās Sēklu federācijas datiem, 2005. gadā galvenajās ražotājvalstīs stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu daudzums novērtēts ar 780 milj. tonnām. No tām 660 milj. tonnas tika saražotas 4 valstīs un 1 valstu grupā (valstu grupā) – ASV, Eiropas Savienībā (ES), Kanādā, Jaunzēlandē un Argentīnā. Pasaules lielākās stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu ražotāja un eksportētāja ir ASV, kas 2005. gadā saražoja 418.9 milj. tonnu sēklas. Otrā vietā bija Eiropa Savienība, bet trešā – Kanāda, tad Jaunzēlande un Argentīna (1.1. tabula).

1.1. tabula

Saražotais zālaugu sēklu daudzums pasaulē 2005. gadā, milj. t

Zālaugi	ASV	ES	Kanāda	Jaunzēlande	Argentīna
<i>Poaceae</i>	376.550	120.729	34.473	25.540	6.040
<i>Papilionaceae</i>	42.350	34.565	14.042	4.260	1.529
Kopā	418.900	155.294	48.515	29.800	7.569

Avots: Wong, 2005.

Saskaņā ar Starptautiskās Sēklu federācijas (ISF) datiem, pasaulē 2005. gadā saražoja 680 milj. t dažādu stiebrzāļu sugu sēklu (1.2. tabula).

1.2. tabula

Stiebrzāļu sugu sēklu ražošana pasaulē 2005. gadā, milj. t

Stiebrzāļu sugas	Sēklu produkcija	
	milj. t	% no kopapjoma
Ganību airene	185.352	27.3
Viengadīgā airene	171.849	25.3
Niedru auzene	123.869	18.2
Sarkanā auzene	80.000	11.8
Pļavas skarene	42.361	6.2
Kamolzāle	15.093	2.2
Timotiņš	13.000	1.9
Hibrīdā airene	7.270	1.1
Aitu auzene	4.949	0.7
Pļavas auzene	4.864	0.7
Citas stiebrzāles	31.400	4.6
Kopā	680.000	100.0

Avots: Wong, 2005.

Nedaudz vairāk par pusi – 357.2 milj. tonnas sastādīja airenēs, tai skaitā ganību airene – 185.4 milj. tonnu, bet viengadīgā airene – 171.8 milj. t sēklas.

Zālaugu sēklaudzēšanas platības Eiropas Savienībā ir palielinājušās no 98 tūkst. hektāru 1985. gadā līdz 237 tūkst. hektāriem 2004. gadā jeb gandrīz 2.4 reizes. Galvenā tauriņziežu un stiebrzāļu sēklu audzētāja ir Dānija, jo šajā valstī atrodas 30 – 44% no visām ES zālaugu sēklu lauku platībām. Dānijai seko Vācija, Nīderlande, Francija, un kopš ES paplašināšanās – arī Čehija un Polija. Stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu lauku platību straujš pieaugums noticis Itālijā, savukārt Anglijā stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu lauku platības ir stipri samazinājušās – no 13 tūkst. hektāru 1982. gadā līdz 6 tūkst. hektāru 2004. gadā (1.3. tabula).

1.3. tabula

Zālaugu sēklu platības Eiropas Savienības valstīs, tūkst. ha

ES dalībvalstis	Gadi						
	1985	1988	1994	1997	2000	2003	2004
Dānija	41.726	58.978	51.439	61.608	74.330	79.443	85.129
Vācija	9.271	11.282	27.234	34.059	29.309	27.472	33.380
Nīderlande	15.843	26.794	18.771	25.494	22.256	21.220	25.946
Francija	16.968	15.919	13.454	17.791	21.505	18.197	13.150
Lielbritānija	13.028	16.269	9.579	10.953	7.001	6.386	6.287
Itālija	0.020	0.013	1.665	2.666	2.215	2.863	3.303
Spānija	–	1.431	0.590	2.918	2.501	3.763	4.475
Zviedrija	–	–	–	6.316	6.856	8.932	9.556
Somija	–	–	–	5.990	7.013	8.965	7.691
Čehija	–	–	–	–	–	–	15.262
Polija	–	–	–	–	–	–	10.107
Ungārija	–	–	–	–	–	–	3.663
Slovākija	–	–	–	–	–	–	1.559
Kopā	98.271	133.181	125.150	172.838	177.764	181.563	237.206

Avots: World Forage, 2005.

Zālaugu sēklu ražošanas apjomi Eiropas Savienības valstīs vidēji gadā ir parādīti 1.4. tabulā.

1.4. tabula

Zālaugu sēklu ražošana ES dalībvalstīs, milj. t (vidēji 1998. – 2004. gados)

Zālaugu nosaukums	Eiropas Savienības dalībvalsts						
	Dānija	Vācija	Nīderlande	Francija	Itālija	Lielbritānija	Čehija
Ganību airene	34.373	7.579	18.900	8.226	0.135	6.396	0.577
Viengadīgā airene	4.093	8.061	4.700	4.462	5.550	0.967	2.462
Hibrīdā airene	1.179	0.180	0.160	1.218	0.040	0.819	0.027
Niedru auzene	1.838	0.149	1.500	3.236	0.111	0.003	0.062

Zālaugu nosaukums	Eiropas Savienības dalībvalsts						
	Dānija	Vācija	Nīderlande	Francija	Itālija	Lielbritānija	Čehija
Sarkanā auzene	26.786	1.991	2.400	3.180	0.002	0.218	0.565
Aitu auzene	1.230	0.805	0.130	0.254	–	0.002	0.028
Pļavas auzene	1.057	1.900	0.060	–	–	0.004	0.843
Kamolzāle	2.731	0.047	–	2.332	0.052	0.118	0.131
Timotiņš	0.294	1.237	0.015	0.001	–	0.066	0.364
Pļavas skarene	6.877	0.164	2.200	0.007	–	–	0.086
Citas stiebrzāles	–	0.142	–	0.294	–	–	0.028
Kopā stiebrzāles	80.458	22.249	30.065	23.210	5.890	8.593	5.173
Sarkanais āboliņš	0.228	0.323	–	2.058	0.098	0.012	1.077
Baltais āboliņš	1.498	0.047	–	0.038	0.007	0.007	0.023
Sarkanais āboliņš	–	0.044	–	0.432	1.050	–	0.157
Ēģiptes āboliņš	–	–	–	–	2.150	–	–
Lucerna	–	0.006	–	5.786	4.750	–	0.212
Vīķi	–	0.205	–	10.496	4.200	0.120	0.060
Kopā tauriņzieži	1.726	0.625	–	18.810	12.255	0.139	1.529
Pavisam zālaugi	83.713	22.874	30.065	42.020	18.145	8.732	6.702

Avots: World Forage, 2005.

Arī pēc stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu ražošanas apjoma līderis bija Dānija – 83.713 milj. t., tai skaitā ganību airesne – 34.373 milj. t., kas 8.4 reizes pārsniedza viengadīgās airesnes sēklu ražošanas daudzumu. Otrā vietā bija sarkanās auzenes sēklu ražošana – 26.786 milj. tonnas gadā. Tādējādi Dānija saražoja vairāk nekā pusi no ES zālaugu sēklu kopapjoma. No tauriņziežu sēklām lielāko īpatsvaru sastāda baltā āboliņa sēklu ražošana.

Otrā vietā zālaugu sēklu ražošanā bija Francija – 42.020 milj. tonnas. Francija atrodas trešā vietā ganību airesnes sēklu ražošanā, bet pirmā vietā niedru auzenes un otrā – sarkanās auzenes sēklu audzēšanā.

Trešā vieta Eiropas Savienībā sēklu ražošanā bija Nīderlandei, kas ir specializējusies tikai stiebrzāļu sēklkopībā, pilnībā atsakoties no tauriņziežu sēklu audzēšanas. Nīderlande ES bija otrā lielākā (tūlīt aiz Dānijas) ganību airesnes sēklu ražotāja, un trešā (aiz Vācijas un Itālijas) viengadīgās airesnes sēklu audzēšanā. Nīderlandē un Dānijā bija koncentrēta gandrīz visa zālaugu sēklu audzēšana Eiropā.

Vācija galvenokārt ražoja tikai stiebrzāļu sēklas. Tai bija ceturtā vieta aiz Dānijas, Nīderlandes un Francijas ganību airesnes un pirmā vieta viengadīgās airesnes sēklaudzēšanā.

Nākošā vietā stiebrzāļu un tauriņziežu sēklu ražošanā bija Itālijai. Tajā, kā jau dienvidu zemē, galvenā bija tauriņziežu sēklu audzēšana, kas divkārt pārsniedza stiebrzāļu sēklaudzēšanu.

Kā pēdējās mūsu apskatā jāmin Čehija, Polija un Ungārija. 2004. gadā minētās valstis tika uzņemtas Eiropas Savienībā. No tām lielākā zālaugu sēklu audzētāja bija Čehija – 6.7 milj. tonnas gadā. Čehijā visvairāk ražoja viengadīgās airesnes sēklu, 2.462 milj. t jeb 36.4% no visām zālaugu sēklām. Ganību airesnes sēklas ražošana bija mazāka, – 0.577 milj. tonnas.

Lai arī 1.4. tabulā dotie dati attiecas par laika periodu no 1998. līdz 2004. gadam, arī mūsdienās ir saglabājušās tās pašas tendences un valstu sadalījums atbilstoši sējplatībām un ražošanas apjomiem. No tā var secināt, ka zālaugu sēklu ražošana noteiktos apstākļos var būt nozīmīga augkopības nozare.

1.2. Zālaugu kultivēšana Latvijā un Baltijas valstīs

Zālaugi ir galvenais dabiskais resurss, kas tiek izmantots lopbarības, kurināmā un medikamentu ražošanā, kā arī agroekosistēmu stabilizācijai. Daudzgadīgie zālaugi ir galvenais un svarīgākais komponents pļavu un ganību zemesos. Tiem ir augsta pielāgošanās spēja un izturība kā galvenajiem komponentiem zālaugu sēklu maisījumos ganībām, sienu un skābarības ieguvei. Efektīvai ražas izmantošanai ir būtiski izvērtēt to ķīmisko sastāvu un barības vērtību (Rost, 1993). Zālaugi tradicionāli ir ieņēmuši nozīmīgu vietu LIZ izmantošanā, agronomiski sabalansētā sējumu struktūrā un lauksaimniecības produkcijas ražošanā (skat. 1.5. tab.).

1.5. tabula

Lauksaimniecībā izmantojamo zemju struktūra Latvijā, tūkst. ha

Gads	Tīrumi, kopā		Pļavas	Ganības	Kopā pļavas, ganības, tīruma zālāji	Augļu dārzi	LIZ kopā
	sējumu platība	t.sk. sētie zālāji					
1940	1964.4	585.0	915.8	600.4	2101.2	19.0	3713.6
1950	1413.4	355.0	905.9	432.8	1684.7	17.0	3352.3
1960	1534.4	611.0	706.5	362.7	1680.2	40.4	3076.5
1970	1541.4	645.0	468.9	752.8	1866.7	41.4	2907.8
1980	1673.6	707.0	415.7	415.7	1538.4	39.2	2580.6
1990	1672.0	738.0	245.8	598.0	1581.8	30.3	2567.0
1996	986.1	398.4	486.1	486.1	1370.5	23.1	2329.4
2000	881.1	347.2	211.8	349.6	908.6	24.6	2401.5
2002	877.7	342.3	215.7	360.1	918.0	24.8	2416.4
2003	851.1	292.8	568.6	284.3	879.4	14.8	2406.1
2006	1122.7	425.8	208.1	392.9	1026.8	25.0	2371.8

Avots: Latvijas Statistikas gadagrāmata, 2008.

Pēc Statistiskās pārvaldes datiem Lauksaimniecībā izmantojamās zemes (LIZ) 1940. gadā bija 3713.6 tūkst. ha un aizņēma 57.5% no visas zemes kopplatības – 6457.3

tūkst. ha. LIZ platībā ietilpa aramzeme (tūrumi, atmatas un papuves), ilggadīgie stādījumi (dārzi), dabiskās pļavas un ganības (1.5. tabula).

Zālaugi aizņēma pļavas, ganības, kā arī daļu tūrumus, jo tajos sēja gan daudzgadīgos, gan arī viengadīgos zālaugus piebarošanai, sienam un skābbarībai. Sakarā ar to kopējā zālaugu platība 1940. gadā sastādīja 2101.2 tūkst. ha jeb 56.6% no LIZ. Lielais zālaugu īpatsvars skaidrojams ar Latvijas labvēlīgiem apstākļiem – nokrišņiem bagāto piejūras klimatu, kas sekmē augstražīgu zālaugu audzēšanu. Siltajā periodā (aprīlis – oktobris) Latvijā parasti nolīst 400 – 550 mm nokrišņu, kas vidēji 1.2 – 2.0 reizes pārsniedz iztvaikošanu un daļēji uzkrājas zemākās vietās, padarot tās noderīgas galvenokārt tikai zālāju audzēšanai (Zirnītis, 1968).

Kara postījumu dēļ LIZ platība samazinājās, un 1950. gadā bija vairs tikai 3352.3 tūkst. ha. (Boruks, 1982). Pēc tam LIZ platība turpina samazināties un 2006. gadā tās aizņēma vairs tikai 2371.8 tūkst. ha jeb par 1341.8 tūkst. ha mazāk nekā 1940. gadā. Tas galvenokārt notika nosusinot mitrās platības un paplašinot tūrumu īpatsvaru.

Pēc LR Centrālās statistikas pārvaldes datiem sākot ar 1991. gadu ir notikusi liela lauksaimniecības mājdzīvnieku skaita samazināšanās. Liellopu skaits no 1439 tūkst. 1990. gadā ir sarucis līdz 399 tūkst. 2007. gadā. Slaucamo govju skaits ir samazinājies attiecīgi no 535 tūkst. līdz 180 tūkst., aitu skaits – no 165 tūkst. līdz 54 tūkst., zirgu skaits no 31 tūkst. 1990. gadā līdz 13 tūkst. 2007. gadā (Latvijas Statistikas gadagrāmata, 2008). Līdz ar lopkopības krasu samazināšanos samazinājās arī lopbarības vajadzība, kas izsauca pieprasījuma kritumu pēc daudzgadīgo zālaugu sēklām. Tāpēc arī krasi samazinājās zālaugu sēklu ražošana. Finansiālo resursu trūkuma dēļ daļa saimniecību zālājus izmantoja ekstensīvi (bez atjaunināšanas) vai arī sējai izmantoja pašaudzētas, nesertificētas zālaugu sēklas.

Diemžēl Latvijā zālāju ražības līmenis ievērojami atpaliek no Eiropas valstu vidējās ražas. Latvijā ganību airesnes 1. pļāvuma sausnas ražas ir vidēji no 2 līdz 6 t ha⁻¹ (Būmane, Bughrara, 2003), bet Polijā – no 7 līdz 11 t ha⁻¹ (Golinski, 2003). Latvijā šajā jomā daudz kas darāms, tai skaitā jāuzlabo daudzgadīgo zālaugu sēklkopība, ieviešot tajā kardinālas organizatoriskas, strukturālas, tehnoloģiskas un citas izmaiņas.

Aplūkojot laika posmu no 2001. gada līdz 2006. gadam stiebrzāļu sēklu lauku platības Baltijas valstīs vidēji gadā Latvijā un Lietuvā ir apmēram līdzīgas 1086 un 1040 ha attiecīgi, bet Igaunijā – apmēram par 1/3 mazāk nekā abās kaimiņvalstīs. Latvijā 2007. un 2008. gadā stiebrzāļu sēklu lauku platības palielinās, bet nesasniedz tās platības kādas ir Lietuvā 2006. gadā – 2149.10 ha (1.6. tabula).

1.6. tabula

Kopsavilkums par ganību airesnes sēklu lauku apskatēm Baltijas valstīs, ha

Gads	Sēklu lauku platības, ha	
	kopā stiebrzāles	t.sk. ganību airene
LATVIJA¹		
2001	1215.20	95.00
2002	1141.30	135.80
2003	1047.40	73.25
2004	839.40	98.79
2005	1096.74	105.19
2006	1175.57	104.39

¹ <http://www.vaad.gov.lv/sakums/informacija-sabiedribai/par-seklu-apriti/seklaudzesanas-lauku-apskates-rezultati.aspx> Skatīts: 17.05.2009.

1.6. tabulas nobeigums

Gads	Sēklu lauku platības, ha	
	kopā stiebrzāles	t.sk. ganību airene
2007	1441.06	113.48
2008	1778.16	186.26
LIETUVA²		
2001	426.07	88.00
2002	580.50	85.00
2003	533.96	87.50
2004	996.37	202.06
2005	1555.6	534.50
2006	2149.10	648.90
IGAUNIJA³		
2001	124.98	10.67
2002	611.68	16.70
2003	653.75	39.70
2004	726.29	88.12
2005	1063.32	139.34
2006	1239.54	118.90

Analīze parāda, ka ganību aireses sēklu lauku platības pa gadiem visās Baltijas valstīs pieaug. Ganību aireses sēklu lauku īpatsvars no visā stiebrzāļu sēklu lauku platībām laika periodā no 2001. gada līdz 2006. gadam vidēji gadā Latvijā un Igaunijā sastādīja 9.4%, bet Lietuvā – 26.4%.

Latvijā, sākot ar 1997. gadu sēto zālaugu popularitāte palielinājās. Ganību aireses sēklu lauku platības pamazām pieauga, maksimumu sasniedzot 2002. gadā, pēc tam gan atkal samazinoties un 2008. gadā atkal strauji palielinoties. Kopumā Latvijā saražoto sēklu apjoms sastāda aptuveni pusi no nepieciešamā. Tāpēc importētas tiek ne tikai Latvijā grūti pavairojamas sugas, bet arī tādās tradicionālas zālaugu sugas kā sarkanais āboliņš, ganību airene, sarkanā auzene, kā arī maisījumu sastāvos timotiņš un pļavas auzene. Tiek ievestas gan atsevišķas sugas, gan gatavi maisījumi, kas paredzēti gan lopbarības ieguvei, gan apzaļumošanas vajadzībām.

Pēdējos gados zālaugu sēklaudzēšana Latvijā organizatoriski ir ievērojami nostiprināta. Pašlaik sēklu kvalitāti Latvijā regulē Sēklu aprites likums. Lopbarības augu sēklu kvalitāte ir noteikta Ministru kabineta noteikumos „Lopbarības augu sēklaudzēšanas un sēklu tirdzniecības noteikumi”. Minētie noteikumi atbilst ES direktīvas 66/401EEC prasībām. 2000. gada maijā Starptautiskās sēklu kontroles asociācijas (ISTA) komiteja piešķīra Latvijai tiesības izsniegt ISTA sertifikātu. Kopš 2001. gada Latvija ir pievienojusies Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) šķirņu sertifikācijas shēmām graudaugiem un lopbarības augiem. Kopš 2002. gada Latvija ir Jauno augu šķirņu aizsardzības starptautiskās savienības (UPOV) locekle. Tādējādi likumdošanas jomā ir veiktas darbības, lai Latvijā nodrošinātu kvalitatīvas un starptautiskiem standartiem atbilstošas sēklas apriti, kas uzlabotu iekšzemes pieprasījumu, kā arī nebūtu šķēršļu to eksportam.

Paveroties iespējām Latvijai kā ES dalībvalstij pretendēt uz atbalsta maksājumiem no ES lauku attīstības fondiem, var prognozēt, ka zināmā mērā pieaugs

² <http://www.zum.lt/lt/naujienos/pranesimai-spaudai/7039/> Skatīts: 17.05.2009.

³ <http://www.agri.ee/ministeerium> Skatīts: 17.05.2009.

kvalitatīvu zālaugu sēklu ražošana, kas kopumā pozitīvi ietekmēs arī lopkopības nozari, sekmējot augstvērtīgākas lopbarības ražošanu. Tāpat var cerēt, ka zālāju sēklaudzēšana nostiprināsies un Latvija varēs konkurēt ārējos tirgos ar šo produkciju.

1.3. Ganību airesnes tautsaimnieciskā nozīme

Ganību airene (*Lolium perenne* L.) ir daudzgadīga skrajceru apakšzāle. Aug ciešos ceros ar daudziem veģetatīviem un ģeneratīviem dzinumiem (Виноградова, 1984; Дроздов и др., 1987).

Ganību airene ir vecākā kultivējamā stiebrzāle, kas tiek plaši audzēta visā pasaulē, bet jo sevišķi Rietumeiropā. Tā dod augstas kvalitātes lopbarības ražu, ir teicama ganību zāle un veido labu zelmeni visdažādākajos klimatiskajos apstākļos. Ganību airene ir viena no svarīgākajām skrajceru apakšzālēm, kuru izmanto ilggadīgo kultivēto ganību zelmeņu veidošanā. Pirmās ziņas par ganību airesnes kultivēšanu nāk no Anglijas ap 1677. gadu. Ganību airesnes izplatība ir cieši saistīta ar atgremotāju dzīvnieku turēšanu fermās un ar zālaugu struktūras evolūciju atbilstoši ganīšanas intensitātei. Ganību airene ir samērā labi piemērojusies bargākiem ziemošanas apstākļiem, kā, piemēram, Ziemeļamerikā un Eiropā. Tomēr tā sevišķi labi padodas piejūras klimatā Britu salās, kā arī Jaunzelandē. Tā šeit tiek audzēta tīrsējā vai maisījumos ar āboliņiem un tai ir lielākas priekšrocības salīdzinot ar jebkuru citu lopbarības zālaugu sugu (Lucern *et al*, 1999).

Kontinentālajā Eiropā, Lielbritānijā un Īrijā ganību airene ir pamatzāle visās ganībās, kā arī zelmeņos skābbarības gatavošanai. Ganību airesnes sēklaudzēšana galvenokārt ir orientēta gan lopbarības zelmeņu atjaunošanai, gan arī mauriņu zālienu vajadzībām. Augstu sēklu ražu ieguvē galvenā nozīme ir agronomisko metožu uzlabošanai (Wilkins, 1991).

Daudzgadīgo zālaugu sēklu ražošana ir svarīgs posms ilggadīgo zālaugu platību zelmeņu kvalitātes pilnveidošanā. Pļavu un kultivēto ganību ierīkošanu, kā arī zelmeņu atjaunošanu bieži vien kavē daudzgadīgo zālaugu sēklu trūkums un nepietiekams to sortiments. Ganību airene ir tipisks ganību augs. Daudzas diploīdās un tetraploīdās ganību airesnes šķirnes ir selekcionētas lietošanai ganību maisījumos un skābbarības ražošanai. Bieži vien ganību airene ir galvenais komponents zālaugu maisījumos ganībām, kur tā kopā ar balto āboliņu ir pamats pastāvīgām ganībām liellopiem un aitām (Harvey *et al*, 1984; Evans, Hill, 1984; Doyle *et al*, 1984; 1984; Bauer *et al*, 1985; Emmenger, 1985; Киршин, 1985).

Tomēr jāatzīmē, ka Latvijas apstākļos ne vienmēr izpaudīsies visas literatūrā minētās ganību airesnes priekšrocības un šeit nebūs iespējams realizēt visus ieteiktos audzēšanas paņēmienus. Latvijā ir liela augšņu dažādība un ne visās var izmantot ganību airesni kā zelmeņu dominanti, piemēram, kūdras un viegla granulometriskā sastāva augsnes.

Vērtīga saimnieciskā īpašība ir ganību airesnes labā ataugšana pēc zelmeņa noganīšanas vai nopļaušanas un salīdzinoši augstā produktivitāte. Pēc šiem parametriem tā pārspēj daudzas citas stiebrzāles un tauriņziežus. Jau sēšanas gadā tā veido biezu, noslēgtu zelmeni un dod lielu zaļās masas ražu, kuru var noganīt 4 līdz 5 reizes. (Андреев и др., 1970; Wright, 1976; Evans, 1964; Brockman, 1984; Киршин, 1985).

Salīdzinot ar citām stiebrzālēm, ganību airesnei ir visaugstākā barības vērtība. Ne velti tā ir dominējošā lopbarības stiebrzāle visās Rietumeiropas valstīs. Ganību airene tīrsējā, kā arī zālaugu sēklu maisījumā ar lielu tās īpatsvaru (60 – 70%) tiek plaši

piedāvāti arī izmantošanai Latvijā. Diemžēl zelmeņi, kas iegūti izmantojot šos maisījumus, savu augstražību galvenokārt uzrāda tikai pirmajos pāris izmantošanas gados, jo ganību airesnes ziemcietība parasti ir vāja (Runce, 1982).

Ganību airesnes izmantošana ganību zelmeņos paplašinās līdz ar Eiropas Savienības daudzgadīgo zālaugu sēklu tirgus pieejamību Latvijai. Tiek piedāvāts plašs ganību airesnes sēklu sortiments no Dānijas, Holandes u.c. Eiropas valstīm. Tomēr bieži vien zelmeņi, kas iegūti izmantojot ievesto sēklu, mūsu klimatiskajos apstākļos sliktāk ziemo un raksturojas ar īsāku produktīvo ilggadību nekā Latvijā selekcionētās šķirnes.

Ganību airenei ir vairākas svarīgas īpašības, kas pamatā izskaidro tās plašo pielietojumu un popularitāti. Tai ir augstas zāles ražas, gara augšanas sezona, spēja samērā labi piemēroties dažādiem augšanas apstākļiem un ganīšanas režīmiem, ļoti laba iesakņošanās spēja, kā arī tā labi nomāc nezāles, labi panes zemu noganīšanu, spēj sadzīvot ar balto āboliņu. Ganību airenei ir teicama lopbarības kvalitāte, laba ēdamība un sagremojamība, augsta barotārvērtība ar augstu proteīna saturu (12 – 15%) un labām sausnas ražām (7 – 8 t ha⁻¹) (Виноградова, 1984; Sokolovič *et al.*, 2002). Šīs īpatnības tiek atspoguļotas daudzu zinātnieku publikācijās (Каджюлис, 1977; Воробьев, 1991; Переправо и др., 2004; Зотов, 2006).

Izmēģinājumi Jaunzēlandē, Lielbritānijā un Eiropā ir parādījuši ganību airesnes sējumu gan tīrsējā, gan arī maisījumos augsto kvalitāti, izmantojot tos gan ganībās, gan arī lietojot skābbarības gatavošanai. Ganību airene labāk aug, kad ir pietiekošs slāpekļa nodrošinājums. Lai arī tā ir mazāk ziemcietīga un prasa lielāku mitrumu nekā kamolzāle, timotiņš un auzenes, tā tomēr pietiekami piemērota audzēšanai arī mērenā klimata apstākļos. Tās spēja labi justies dažādos saimniekošanas apstākļos ir tās galvenā priekšrocība salīdzinot ar citām stiebrzālēm. Savukārt T. Rabotnovs (Работнов, 1985) apkopojot daudzus pētījumu rezultātus, atzīmē, ka ganību airenei ir augsta izturība pret zelmeņa izmīdīšanu.

Biežas noganīšanas režīmā ganību airene ir ražīgāka un izturīgāka nekā pļaušanai sienam, jo zālaugu maisījumos tā nepanes noēnošanu no citām garāka auguma stiebrzālēm (Wilkins, 1991).

Daudzās publikācijās tiek uzsvērtā ganību airesnes augstā kvalitāte. Piemēram, salīdzinot to ar citām ganību tipa stiebrzālēm, tā ieņem pirmo vietu olbaltumvielu un ogļhidrātu daudzuma ziņā (Боратова, 1983). Savukārt Aļeksažova atzīmē, ka ganību airenei ir zems grūti sagremojamo kokšķiedras frakciju un lignīna saturs (Алексажова, 1973).

Tiek uzsvērts, ka garšas un ēdamības ziņā ganību airene ir līdzvērtīga lucernai un tai ir par 15 – 17% augstāka ēdamība nekā kamolzālei un timotiņam, par 25% augstāka nekā niedru auzenei un par 22% augstāka nekā pļavas auzenei (Куделин, 1988; Апените, Латвиетис, 1989). Tiek minēts, ka ganību airesnes ražas struktūrai un cukuru saturam ir liela ietekme uz pārējo ganību zālaugu ēdamību (Kaldmāe *et al.*, 1999). Papildus tam tiek minēts, ka tā ir vērtīga zāle ganību ierīkošanai, jo jau sēšanas gadā attīsta līdz 600 veģetatīvo (lapu) dzinumu vienā cerā un veido biezāku ganību zelmeni (Кулик, 1983).

Ganību airenei ir arī augstas sēklu ražas. Tā Priekuļos R. Jansone, analizējot iegūtās stiebrzāļu ražas pēdējo 5 gadu laikā, secināja, ka augstākās sēklu ražas bija devušas pļavas auzene 'Arita' – no 100 līdz 270 kg ha⁻¹, sarkanā auzene 'Priekuļu 45' – 120 līdz 450 kg ha⁻¹ un ganību airene 'Priekuļu 59' – 200 – 750 kg ha⁻¹ (Jansone, Bebre, 2006).

Zālaugiem, tai skaitā ganību airenei ir liela ietekme augsnes auglības uzturēšanā, kas sevišķi svarīgi aramzemē. Spēcīgā, sazarotā sakņu sistēma, ievērojamais pēcplaujas atlieku daudzums sekmē augsnes struktūras atjaunošanos, organisko vielu uzkrāšanos,

humusa sintēzi un augsnes bioloģisko atveseļošanu. Zālāji neļauj attīstīties viengadīgām un nomāc daudzgadīgās nezāles, neitralizē pielietoto pesticīdu pēcietekmi un tādējādi mazina tos mehāniskos un ķīmiskos stresus, kas augsnei veidojušies audzējot viengadīgos kultūraugus.

1.4. Ganību airesnes morfoloģiskais un saimnieciski bioloģiskais raksturojums

Ganību airene – *Lolium perenne* L., pieder pie Graudzāļu (*Poaceae*) dzimtas, tā ir skrajceru apakšzāle. Tā ir tipiska ganību zāle, kuru izmanto arī kvalitatīvas pļaujamas biomasas ieguvei. Ganību airene pieder pie vērtīgo stiebrzāļu apakšdzimtas, tā ir ražīga, ar lielu barības vērtību, kā arī labi izmanto minerālmēslojumu. To sēj kultivētās ganībās tīrsējā, vai maisījumos ar citām stiebrzālēm – timotiņu, pļavas auzeni, kamolzāli u.c. Zelmenī tā veido apakšzāli un uzlabo kultivēto ganību ražību (Tērauds, 1972).

Ganību airene aug ciešos ceros ar daudziem veģetatīviem un ģeneratīviem dzinumiem. Cerošanas mezgli atrodas augsnē, no tiem zem leņķa atiet jaunie dzinumi, kas pēc iznākšanas no augsnes var veidot atkal jaunus dzinumus (1.1. att.).

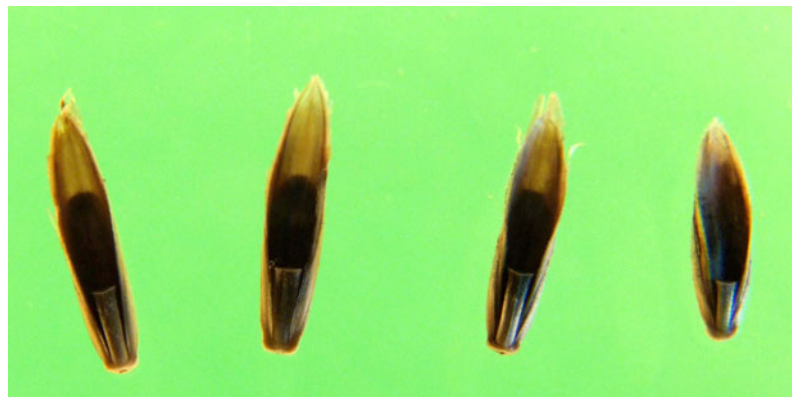


1.1. att. Ganību airesnes *Lolium perenne* L. kopskats un ziedkopa.

Ganību airesnes stiebri ir gludi, taisni, pie pamatnes mazliet pacili, labi aplapoti (Виноградова, 1984; Дроздов и др., 1987), ap 60 – 80 cm gari. Jaunie lapu dzinumi plakaniski saspiesti. Lapas šauras un garas, spilgti zaļā krāsā, ar spožu apakšpusi. Ceru lapu makstis bieži iesarkanas vai violetas. Vietā, kur lapu makstis pāriet plātnē, izveidojas īsa mēlīte. Bez mēlītes pie lapu maksts pārejas plātnē izveidojas arī viļņveida austiņas, kuras aptver ziedu.

Ziedkopa ganību airenei šaura, gara, divpusēji plakana vārpa ar izliektu vārpas asi (1.1. att.). Vārpiņas ar šauro pusi piestiprinātas vārpas asij. Vārpiņas ir stāvas, cieši pieguļošas vārpas asij arī ziedēšanas laikā. Vārpiņā parasti ir 8 – 12 ziedi. Ziedu plēksnes 6 – 7 mm garas, strupas, nosmaiļotas, bez akota (Слесаравичюс, 1992). Atšķirībā no citām vērtīgām stiebrzālēm, kuras parasti masveidā zied no rīta, ap plkst. 6.00 – 8.00, ganību airene zied mazliet vēlāk, no 9.00 līdz 10.00 dažkārt pat līdz plkst. 12.00 – 13.00 (Holms, 1974).

Ganību aireses sēklas ir salmu pelēkas krāsas graudeņi, kas pēc formas un lieluma ir ļoti līdzīgas pļavas auzenes sēklām, un atšķiras vienīgi ar sēklas kātiņa formu – tas ganību airenei ir īsāks, plakans, it kā saspiests (1.2. att.). Graudeņi ir 5.0 – 8.0 mm gari, 1.0 – 1.2 mm plati un 0.6 – 1.1 mm biezi. 1000 graudeņu masa ir 2.8 – 3.2 grammi (Bērziņš, 1985; Слесаравичюс, 1992).



1.2. att. Ganību aireses ‘Spīdola’ sēklas.

Ganību airenei ir vairāki bioloģiskie tipi. Daži no tiem attīsta īsus pazemes dzinumus un veido skrajākus, mazāk blīvus cerus. Atsevišķi bioloģiskie tipi attīsta lapas un saknītes veģetatīvo dzinumu apakšējā daļā virs zemes. Šādi tipi atgādina stīgojošas stiebrzāles un veido biežāku zelmeni. Bioloģiskie tipi savā starpā atšķiras ar morfoloģiskām un bioloģiskām pazīmēm. Mainās ceru forma, lapu garums, krāsojums, attīstības ātrums, ataugšanas un cerošanas spēja (Гриффит, Робертс, 1971).

Ganību airene ir ziemāju tipa zāle, kas sēšanas gadā ģeneratīvos dzinumus – stiebrus – neattīsta. Tai ir liela cerošanas spēja un ātra attīstība sēšanas gadā. Retos gadījumos, iesēta pa vienam augam, tā labos augšanas apstākļos jau sēšanas gadā vienā cerā var veidot līdz pat 600 veģetatīvo (lapu) dzinumu (Каджюлис, 1977). Tāpēc ganību airene, iesēta tīrsējā, vai arī lielākos daudzumos zālaugu maisījumos izklīdus, jau sēšanas gadā veido noslēgtu zelmeni un dod lielu zaļās masas ražu, un sējumus var noganīt pat 4 – 5 reizes.

Klimata ziņā ganību airene ir visai izvēlīga. Tai labvēlīgs mitrs un samērā maigs klimats, kaut gan tā ir samērā labi piemērojusies arī nedaudz bargākiem ziemošanas apstākļiem. Latvijas klimatiskie apstākļi ganību airenei ir daļēji atbilstoši. Taču jāievēro Latvijas laika apstākļu īpatnība – lielā ikgadējā meteoroloģisko apstākļu novirze no ilggadīgiem klimata datiem. Vērojama siltuma un mitruma režīma bieža maiņa, kas palielina risku daudzgadīgo zālaugu (tauriņziežu, stiebrzāļu, t.sk. ganību aireses) audzēšanā (Bērziņš, 1985). Latvijas apstākļos labākā ziemcietība ir vietējām ganību aireses šķirnēm, vai arī šķirnēm, kuru sēklas iegūtas Latvijai tuvos vai līdzīgos apstākļos.

Arī attiecībā uz augsni ganību airenei ir augstas prasības. Tā padodas labi iekultivētās un drenētās smagākās augsnēs (smilšmāla vai viegla māla), kuru reakcija

pH KCl ir virs 5.5. Ļoti labas un augstas zāles ražas tā dod Zemgales līdzenuma augšņu rajonā ar velēnu karbonātu vai velēnglejotām augsnēm. Tā aug arī iekultivētās smagākās mālsmilts augsnēs, kas nodrošinātas ar augu barības vielām, sevišķi fosforu (P_2O_5) un kāliju (K_2O), ja reakcija ir robežās no pH 5.5 līdz 7.0. Skābākas augsnes noteikti ir jākaļķo. Smilts augsnes, tāpat arī kūdras augsnes ganību airenei ir mazāk piemērotas (Holms, 1974; Bērziņš, 1985; Adamovičs, 1998).

Nelabvēlīgos ziemošanas apstākļos ganību airene stipri cieš no sniega pelējuma, sausās un siltās vasarās – arī no miltrasas un rūsas. Airenēm stipri kaitē arī ērcu izraisītā baltvārpainība (Bērziņš, 1985; Слесаравичюс, 1992).

Literatūrā sastopamas norādes, ka vietējās selekcijas ganību aireses šķirnes ir ar augstāku ekoloģisko stabilitāti. Tā, laika posmā no 1996. līdz 1999. gadam Bulgārijā, Plevēnā izmēģinājumos tika salīdzinātas 25 Beļģijas reģistrētās ganību aireses šķirnes un vietējās Bulgārijas populācijas, nosakot sausnas produktivitāti un ekoloģisko stabilitāti. Bulgārijas populācijām bija augstāka stabilitāte un laba produktivitāte. No Beļģijas šķirnēm ar vidējo sausnas produktivitāti 424 g, 366 g un 365 g no auga izcēlās tetraploīdā ganību aireses šķirne 'Merlinda', diploīdās 'Ritz' un 'Merganda'. Savukārt visproduktīvākās un stabilākās Bulgārijas ganību aireses šķirnes bija 'Targovishte', 'Svishtov' un 'Balgarene' ar 605 g, 560 g un 548 g sausnas no auga (Katova *et al.*, 2003).

Arī Latvijā ilggadējos izmēģinājumos un šķirņu salīdzinājumu novērojumos konstatēts, ka vietējos apstākļos selekcionētās ganību aireses šķirnes ir ziemcietīgākas un ar augstāku produktīvo ilggadību nekā no siltāka klimata valstīm ievestās šķirnes. Tā šķirne 'Spīdola' atšķīrās no šķirnes 'Priekuļu 59' ar platakām, tumši zaļām, spīdīgām lapām, nedaudz resnākiem stiebiem un zemāku augumu, kā arī labāku ziemcietību. Rezultātā 'Spīdolas' priekšrocības, salīdzinot ar šķirni 'Priekuļu 59' izpaudās lielākā zāles ražas ieguvē; 'Spīdolas' raža vidēji bija par 46.7% augstāka nekā par standartšķirni nominētajai 'Priekuļu 59'.

Kopumā šķirne 'Spīdola' raksturojās ar labāku aplapojumu, lapu raža tai vidēji bija par 64% augstāka nekā 'Priekuļu 59'. Tai bija arī labāka ziemcietība, jo tā bija izturīgāka pret sniega pelējumu, kā arī pret rūsu gan dabiskā, gan mākslīgā fonā. Tā attīstījās agrāk, un tās zelmeni varēja uzsākt noganīt maija beigās. Dzīvnieki zāli noēd labprāt, sevišķi tad, kad šķirnes 'Priekuļu 59' zelmenis inficējās ar rūsu, kuras izplatība 'Spīdolas' zelmeņos bija maza (Bērziņš, 1984).

1.5. Stiebrzāļu ražas kvalitāte un to ietekmējošie faktori

Stiebrzāļu zāles ražas kvalitātes (barotārvērtības) galvenie rādītāji ir sausnas saturs, proteīna, kokšķiedras, cukuru un minerālvielu saturs saussnā, kā arī sausnas ēdamība un sagremojamība. Tādējādi var teikt, ka kvalitāti nosaka biomasas ķīmiskais sastāvs skatot to gan organisko savienojumu grupu, gan elementlīmeni.

Stiebrzāļu ražas ķīmisko sastāvu nosaka vairāki faktori: zālaugu suga, šķirne, augu attīstības fāze, augsnes auglība, sevišķi nodrošinājums ar slāpekli, mēslojums, meteoroloģiskie apstākļi, zālaugu novākšanas laiks un tehnoloģija. Šo faktoru ietekmē un kombinācijā veidosies īpašību kopums, ko apzīmē par ražas kvalitāti.

Latvijas apstākļos jautājums par zālaugu ražas kvalitātes izmaiņām dažādu faktoru ietekmē pētījuši daudzi zinātnieki (Pommers, 1956; Vaivars, 1968; Heinackis, 1978; Adamovičs, 1998; Runce, 1999; Bērziņš u.c., 2001). Literatūrā sastopamās publikācijās minēts, ka vislielākā ietekme uz **proteīna saturu** zāles sausnas ražā ir

zālaugu attīstības fāzei, bet stiebrzālēm – arī lietotajam slāpekļa mēslojumam (Adamovičs, 1998). Atbilstoši pētījumu datiem optimālais novākšanas laiks ir periods, kad augu zaļmasas vērtīgās barības vielas sasniegušas savu kvantitatīvo un kvalitatīvo maksimumu. Daudzgadīgo zālaugu mistru zelmeņos šis laiks pārsvarā sakrīt ar graudzāļu stiebrošanas beigām un turpinās līdz to ziedēšanas sākumam, bet stiebrzāļu zelmeņos – no stiebrošanas beigām līdz pilnai savārpošanai. Šajā laikā augu sausna pēc galveno sastāvdaļu satura vairāk nekā citās attīstības fāzēs atbilst pilnvērtīgas lopbarības prasībām, ir ar labu ēdamību un sagremojamību. Zālei pāraugot, sausnas daudzums gan pieaug, bet tās barotārvērtība strauji samazinās.

Visvērtīgākā zālaugu raža ir tad, kad zāles sausrā ir izveidojies dzīvnieku ēdināšanas prasībām atbilstošs proteīna un kokšķiedras saturs un attiecības, kas nosaka sausnas sagremojamību un zāles lopbarības barotārvērtību. Visātrāk noveco kamolzāle, nedaudz lēnāk timotiņš un pļavas auzene. Ganību airene pāraug lēnāk (Adamovičs, 1996; Runce, 1999; Adamovičs, Driķis, 1999; Būmane, Adamovičs, 2000).

Vēlākās attīstības fāzēs zāles ražā samazinās proteīna saturs, bet pieaug nesagremojamo kokšķiedras frakciju daudzums. No proteīna un kokšķiedras satura attiecībām zāles ražā lielā mērā ir atkarīga zāles barības sagremojamība, ēdamība un izmantojamība dzīvnieku organismā. Tādēļ augu nobriešanas pakāpe ir ļoti svarīgs faktors, kas nosaka zāles masas ķīmisko sastāvu un barotārvērtību. Augiem novecojot, tajos samazinās proteīna saturs, tāpēc kokšķiedras un proteīna attiecība zālē kļūst apgriezti proporcionāla, lai gan proteīna samazinājumu var kompensēt ar atbilstošu bagātīgu slāpekļa mēslojuma lietošanu (Adamovičs, Driķis, 1999).

Lai noteiktu optimālo pļaujas laiku, kad stiebrzālēs ir visvairāk slāpekli saturošo organisko savienojumu un visaugstākā enerģijas koncentrācija sausrā, veikti vairāki izmēģinājumi, kuros pierādīts, ka zāles barības vielu saturu, to sagremojamību un izmantojamību būtiski ietekmē zālaugu veģētācijas fāze; pēdējā savukārt nosaka zaļmasas sagatavošanas metožu izvēli (Krūklāde, Priekulis, 1981; Sovers, 1982; Ramane, 1988; Ošmane, Ramane, 2002).

Pētījumi un prakse apstiprina, ka līdz ar augu attīstību novāktās zāles ražas ķīmiskais sastāvs mainās. Sagremojamā proteīna saturs visaugstākais ir sākotnējās augu attīstības fāzēs (cerošana, stiebrošana) izmantotai zālei. Ar pilnu savārpošanu visu tipu zelmeņos kopproteīna raža samazinās būtiski. Kopproteīna izmaiņas kamolzālē no plaukšanas līdz ziedēšanai ir straujas, sasniedzot pat 0.61% dienā (Runce, 1999). Savukārt Igaunijā konstatēts, ka jūnija pirmajā dekādē kopproteīna saturs stiebrzālēs katru dienu samazinās par 0.51% (Avola, 2006).

Arī Krievijas Federācijā izdarīti pētījumi, kas rāda, ka sagremojamās sausnas daudzums, tāpat kā proteīna, kā arī zāles garšas īpašības pēc vārpošanas strauji samazinās, un mājlopi sliktāk izmanto lopbarību (Боро́биев, 1991).

Kopproteīna saturs jaunas, labi mēslotas ganību airesnes zāles sausrā var sasniegt 300 g kg⁻¹, bet nobriedušai, vecai zālei tas var samazināties pat līdz 30 g kg⁻¹ (Vuckovic *et al.*, 2003). Ar zāles attīstību visās auga daļās pieaug kokšķiedras, bet samazinās proteīna daudzums. Zālaugiem augot, palielinās iegūstamās sausnas raža, bet zālauga barības vērtība pakāpeniski krītas. Augi nocietē, to sausrā palielinās kokšķiedras un grūti sagremojamā lignīna saturs, un līdz ar to pazeminās barības vielu sagremojamība (Runce, 1999).

Veģētācijas dinamika vairāk pētīta kamolzālei un timotiņam. Kamolzālē kopproteīna daudzums pa attīstības fāzēm samazinās no 24 līdz 14%, enerģijas koncentrācija sausrā (NEL) samazinās no 6.8 līdz 5.8 MJ kg⁻¹, kokšķiedras daudzums pieaug, sausnas sagremojamība samazinās (Rudze, 1975). Novācot zālaugus laikā, kad ir augsta to barotārvērtība, iegūtā zāles lopbarības vērtība aptuveni par 30 – 50%

pārsniedz pilnziedā un vēlāk novāktu zālāju ražas lopbarības vērtību (Sovers, 1982). Augšanas un attīstības procesos daļa olbaltumvielu noārdās (īpaši lapās), daļa izmantojas reproduktīvo orgānu uzbūvei.

Proteīna saturs un barotājpvērtība dažādās auga daļās nav vienāds. Visvairāk viegli sagremojamo proteīnu ir augu jaunajās lapās. Augam nogatavojoties, proteīna sintēze atslābst un tāpēc samazinās tā daudzums (Claessens *et al.*, 2005). Proteīna saturs zālaugu lapās ir daudz augstāks nekā stiebrs, tādēļ lapu īpatsvars zāles ražā būtiski ietekmē proteīna līmeni kopražā. Tā, izmēģinājumos Serbijas centālajā daļā noteikts, ka starp proteīna saturu un veģetatīvo dzinumu skaitu ir augsts korelācijas koeficients ($r = 0.605$), jo palielinoties veģetatīvo dzinumu skaitam strauji palielinās lapu īpatsvars saussnā, kas palielina proteīna saturu. Ganību airesnes sausnas raža šeit tika iegūta no 366.48 līdz 498.14 g no auga un auga cera zelmeņa diametrs sasniedza vidēji no 46.00 līdz 52.50 cm (Sokolovič *et al.*, 2002).

Pēc jaunajiem lopbarības vērtēšanas kritērijiem, nosakot ADF – ar skābi skaloto kokšķiedru un NDF – neitrāli skaloto kokšķiedru, barības līdzekļos esošā kokšķiedra tiek sadalīta divās frakcijās ar augstu (ADF) un zemu (NDF) sagremojamību (Osītis, 1996). Kokšķiedras sastāvā ietilpst polisaharīdi hemiceluloze, celuloze un lignīns. Celuloze un hemiceluloze ir tā sauktie strukturālie ogļhidrāti jeb cukuri, ko izmanto spurekļa baktērijas. Novēlojot zāles plauju, augu šūnu apvalkos uzkrājas kokšķiedras frakcijas ar zemu sagremojamību, tādēļ samazinās barības apēdamība, kā arī barības vielu sagremojamība un dzīvnieku produktivitāte (Raymond, Waltham, 1996; Keady *et al.*, 1999; Kaldmāe *et al.*, 1999). Līdz ar barības līdzekļa sagremojamības pazemināšanos, samazinās arī tā apēdamība un sausnas enerģētiskā vērtība (Ramane, 1999). ADF raksturo barības sagremojamību jeb enerģijas saturu. Jo augstāks ADF, jo mazāk enerģijas tur būs. Turpretim NDF satur visas kokšķiedras frakcijas un raksturo apēdamību. Zāles lopbarību ar augstu NDF govīs apēd ievērojami mazāk un vajadzīgais enerģijas daudzums būs jākompensē, izēdinot spēkbarību, kas sadārdzinās piena ražošanas izmaksas.

Viens no zāles lopbarības barotājpvērtības noteicošiem faktoriem ir **sausnas sagremojamība**. Labāka ganību airesnes sagremojamība ir cerošanas fāzē, kad kokšķiedras daudzums ir izteikti zems. Noteikts, ka pavasarī zaļmasai sausnas sagremojamība ir aptuveni 80%, bet nobriedušiem augiem tā samazinās līdz 50% un zemāk. Starp organisko vielu sagremojamību un kokšķiedras daudzumu pastāv cieša korelācija. Noteikta cieša negatīva korelācija starp organisko vielu sagremojamību (OVS) un ADF kokšķiedras frakciju, un negatīva korelācija starp OVS un NDF kokšķiedras frakciju (Kaldmāe *et al.*, 2002). Lopbarība ar līdzīgu ķīmisko sastāvu var būt ar ļoti atšķirīgu sagremojamības kvalitāti atkarībā no tās lignifikācijas pakāpes (Jung *et al.*, 1999).

Šūnapvalku sagremojamība ir atkarīga no lignīna satura. Augiem nobriestot, lignīna saturs šūnapvalkos pieaug un šo parādību raksturo kokšķiedras frakciju neitrāli skalotās NDF un skābi skalotās ADF saturs tajā (Hinders, 1999).

Zāles zaļmasas sagremojamību ietekmē arī lapu un stublāju attiecība. Ļoti jaunas zāles stiebrs ir labāk sagremojams nekā lapas. Augiem nobriestot, lapu sagremojamība samazinās pakāpeniski, pat lēnām, bet stiebra – ļoti strauji. Vecākiem augiem stiebru īpatsvars kopējā ražas masā ir ievērojami lielāks, tāpēc to ietekme uz sagremojamību arī ir lielāka. Augiem nobriestot, tajos paaugstinās ADF saturs, kas ievērojami ietekmē gan masas sagremojamības pakāpi, gan tās enerģētisko vērtību. Ganību airesnes zāles zaļmasa pavasarī satur ap 5.2 MJ NEL kg sausnas, bet vārpošanas fāzē vairs tikai 4.6 MJ NEL kg⁻¹ (Ramane, 1999).

Ganību airesnes zāles raža raksturojas ar relatīvi augstāku sagremojamību nekā citām mūsu apstākļos izmantotajām stiebrzālēm. Tā Bulgārijā, J. Naydenova un zinātnieku grupa noteica kopproteīna, kokšķiedras satura izmaiņas un sagremojamību *in vitro* kamolzālei, niedru auzenei, bezakotu lāčauzai un ganību airenei laika periodā no 1999. līdz 2001. gadam. Vidējais kopproteīna saturs zāles sausnā bija no 139.3 līdz 157.2 g kg⁻¹. Kamolzālei (156.4 g kg⁻¹) un ganību airenei (154.7 g kg⁻¹) bija augstāks proteīna saturs nekā niedru auzenei (139.3 g kg⁻¹). Kokšķiedras saturs augstāks bija bezakotu lāčauzai – 285.6, ganību airenei – 243.0, kamolzālei – 271.7 un niedru auzenei – 274.6 g kg⁻¹. Augstāka sagremojamība bija ganību airenei – 70.0%, viszemākā bezakotu lāčauzai – 60.0%. Determinācijas koeficients (R²) sagremojamībai variēja no 0.895 līdz 0.965, kopproteīnam no 0.946 līdz 0.965, kokšķiedrai – 0.936 – 0.991. Kopproteīna saturs pazeminājās līdz ar augu attīstību, tai pašā laikā palielinoties kokšķiedras saturam. Izmaiņas šajos parametros korelēja ar dienu skaitu veģetācijas periodā (Naydenova *et al.*, 2003).

Svarīgs zāles ražas kvalitātes rādītājs ir arī **ogļhidrātu** saturs. Ogļhidrāti sastāda galveno daļu (līdz 80%) no augu valsts barības līdzekļu sausnas. Zāles ogļhidrātus veido celuloze, hemiceluloze un vienkāršie cukuri. Pēc savas lomas augu valsts ogļhidrātus iedala enerģētiskos un strukturālos. Zāles lopbarībā vērtīgākie ir enerģētiskie ogļhidrāti (ciete, saharoze, fruktoze u.c.). Celulozes saturs sausnā ir 200 līdz 300 g kg⁻¹, hemicelulozes – 100 – 300 g kg⁻¹, un šo polisaharīdu daudzums pieaug zālei nobriestot. Cukuru saturs zāles sausnā ir ļoti mainīgs, to ietekmē augu suga, klimatiskie apstākļi, veģetācijas fāze un pielietotais mēslojums. Literatūrā atrodamas norādes, ka atsevišķām aireņu sugām to daudzums var sasniegt pat 300 g kg⁻¹ sausnas (Weston, 1982; Orskov, 1987). Cukuru koncentrāciju augos ievērojami ietekmē saņemtais saules gaismas daudzums.

Ganību airesnes zāles raža no citām stiebrzālēm atšķiras ne tikai ar augstāku proteīna (13 – 25%) līmeni, bet arī ar augstāku cukuru (5 – 8%) saturu (Michalovsky, 1962).

Ganību airesnes sausnas un tanī esošo kopproteīna un cukuru izmaiņas veģetācijas gaitā pētījusi B. Ošmane (1.7. tabula).

1.7. tabula

Ganību airesnes ķīmiskais sastāvs, %

Airesnes attīstības fāze	Zaļmasas veids	Sausna	Sausnā	
			kopproteīns	cukuri
Cerošana	svaiga	19.7	17.1	16.4
	vītināta	30.1	15.9	16.2
Stiebrošana	svaiga	21.0	14.9	16.7
	vītināta	36.0	14.2	17.3
Ziedēšana	svaiga	24.6	12.6	17.1
	vītināta	35.9	11.4	19.3

Avots: Ošmane, 2004.

Ja laikā no cerošanas līdz ziedēšanai ganību airesnes ražā sausnas saturs palielinājās par 25%, tad kopproteīna – samazinājās par 26.7%, bet cukuru izmaiņas veģetācijas gaitā bija nelielas – to saturs palielinājās tikai par 4.1%. Salīdzinot svaigu ganību airesnes kopproteīna daudzumu ar īslaicīgi vītinātas zāles kopproteīna daudzumu, tad tā samazinājums bija no 7.7% cerošanas līdz 9.8% ziedēšanas fāzē. Savukārt cukuru

koncentrācija pēc vītināšanas palielinājās no 5.2% cerošanas līdz 13.1% ziedēšanās fāzē (Ošmane, 2004).

Pēc P. Bērziņa izmēģinājumu datiem Skrīveros, kopproteīna saturs ganību airenei svārstās, atkarībā no plāvuma; pirmajā plāvumā tas bija no 10 līdz 12%, bet attālā – 10 – 15%. Līdzīgi mainījās arī sagremojamās sausas saturs, pirmajā plāvumā sastādot no 60 līdz 66%, bet attālā – tikai 50 – 55%. Kokšķiedras saturs sausnā pirmajā plāvumā bija no 28 līdz 31%, bet attālā tikai 21 – 25%. Atālu ražā pieauga aplapojums, – pirmajā plāvumā tas bija no 57 līdz 65%, bet nākošajos sasniedza 90 – 100% (Bērziņš u.c., 2002).

Stiebrzāļu zelmeņu optimālais plaušanas laiks ir ievērojami īsāks nekā tauriņziežiem un jauktiem tauriņziežu–stiebrzāļu zelmeņiem (Adamovičs, Driķis, 1999). Zelmeņu veģetācijas dinamika ir atkarīga no laika apstākļiem. Tā, salīdzinot zālaugu veģetācijas dinamiku dažādos gados, secināts, ka divos secīgos gados atšķirība veģetācijas fāzēs var būt pat 2 nedēļas (Rudze, 1975; Weigland *et al.*, 1994; Ramane, 1999).

Lopbarības zāles kvalitāti ietekmē arī tādi faktori kā augu suga un šķirne, zelmeņa vecums, izmantošana, mēslojums un slimības (Kadziulis, 1972; Fisher *et al.*, 1993). Zāles ķīmisko (īpaši to minerālvielu) sastāvu ietekmē arī augsnes tips. Augi reaģē uz noteiktu ķīmisku elementu trūkumu augsnē, samazinot augšanas intensitāti, nepietiekoši uzņemot trūkstozo elementu, vai gan vienā, gan otrā veidā (Conrad *et al.*, 1964).

A. Hopkins norāda, ka zālāju produktivitāti stipri iespaido laika apstākļi, sevišķi temperatūra un nokrišņu daudzums. Zelmeņu produktivitāte ir atkarīga no augšanas sezonas ilguma, nokrišņu daudzuma, augsnes tipa un mēslojuma (Hopkins, 2004).

Rezumējot literatūras avotos izteiktās atziņas par stiebrzāļu ražas kvalitāti un barotārvērtību un to ietekmējošajiem faktoriem, var izdarīt noteiktus secinājumus.

1. Ganību airesnes kvalitāti un tās barotārvērtību galvenokārt nosaka proteīna un kokšķiedras saturs un šo organisko savienojumu grupu savstarpējās attiecības zāles sausnā, kas būtiski ietekmē zāles barības sagremojamību, ēdamību un izmantojamību dzīvnieku organismā.
2. Savukārt proteīna un kokšķiedras saturu zāles ražā galvenokārt nosaka ganību airesnes attīstības fāze, zināmā mērā arī ražas struktūra (lapu – stiebru attiecība), kā arī slāpekļa mēslojums.
3. Ganību airesnes ražas kvalitāte augiem nobriestot pakāpeniski samazinās.
4. Ganību airenei, salīdzinājumā ar citām mūsu apstākļos audzētām stiebrzālēm, optimālos augšanas apstākļos piemīt vairākas pozitīvas īpašības, kas nodrošina relatīvi augstākas (salīdzinot ar citām zālaugu sugām) kvalitātes zāles ražas ieguvī, t.i.:
 - tai ir bagātāks aplapojums nekā citām stiebrzālēm, līdz ar to zāles ražā ir lielāks lapu īpatsvars;
 - ganību airesnes raža augu attīstības gaitā relatīvi lēnāk zaudē barotārvērtību;
 - ražā ir augstāks ogļhidrātu (cukuru) saturs, labāka ēdamību un sagremojamība;
 - tā labāk izmanto slāpekļa mēslojumu ražas kvalitātes uzlabošanā.

1.6. Minerālmēslojuma ietekme uz stiebrzāļu ražību un ražas kvalitāti

Zālaugiem kā jebkuram augam biomasas uzkrāšanai un metabolisma nodrošināšanai ir nepieciešams uzņemt no vides (atmosfēra, ūdens, augsne) noteiktus barības elementus. Ja neskaita oglekli, skābekli un ūdeņradi, tad galvenais barības elementu avots ir augsne. Augsnē augiem nepieciešamo ķīmisko elementu daudzums parasti daudzkārt pārsniedz to gadskārtējo patēriņu audzētajam kultūraugam, taču ne vienmēr forma jeb savienojumu veids, kādā atrodas šie elementi, ir tāda, lai augi tos varētu asimilēt. Tāpēc svarīgi ir noskaidrot noteikta kultūrauga barības elementu vajadzību, izvērtēt šo elementu saturu augsnē, kā arī prast prognozēt to biouzņemamību. Tādējādi iespējams spriest par mēslošanas vajadzību, kā arī plānot mēslošanas stratēģiju augstas un kvalitatīvas ražas ieguvei.

Vienas tonnas sausnas veidošanai zālaugiem nepieciešams uzņemt vidēji 24.8 kg slāpekļa, 7.3 kg fosfora (P_2O_5) un 27.4 kg kālija (K_2O). Barības vielu iznesa ar ražu svārstās atkarībā no zemes izmantošanas režīma – palielinoties zālaugu ražas izmantošanas intensitātei iznesa pieaug. Ganīšanas režīmā, kad zālaugu ražu novāc 4 – 5 reizes, barības iznesas ar zāles ražu ir lielākas nekā 2 – 3 reizes pļaujot (Рунце, 1999; Līpenīte, Kārklīšs, 2001).

Ja pieņem, ka ganību airesnes sausnas raža gadā varētu sasniegt 10 t ha^{-1} , tad augiem būtu jāuzņem 248 kg N, 73 kg P_2O_5 un 274 kg K_2O . Tie ir ievērojami lielumi un tikai ļoti labi iekultivētā augsnē tāds nodrošinājums iespējams fosforam un kālijam, savukārt slāpeklim – nē. Tāpēc svarīgs agrotehniskais pasākums produktīvu zemeņu veidošanai ir mēslojums.

Pamatā zālaugiem var lietot gan organiskos mēslošanas līdzekļus, gan arī minerālmēslus. Tā kā darbā ir veikti pētījumi par minerālmēslu pielietošanu, tad apskatītie literatūras avoti galvenokārt attiecas uz to. Arī lauksaimniecības praksē, ja vien nav nepieciešamība lauksaimniecības dzīvnieku mītnu tiešā tuvumā utilizēt lopkopības atkritumproduktus, zālaugi galvenokārt tiek mēsloti ar minerālmēsliem. Tas ir racionāli gan tāpēc, ka zālaugu pēcplaujas atliekas spēj pozitīvi ietekmēt trūdvielu veidošanos pat bez organisko mēslu lietošanas (Gemste, 1991), gan arī tāpēc, ka organiskie mēsli tiek novirzīti tiem kultūraugiem, kuru audzēšana sekmē negatīvas trūdvielu bilances veidošanos.

Kā atzīmē vairums autoru, tad minerālmēslojums ir viens no iedarbīgākiem un efektīvākiem paņēmieniem, kas pozitīvi ietekmē zālaugu produktivitāti un ražas kvalitāti (Hill, Watkin, 1975b). Pietiekošs un sabalansēts mēslojums nodrošina augstu un kvalitatīvu zālaugu ražu ieguvu (Wilkins *et al.*, 2000).

Zālaugi parasti efektīvāk nekā citi lauka kultūraugi izmanto mēslojumu. Tam arī ir vienkāršs skaidrojums. Zālaugiem ir spēcīga, dziļi ejoša un sazarota sakņu sistēma, kā arī garš veģetācijas periods. Pēc norādēm literatūrā slāpekļi tiek izmantoti 1.5 – 2 reizes labāk, fosfors – 1.3 – 2 reizes, bet kālijs – 1.3 – 2.2 reizes labāk, salīdzinot ar citiem kultūraugiem. No pielietotā mēslojuma daudzgadīgie zālaugi uzņem un izmanto apmēram 30 (līdz 45)% fosfora, 55 (līdz 85)% kālija un līdz 100% slāpekļa (Иванов, Пенькова, 1960; Тонкунас, Каджюлис, 1969; Тоомпе, Рааве, 1985), kas vidēji ir ievērojami augstāk, nekā citiem kultūraugiem.

Mēslošanas stratēģijas plānošanā, atbilstošu normu un pielietošanas metožu izvēlei svarīgi zināt katra barības elementa lomu kultūraugu metabolismā, kā arī ražas un tās kvalitātes veidošanā. Tāpēc turpmāk tiek dots neliels ieskats par katra barības elementa nozīmi, to attiecinot uz parādībām un procesiem, kas raksturīgi daudzgadīgiem zālaugiem.

Slāpekļis ir viens no svarīgākajiem barības elementiem stiebrzālēm (Greenwood, 1982; Greenwood *et al.*, 1991), jo tam ir sevišķi liela nozīme zālaugu dzīvības procesu optimālā norisē, produktivitātes celšanā un ražas kvalitātes uzlabošanā. Tas saistīts ar to, ka slāpekļis ietilpst visu olbaltumvielu, aminoskābju, nukleīnskābju, hlorofila, vitamīnu, glikozīdu un citu bioloģiski aktīvo vielu sastāvā, bez kurām nav iespējama augu augšana un attīstība. Slāpekli satur visi fermenti, kas darbojas kā katalizatori augu vielmaiņu norisēs. Trūkstot slāpeklim, ir traucēta fermentu un citu bioloģiski aktīvo vielu veidošanās. Rezultātā augos pavājinās biosintēzes procesi, fotosintēzes intensitāte un samazinās augu ražība (Кремpton, Харрис, 1972; Evans, 1964). Trūkstot slāpeklim augā (ražā) samazinās to saturošo vielu (kopproteīna) daudzums, kas ir būtisks ražas kvalitātes rādītājs.

Slāpekļa ietekmi uz zālaugu ražu un ražas kvalitāti dažāda botāniskā sastāva zelmeņos un dažādos zāles ražas izmantošanas paņēmienos ir pētījuši daudzi zinātnieki un literatūrā atrodams plašs klāsts par slāpekļa ietekmi uz zelmeņu produktivitāti un ražas barotārvērtību. Latvijā pētījumus par slāpekļa mēslojuma efektivitāti ganībās veikuši P. Pommers (1956), A. Antonija (1969), J. Vaivars (1968) P. Bērziņš (1970), I. Heinackis (1987), A. Runce (1986), bet pļavās – B. Geipele (1970), A. Runce (1986), S. Rulle (1996).

A. Antonija konstatējusi, ka slāpekļa mēslojuma efektivitāte salīdzinoši augstāka bija jaunsētos zelmeņos pirmajos 3 izmantošanas gados, nekā vecos, 8 – 10- gadīgos. Vienmērīgākas zāles ražas iegūšanai ganīšanas sezonā viņa iesaka dot $140 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, jo tad var panākt 25 – 35% lielāku zāles ražas pieaugumu vasaras otrajā pusē (Antonija, 1969).

J. Vaivars norāda, ka slāpekļa mēslojums pavasarī ir veicinājis ātrāku stiebrzāļu augšanu. Dodot kamolzālei, pļavas auzenei un ganību airenei $\text{N}_{102}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$, šo zālaugu augums 10. maijā bijis par 4.4 līdz 8.6 cm garākas nekā PK fonā (Vaivars, 1968).

A. Runce savos izmēģinājumos, kas notika 1979. – 1981. gados, pētījusi slāpekļa mēslojuma normu efektivitāti dažāda botāniskā sastāva zelmeņos, dažādi izmantojot zāles ražu. Jauktā stiebrzāļu–tauriņziežu zelmenī pielietotā N norma bija 50 kg ha^{-1} , bet dažāda sastāva stiebrzāļu zelmeņos – $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Dodot 50 kg ha^{-1} stiebrzāļu–tauriņziežu zelmeņos, vidēji 12 gados zāles sausnas pieaugums sastādīja 27% (no 18%, ja zelmeni noganīja, līdz 34% – pie divreizējās pļaušanas). Apgānot zelmenī vairāk ieviesās baltais āboliņš, kas, bioloģiski piesaistot papildu slāpekli, ietekmēja zelmeņa produktivitāti. Slāpekļa mēslu norma $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, salīdzinājumā ar $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, stiebrzāļu zelmeņa ražu palielināja vidēji par 60 (no 56 līdz 64) procentiem. Viens dotā slāpekļa mēslojuma kilograms stiebrzāļu–tauriņziežu zelmenī to nogānot deva 14.8 kg sausnas ražas pieaugumu, bet zelmeni pļaujot, attiecīgi – 33.2 kg sausnas. Slāpekļa mēslojums ievērojami paaugstināja sagremojamā proteīna ieguvu no hektāra: dodot $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ vidēji tika iegūts par 77% (no 62% nogānot līdz 102% pļaujot) proteīna vairāk. Katrs dotā slāpekļa mēslojuma kilograms stiebrzāļu–tauriņziežu zelmenī deva proteīna pieaugumu vidēji par 1.78 kg, bet stiebrzāļu zelmeņos – par līdz 3.16 kg (Runce, 1982).

Pēc I. Heinacka izmēģinājumu datiem, kas iegūti zālaugus audzējot kultivētā zāļu purvā, timotiņu mēslojot ar $\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ un ievācot pirmo zāles ražu plaukšanas sākumā, kopproteīna saturs saussnā bija 12.07%, bet veicot pirmo pļāvumu ziedēšanas sākumā – 9.21%. Savukārt, PK fonam papildus pievienojot arī $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, plaukšanas sākumā pļautās zāles ražā kopproteīna saturs bija 13.77%, bet, ziedēšanas sākumā pļautai, – 12.22 procenti. Koppproteīna satura pieaugums no N palielinājās attiecīgi par 1.7% un 3.01% (Heinackis, 1975).

Slāpekļa mēslojuma ietekmi uz ganību aireses 'Spīdola' saunas ražu un tās kvalitāti ir pētījusi I. Gūtmane, noskaidrojot, ka, mēslojot ar $N_{120}P_{40}K_{150}$, saunas ražas iznākums bija 11.09 t ha^{-1} , kopproteīna saturs – 107.4 g kg^{-1} , bet dodot $N_{180}P_{40}K_{150}$ attiecīgi 12.91 t ha^{-1} saunas ar kopproteīna saturu 125.6 g kg^{-1} (Gutmane, Adamovich, 2004).

B. Geipeles izmēģinājumos, kurus veica Olainē velēnu gleja trūdaines smilts augsnē, pierādījies, ka augstākās siena ražas iegūtas, mēslojot zelmeni ar $N_{90}P_{120}K_{240}$ – 10.6 t ha^{-1} . Vislielāko siena ražas pieaugumu deva slāpekļa, kā arī kālija mēslojums. Viens kg slāpekļa atkarībā no mēslojuma kombinācijas deva $16 - 33 \text{ kg}$, bet 1 kg kālija – $22 - 25 \text{ kg}$ siena ražas pieaugumu (Geipele, 1970).

Igaunijā, H. Jurgens norāda, ka slāpekļa mēslojuma efektivitāte dažādos daudzgadīgo zāļu sugu zelmeņos ir atšķirīga. Dodot slāpekli 180 kg ha^{-1} 1 kg slāpekļa ir devis sekojošu zāles saunas ražas pieaugumu: pļavas timotiņam – 26.1 kg , pļavas auzenei – 14.1 kg , pļavas lapsastei – 7.2 kg , kamolzālei – 20.5 kg , pļavas skarenei – 9.5 kg (IOPreh, 1972).

Lietuvā, Lauksaimniecības institūta izmēģinājumos tika pētīti dažādi daudzgadīgo zālaugu zelmeņi, kuros bija timotiņš 'Gintaras', ganību airene 'Veja' un auzeņairene 'Punia'. Šo zālaugu zelmeņi 1., 2. un 3. izmantošanas gados bija mēsloti ar $60 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ un $90 \text{ kg ha}^{-1} K_2O$. Savukārt slāpekļa mēslojuma normas 1. un 2. izmantošanas gadā bija 120 kg ha^{-1} , bet trešajā – $60 \text{ kg ha}^{-1} N$. Vidēji no 3 pļāvumiem ieguva šādas saunas ražas: timotiņam 5.28 , ganību airenei 5.53 ; auzeņairenei 6.78 t ha^{-1} . Kopproteīna saturs saunā attiecīgi bija: $112, 103, 101 \text{ g kg}^{-1}$ (Skuodiene, 2003; Lemežiene *et al.*, 1997).

Krievijā izmēģinājumos 1. izmantošanas gadā mēslojot kamolzāli ar N_{90} , saunas raža palielinājās 1.2 reizes, ar N_{180} – 1.4 reizes, salīdzinot ar variantu, kur slāpekļi netika pielietoti. Palielinot slāpekļa normu no N_{60} līdz N_{120} palielinājās arī kopproteīna saturs saunā – no 11.8 līdz pat 22.7% . Fosfora, kālija mēslojums uzrādīja nenozīmīgas kopproteīna satura izmaiņas kamolzāles saunā. V. Savickaja un A. Tkačs iesaka slāpekļa mēslojuma normas pieskaņot kamolzāles zelmeņa vecumam (Савицкая, Ткач, 1989).

Tomēr, mēslojot stiebrzāles ar palielinātām slāpekļa normām, jāseko līdzi ražas kvalitātei, jo slāpekļi ietekmē arī nitrātu un nitrātu iespējamo uzkrāšanos zālaugu ražā. Pārlietu lielas slāpekļa mēslu normas var izsaukt nitrātu uzkrāšanos zāles ražā virs kritiskās normas ($0.20 - 0.24\% NO_3^-$ saunā). Kritiskais līmenis mājdzīvnieku barībā stiebrzāļu ražā var tikt pārsniegts ātrāk nekā tauriņziežos. Izmēģinājumos Beļģijā, mēslojot zālaugus ar $600 \text{ kg ha}^{-1} N$, nitrātu saturs ganību aireses saunā trīs pļāvumos bija 0.79% , timotiņam 0.52% , pļavas auzenei 0.93% , bet kamolzālei 0.66% . Slāpekļa mēslojums var ietekmēt arī nitrātu saturu ziemai sagatavojamā lopbarībā. Tā stiebrzāļu sienā, dodot $40 \text{ kg ha}^{-1} N$, nitrātu saturs bijis 0.06% , pie 120 kg ha^{-1} – 0.17% , bet dodot $200 \text{ kg ha}^{-1} N$ – $0.59\% NO_3^-$ (Katova *et al.*, 2003).

Novērots, ka slāpekļa mēslojums palielina lapu laukumu zelmenī un līdz ar to fotosintēzes intensitāti. Vienlaicīgi pieaug arī proteīna saturs un amīdu un nitrātu īpatsvars tajā. Taču pārlicējs slāpekļa mēslojums samazina ūdenī šķīstošo ogļhidrātu saturu augos (Lane, Wilkinson, 1998).

Fosfora mēslojumam zālaugu fizioloģiskajos procesos arī ir ļoti liela nozīme. Fosfors ietilpst augu nukleoproteīdu sastāvā, kuriem ir svarīga loma šūnu kodola uzbūvē. Fosfors augiem nepieciešams tūlīt pēc sadīgšanas. Tas veicina auga sakņu attīstību, palielina auga izturību pret slimībām. Ar fosforu nodrošināti augi labāk pārziemo, un fosfors veicina stiebrzāļu, t.sk. arī ganību aireses ziemcietību. Sevišķi liela nozīme fosforam ir sēklaudzēšanas sējumos, jo tas veicina ģeneratīvo dzinumumu attīstību,

sēklu veidošanos un nogatavošanos. Visvairāk fosfora atrodas graudos un sēklās – pat 1% no sausas masas. Augiem fosfors vajadzīgs visā dzīves laikā. Ja tā trūkst, krasi pavājinās reproduktīvo orgānu attīstība un samazinās sēklas daudzums (Munson, 1972).

Kālija mēslojums augiem svarīguma ziņā ir liekams tūlīt aiz slāpekļa. Kaut arī tas nav dzīvo šūnu sastāvdaļa, tas ir svarīgs augu augšanai, un tam ir daudzpusīga ietekme uz auga vielmaiņas funkcijām, tādām kā ogļhidrātu metabolisms un transports, organisko skābju un neobaltumvielu slāpekļa saturs, izturība pret slimībām, kā arī fermentu uzbūve (Krauss, 2000). Kālijs vērtējams kā nozīmīgs stiebrzāļu augšanas elements. Ražas veidošanā kālija mēslojums jāuzņem daudz, un, ja kālija trūkst, raža ir niecīga, kaut arī pārējās augu barības vielas nodrošinātas pietiekoši.

Pietiekošs nodrošinājums ar kāliju sekmē augu izturību pret mitruma trūkumu, jo palielinās ūdens aizturēšanas spēja šūnās. Optimāla apgāde ar kāliju par dažām dienām paātrina stiebrzāļu vārpošanu un ziedēšanu, augos palielinās sausas saturs, ievērojami palielinās raža (Куделин, 1988).

Kālijs arī nostiprina augus pret veldrēšanos, novērš augu nobriešanas aizkavēšanos un veicina sēklu ienākšanos. Krievu zinātnieks V. Rudņickis norāda, ka slāpekļa normas palielināšana vienlaicīgi palielina augu vajadzību pēc kālija un fosfora mēslojuma, kas kompleksi nodrošina augstas zālāju ražas (Рудницкий, 1985). Arī P. Hebblethwaite atzīmē, ka slāpekļa mēslojuma normu palielināšana pozitīvi iedarbojas uz ganību aireses sēklkopību tikai vienlaikus nodrošinot pietiekamus kālija un fosfora mēslojuma daudzumus (Hebblethwaite, Irvins, 1977; Hebblethwaite, Ahmed, 1978).

Tācu pārāk liels kālija saturs augsnē, vai bagātīgs tā mēslojums var negatīvi ietekmēt zāles ražas kvalitāti. Augsta kālija jonu koncentrācija augsnes šķīdumā izsauc jonu antagonismu un tiek traucēta kalcija, bet jo sevišķi magnija uzņemšana augos. Augu audos veidojas nesabalansēta attiecība starp šiem katjoniem un, mājdzīvniekiem patērējot šādu lopbarību, – kālija pārbagātība bremzē organisma apgādi ar magniju. Dzīvnieki var saslimt ar tā saukto ganību hipomagnija tetāniju, rezultātā krītas to produktivitāte, smagākos gadījumos, sevišķi jaunlopiem – var iestāties nāve (Апените, Латвиетис, 1989). Saskaņā ar zootehniskajiem normatīviem kālija saturam ganību sausnā nevajadzētu pārsniegt 3.5% K_2O (Runce, 1999).

Augsts kālija saturs zālē parasti ir pirmajos apganīšanas ciklos, attālā, tāpat arī lietojot augstas kālija minerālmēslu devas. Lai to novērstu, lielas normas jādod dalīti – ne vairāk kā $90\text{ kg ha}^{-1} K_2O$. Augi pietiekošā daudzumā nodrošināmi ar citiem barības elementiem, sevišķi kalciju un magniju (Апените, Латвиетис, 1989).

Minerālmēslu lietošana ievērojami ietekmē augu minerālvielu sastāvu. Minerālvielu saturs ganību zālē ir svārstīgs, tas ir atkarīgs no auga sugas, augu nobriešanas pakāpes, augsnes tipa, mēslojuma un agrotehnikas. Nitrātu daudzums zālē mainās atkarībā no zālaugu sugas, lietotā slāpekļa mēslojuma veida un mēslošanas apjoma (Рунце, 1982; Tamminga, Hot, 1999).

Apkopojot literatūrā esošās ziņas par mēslojuma ietekmi uz zālaugu metabolismu un ražas lielumu un tās kvalitāti, var izteikt dažus secinājumus.

1. Slāpeklim ir sevišķi liela nozīme zālaugu dzīvības procesu optimālā norisē, produktivitātes celšanā un ražas kvalitātes uzlabošanā. Slāpekļi ietilpst visu olbaltumvielu, aminoskābju, nukleīnskābju, hlorofila, vitamīnu, glikozīdu un citu bioloģiski aktīvo vielu sastāvā, bez kurām nav iespējama augu augšana un attīstība. Slāpekli satur visi fermenti, kas darbojas kā katalizatori augu vielmaiņu norisēs.
2. Fosfors ietilpst augu nukleoproteīdu sastāvā, kuriem ir svarīga loma šūnu kodola uzbūvē. Fosfors augiem nepieciešams tūlīt pēc sadīgšanas. Tas veicina auga sakņu attīstību, palielina auga izturību pret slimībām. Ar fosforu

nodrošināti augi labāk pārziemo, un fosfors veicina stiebrzāļu, t.sk. arī ganību airesnes ziemcietību.

3. Kālija mēslojuma ietekmē augi kļūst sausumizturīgāki. Optimāla apgāde ar kāliju par dažām dienām paātrina stiebrzāļu vārpošanu un ziedēšanu, augos palielinās sausnas saturs, ievērojami palielinās raža.

1.7. Minerālmēslojuma ietekme uz stiebrzāļu sēklu produktivitāti

Parasti arī sēklaudzēšanai paredzētajām stiebrzālēm ir nepieciešams slāpekļa mēslojums. Slāpekļa došanas laiks ir atkarīgs no zālauga augšanas īpatnībām. Stiebrzāles, kuras aug un attīsta ziedpumpurus vasarā, ir atsaucīgas uz slāpekļa mēslojumu pavasarī (Cookson *et al.*, 2000). Turpretī vēsā klimata zāles uzsāk ziedu aizmetņu veidošanu laikā no rudens līdz ziemas sākumam, un šeit efektīva ir slāpekļa mēslojuma došana rudenī vai nākamā gada agrā pavasarī. Optimālie mēslojuma došanas laiki, kā arī normas vēsā klimata zālēm ir atkarīgas no zāļu sugas īpatnībām. Kopējais nepieciešamais slāpekļa mēslojuma daudzums ir atkarīgs no priekšaugam vai iepriekšējā gadā dotajā mēslojuma. Slāpekļa mēslojuma normu nosaka arī zāļu sējumu vecums – veciem sējumiem ir jādod vairāk slāpekļa mēslojuma, jo jāuztur lielāka augu masa, kas spējīga dot labu sēklas ražu. Tomēr slāpekļa mēslojuma normām ir jābūt mērenām, 80 – 120 kg ha⁻¹ N robežās (Young *et al.*, 1999).

Norādīts, ka stiebrzāļu sēklu laukus lietderīgi izmantot tik ilgi, kamēr sēklu ražas sastāda vismaz 50% no iepriekšējā izmantošanas gada iegūtā sēklu daudzuma (Kryzeviciene, Zemaitis, 1999).

Izmēģinājumu rezultāti par ganību airesnes sēklu lauku ražas stabilitāti ir dažādi. Bieži tiek ziņots, ka ganību airene dod maksimālo sēklu ražu tikai pirmajā izmantošanas gadā (Kryzeviciene, Zemaitis, 1999; Martyniak, Domanski, 1983; Martyniak, Zylka, 1997). Saskaņā ar J. Martyniaka un P. Domanski (1983) pētījumiem, sēklu iznākums ganību airesnes otrajā izmantošanas gadā sastāda tikai 30% no pirmā izmantošanas gada sēklu ražas, bet trešajā gadā tā sēklu vispār nedod. S. Pronczuk ar līdzautoriem (1996) norāda, ka sēklu ražas iznākuma samazināšanās ganību airenei sastāda 30% otrajā un 70% trešajā izmantošanas gadā. Cits pētījums parādījis, ka vēlīno ganību airesnes šķirņu sēklu iznākums trešajā izmantošanas gadā samazinājies tikai par 21.8%, bet ceturtajā gadā – par 30%, salīdzinot ar pirmo sēklas ieguves gadu (Szczepanek, 2005.). Lietuvas zinātnieki A. Kryzeviciene un V. Zemaitis (1999.) savos pētījumos ar ganību aireni ceturtajā izmantošanas gadā ieguva 13.8% no pirmajā izmantošanas gadā iegūtās sēklu ražas.

Literatūrā norādīts, ka ganību airesnes sēklu ražas lielums ir atkarīgs no dabiskās vides apstākļiem, šķirnes īpatnībām (augšanas ātruma, šūnu novecošanās, sēklu nogatavošanās laika) un izmantošanas veida, kā arī no agronomiskajiem faktoriem, kas nosaka augu augšanu, attīstību un sēklu iznākumu. Ganību airesnes novecošanās ir saistīta ar jauno sakņu veidošanās samazināšanos un palielinātu veco sakņu atmiršanu (Szczepanek, Skinder, 2006), kā arī ar ražojošo stiebru skaita, vārpiņu skaita vārpā un sēklu skaita vārpiņā samazināšanos (Jurek, 1987; Kryzeviciene, Zemaitis, 1999; Szczepanek, 2005).

Tiek minēts, ka ganību airene labi reaģē uz slāpekļa mēslojumu (Falkowski *et al.*, 1986), dotu veģetācijas sākumā, jo tas pozitīvi ietekmē ziedkopu veidošanos un attīstību (Golinski, 2002). Lielākas slāpekļa normas izsauc ražojošo ģeneratīvo dzinumu skaita palielināšanos (Nodrestgaard, 1992). Tomēr augstu slāpekļa normu ietekmē

attīstās intensīvāk ne tikai ģeneratīvie, bet arī veģetatīvie dzinumi (Martyniak, 1981). Rezultātā var samazināties sēklu ražas, jo dažādo dzinumu starpā rodas sacensība pēc asimilātiem (Hampton *et al*, 1983). Pēc V. Janga un citu zinātnieku ieteikumiem slāpeklim var būt lielāka ietekme uz ganību aireses sēklu skaitu vārpā nekā uz vārpu skaitu uz laukuma platības vienību (Young *et al*, 1996).

Gan Dānijas zinātnieks A. Nordestgards (Nordestgaard, 1992), gan arī ASV pētnieki J. Rovarts ar līdzautoriem (Rowarth *et al*, 1999) ziņo, ka slāpekļis var palielināt 1000 sēklu masu un tādā veidā paaugstināt sēklas dzīvotspēju (vitalitāti). Taču P. Golinskis (Golinski, 2001) savos pētījumos nekonstatēja slāpekļa mēslojuma ietekmi uz ganību aireses 1000 sēklu masu un dīgšanas enerģiju.

Par minerālmēslojuma ietekmi uz pļavu auzenes un timotiņa sēklu un salmu ražu Latvijā nopietnākos pētījumus ir veicis H. Lācis Jaungulbenē 20. gadsimta trīsdesmito gadu sākumā. Pētījumi parādīja, ka bez slāpekļa mēsliem sēklu ražu veidošanā nozīmīgs bija arī fosfora mēslojums, bet kālija mēslojums vairāk palielināja salmu ražu, bet sēklu ražu ietekmēja mazāk (Lācis, 1942). Slāpekļa mēslojuma efektivitāte stiebrzāļu sēklu laukos Latvijā ir pētījušas R. Akmentiņa (1969), R. Jansone (1973), Lietuvā A. Križevičiene (1975), Ukrainā B. Ružilo (1975) un A. Maļinauskis (1983), Baltkrievijā S. Šingareva (1980) un E. Cirkunova (1974).

Pirmo informāciju par ganību aireses sēklu lauku produktivitāti jau 1955. gadā publicēja P. Pommers. Dodot pamatmēslojumā 60 kg ha⁻¹ fosfora un kālija un mainot slāpekļa normas, tika iegūtas labas sēklu lauku ražas (Pommers, 1955).

Vēlāk, 1969. gadā, R. Akmentiņa publicēja savu pētījumu rezultātus par ganību aireses sēklas laukiem, apkopojot divgadīgu pētījumu datus. Viņa iesaka ganību aireses sēklu lauku sējumos dot līdz 75 kg ha⁻¹ N ražas gada pavasarī, iegūstot sēklas līdz pat 1000 kg un vairāk no hektāra (Akmentiņa, 1969).

Kamolzāles un timotiņa mēslošana ar slāpekli ir pētīta Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijā. Noskaidrots, ka kamolzāli lietderīgi mēslot ar N₁₀₅. Lielākas normas nepalielināja sēklu ražu. Labākais mēslošanas laiks bija 20 – 40 dienas pēc ražas novākšanas (N₃₅) un agri pavasarī ražas gadā (N₇₀). Timotiņam labākā norma pirmajā izmantošanas gadā bija N₃₅, bet otrajā un trešajā gadā – N₇₀. Šie pētījumi tika veikti labi iekultivētā augsnē (Jansone, 1973).

Dotnuvā, Lietuvā A. Križevičene salīdzinājusi dažādu stiebrzāļu: ganību aireses, timotiņa, pļavas auzenes un pļavas skarenes sēklu ražas, lietojot mēslojumu N90P50K50. Viņa konstatējusi, ka izmantoto ganību airesu šķirņu sēklu ražas ir atkarīgas no ģeneratīvo dzinumu skaita, un ka vislielākās ražas iegūtas pirmajā izmantošanas gadā, taču otrajā gadā tās ir par 18% zemākas (Крижеввичене, 1975).

Vairāki autori norāda, ka ganību airenei ir salīdzinoši sekli izvietota sakņu sistēma, tāpēc tā labi izmanto ar minerālmēsliem iedotos barības elementus. Līdz ar to galvenais faktors stiebrzāļu ražības palielināšanā ir racionāla minerālmēslu izmantošana. Vislielākā ietekme uz stiebrzāļu ražību ir slāpekļa mēslojumam, uz kura devām augi ātri reaģē, un slāpekli stiebrzāles patērē 1.5 – 2.0 reizes vairāk nekā labības (Андреев и др. 1970; Hebblethwaite, Ivins, 1977; Кулик, 1983; Тоомпе, Рааве, 1985).

V. Jangs iesaka ievērot mērenību slāpekļa minerālmēslu lietošanā, jo lielas normas var izsaukt sējumu veldrēšanos. Savukārt G. Drabo norāda, ka bagātīgs N mēslojums var traucēt sējumu apputekšņošanos, sēklu aizmešanos un veidošanos. Tāpēc arī ganību aireses sēklu laukiem, pēc V. Janga u.c. domām slāpekļa mēslojuma daudzums ir jāierobežo, tam jābūt par 10% mazākam nekā būtu nepieciešams maksimālas zāles ražas sasniegšanai (Драбо, 1985; Young *et al*, 1999).

J. Morisons, izmantodams savu pieredzi Anglijā, norāda, ka ganību aireses sēklu laukus ar lielākām N normām ieteicams mēslot sausos apvidos, kur nav jābaidās no

veldres. Tāpat lielākas N mēslojuma normas dodamas pēc bargām ziemām, kā arī aukstos, vēsos pavasaros. Lielākas normas dodamas arī sējumiem, kurus agros pavasaros intensīvi apgana, lai liela veco lapu masa netraucētu jauno ģeneratīvo dzinumumu attīstību (Morrison, 1972).

D. Grifita, J. Levis, E. Bīna u.c. ierīkotajos lauka izmēģinājumos Anglijā, Velsas selekcijas stacijā skaidroti ganību airesnes attīstības galvenie posmi un faktori, kas tos ietekmē – mēslojuma normas, došanas laika un agrotehnisko pasākumu efektivitāte. Tika noskaidrots, ka pavasarī, drīz pēc ganību airesnes veģetācijas sākuma, cerošanās mezglos sākas ziedkopu aizmetņu veidošanās. Ja slāpekļa mēslojums šajā periodā ir pieejams optimālā daudzumā, tad uz dzinumiem izveidojas maksimāli daudz ziedkopu aizmetņu. Ja slāpekļa trūkst, tad samazinās ģeneratīvo dzinumumu skaits, tāpat arī vārpiņu skaits ziedkopā, bet ja slāpekļis dots pārbagāti, tad attīstās liela veģetatīvā masa, kas veicina sējumu pārgru veldrēšanos. Tāpat noskaidrots, ka agri dots slāpekļa mēslojums palielina ģeneratīvo dzinumumu skaitu. Slāpekļa mēslojums vēlā pavasarī, pēc ziedkopu aizmešanās sākuma, veicina lielāka ziedu skaita attīstību vārpiņā. Turpretī retos sējumos vēlā pavasarī dots mēslojums var izraisīt nevēlamas blakus parādības, kā, piemēram, palielinātu nezāļu izplatību, apgrūtinātu ražas novākšanu, sēklu ieguvu un to apstrādi (Griffiths *et al*, 1978).

Vairāki autori ir noskaidrojuši, ka slāpekļa mēslojums pozitīvi ietekmē zālaugu cerošanu. Tā, J. Valentine un A. Charles (1979) izpētījuši, ka slāpekļa daudzums augsnē sekmē ne tikai veģetatīvo, bet arī ģeneratīvo dzinumumu veidošanos. Sēšanas gadā viena ganību airesnes auga veģetatīvo dzinumumu skaits dažādos N fonos svārstījās no 18.9 līdz 23.8. Autori norāda, ka slāpekļa mēslojuma normas nepieciešams diferencēt arī atkarībā no augšnes auglības.

Daudz pētījumu veikts par slāpekļa mēslojuma došanas laiku. Rudens mēslošanas galvenais mērķis ir veicināt stiebrzāļu reproduktīvo dzinumumu attīstību, bet pavasara – ziedkopu veidošanos ar lielāku vārpiņu skaitu (Hastvald, 1998; Chilcote *et al*, 1980; Meijer Vreeke, 1988; Nordestgaard, 1974).

Vajadzība pēc slāpekļa mēslojuma augiem ir cieši saistīta ar mitruma režīmu. Slāpekļis veicina tā labāku izmantošanu un augi mazāk cieš no zemām temperatūrām augšanas laikā. Optimālos mitruma apstākļos augi slāpekli izmanto efektīvāk, bet sausās vasarās mazāk. Kā norāda poļu zinātnieki M. Szczepaneks un Z. Skinders, sausuma periodā ganību airesnes sēklu raža samazinājās par 60%, salīdzinot ar labvēlīga laika apstākļu gadiem (Szczepanek, Skinder, 2004).

M. Szczepaneks (2006) Polijā, balstoties uz ilggadēju pētījumu rezultātiem par ganību aireni, ir nonācis pie secinājuma, ka 1. un 2. izmantošanas gadā slāpekļa norma N_{60} ir pietiekama, lai iegūtu labu sēklu ražu, bet trešajā izmantošanas gadā tā ir jāpalielina līdz $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$.

Lietuvā, balstoties uz pētījumiem ar dažādām stiebrzāļu sugām, netika atrasta būtiska sakarība starp slāpekļa mēslojumu un 1000 sēklu masu (Басюлис, 1991).

Ganību airesnes sēklu laukos fosfors ir nepieciešams kā svarīgs dzīvības procesu elements jau pašā augšanas sākumā. Tas veicina ģeneratīvo dzinumumu attīstību, sēklu nogatavošanos, kā arī palielina auga izturību pret nelabvēlīgiem ārējās vides apstākļiem. Ja augiem trūkst fosfora, sakņu sistēma attīstās vāji, samazinās ganību airesnes cerošana, ieilgst sēklu nobriešana un samazinās sēklu raža (Horneck, Hart, 2001).

Ja ar mēslojumu fosfors iedots vairāk nekā vajadzīgs kārtējai ražai, liekais daudzums uzkrājas augsnē un tiks izmantots turpmākajos gados. Šīs īpatnības dēļ fosfora minerālmēslus ganību airenei var dot pat krājumā uz 2 – 3 gadiem (Gardner, 1960).

Zelmeņu veldres veidošanās cēloņi un sekas. Veldrēšanās galvenais cēlonis ir nepareiza attiecība starp auga virszemes daļas masu un tā stiebra augšējās daļas noturību. Pārmērīgs slāpekļa mēslojums var izraisīt pastiprinātu zālaugu cerošanu un lielas lapotnes izveidošanos, līdz ar to arī stiebru izstiepšanos. Stiebra augšējās daļas noturība (stiprums) samazinās un pieaugošā lapotnes masa izsauc stiebra deformācijas jeb veldrēšanos. Veldres veidošanās parasti ir saistīta ar tādiem apstākļiem kā pārmērīgs nokrišņu daudzums, silts laiks un augsts pieejamā slāpekļa daudzums augsnē. Lai gan saveldrējušies augi spēj daļēji pacelt uz augšu savus stiebrus un vārpas, sēklu raža tiem tomēr ir samazināta.

Veldrēšanās ir plaši izplatīta problēma stiebrzāļu sējumos. Veldrēšanās samazina sēklu daudzumu un traucē sēklu ražas novākšanu, bet ganību airenei tā zināmā pakāpē ir vēlama, lai iegūtu augstas sēklu ražas. Sēklu iznākumu iespaido gan veldres veidošanās laiks, gan veldres pakāpe. Labas ražas ieguvei tā būtu 6 līdz 7 balles (9 balles – veldres nav) (1.3. att.). Ja ganību airene ir saņēmusi pietiekami daudz slāpekļa maksimālas sēklu ražas ieguvei, veldres veidošanās bieži vien sākas ap ziedkopas veidošanās un pirmo vārpu parādīšanās laiku un ir krasi izteikta ziedēšanās laikā (Burbidge, 1977; Hebblethwaite *et al*, 1980).



1.3. att. Veldre ganību airenes ‘Spīdola’ sēklu laukā.

Salīdzinot mehāniski atbalstītus ganību airesnes zemeņus, kas nebija saveldrējušos, konstatēts (Hebblethwaite, Ivins, 1978), ka saveldrētajā sējumā sēklu ražas iznākums bija par 30 līdz 70% zemāks. Šie dati parādīja, ka veldres veidošanās negatīvi ietekmēja ganību airesnes augus līdz pat vēlākām attīstības stadijām, iespējams gan apputēšanās, gan sēklu attīstību.

ASV zinātnieki (Young, Chilcote, Youngberg, 1999) savos pētījumos Oregonas štatā uzsver, ka slāpekļa mēslojuma pielietošanu pavasarī parasti ir jālimitē, lai izvairītos no sējumu veldrēšanās.

Lai samazinātu veldres veidošanos ganību airesnes sējumos, ir izmēģinātas dažādas metodes, tādas kā slāpekļa došanas laiku un normu precizēšana, noganīšana un lapu iznīcināšana (Hebblethwaite, Ivins, 1977). Iegūtie dati ir pretrunīgi. Publicēti dati par augšanas regulatoru pielietošanu, lai samazinātu ganību airesnes salmu garumu un to veldrēšanos, atkarībā no šķirnes un laika apstākļiem. Eksperimentos iegūtās sēklu ražas pieaugums ir svārstījies no 0 līdz 100% (Burbidge, 1977; Hampton *et al.*, 1983).

Ja tiek lietots palielināts slāpekļa daudzums, tad izveidojas spēcīga, tumšzaļa lapotne, pastiprinās augu augšana, sevišķi labi attīstās augu veģetatīvā masa. Taču ja trūkst citu barības elementu, kā, piemēram, fosfora un kālija, tad augi pastiprināti veldrējas, pagarinās veģetācijas periods, aizkavējas augu nobriešana un sēklu ienākšanās. Zālaugiem, tajā skaitā arī ganību aisei, samazinās sēklu, bet palielinās salmu raža, samazinās augu izturība pret slimībām un nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem apstākļiem. Pareiza slāpekļa minerālmēsļu lietošana kopā ar fosfora un kālija minerālmēsliem dod iespēju iegūt augstas zālaugu sēklu ražas, kurām ir laba kvalitāte (Рудницкий, 1985).

Apkopojot literatūrā sastopamās atziņas par minerālmēslojuma ietekmi uz stiebrzāļu augšanu, attīstību un sēklu ražu, var izdarīt atsevišķus secinājumus.

1. Mēslojums, it sevišķi slāpekļa, pozitīvi ietekmē augu augšanu un attīstību. Tas sekmē bagātīgāku un spēcīgāku lapu virsmas veidošanos, līdz ar to augu fotosintētiskās produktivitātes palielināšanos.
2. Minētie faktori būtiski sekmē spēcīgāka zemeņa izveidošanos un bagātīgāku augu reproduktīvo orgānu attīstību.
3. Slāpekļa mēslojumam var būt gan pozitīva, gan arī negatīva ietekme uz stiebrzāļu sēklu ražas veidošanos, tādēļ tā lietošana mērķtiecīgi jāpiemēro citiem ražu ietekmējošiem faktoriem. Jāizvairās no mēslojuma pārdozēšanas, kas var negatīvi ietekmēt zālaugu veldres izturību un ražas kvalitātes pasliktināšanos.
4. Vēlamā efekta sasniegšanai jāpiegriež vērība visu augiem nepieciešamo barības elementu sabalansētai lietošanai, ņemot vērā apstākļus, kas ietekmē to uzņemšanu un izmantošanos.

1.8. Augu fotosintēzi ietekmējošie faktori

Visu uz Zemes esošo organismu dzīvības procesiem ir nepieciešama enerģija un barības vielas. Augstākie augi paši sintezē sev nepieciešamās organiskās vielas, savukārt dzīvnieki pārtiek no augiem un citiem dzīvniekiem. Augi nepieciešamo enerģiju iegūst fotosintēzē, izmantojot Saules enerģiju. Lielāko enerģijas daļu, ko augi piesaista fotosintēzes procesā, tie izlieto tieši vai arī pastarpināti caur katabolisma (savstarpēji saistītu bioķīmisko procesu kopums, kurā organisms noārda komplicētas organiskās vielas, tādējādi iegūstot enerģiju) procesiem dzīvības pamatfunkciju uzturēšanai (metabolismam), tai skaitā organiskās masas pieaugumam un reprodukcijai.

Kā norāda A. Steigens, reprodukcijai organismi patērē ievērojamu enerģijas daudzumu, piemēram, augi – lai nogatavinātu sēklas un augļus (Steigens, 1999). Kaut arī Saule ir galvenais enerģijas avots, taču intensīvs tās starojums ir dzīvībai bīstams. Virzoties cauri atmosfērai, starojuma ultraīsviļņu daļu uztver ozona (O_3) slānis, kas aptver Zemi stratosfērā apmēram 20 – 50 km augstumā, un to pārveido. Ozona slānis novērš iespēju nokļūst līdz Zemei starojumam, kura viļņu garums ir īsāks par 290 nm^4 un kuri uz dzīvjiem organismiem iedarbojas postoši (Steigens, 1999). Ozona slāņa esamība nodrošina cilvēkiem iespēju dzīvot uz mūsu planētas – Zemes.

Bez ultraīsviļņiem Saules radiācija satur arī viļņus, kuru garums ir 380 – 710 nm. Šo Saules radiācijas spektru apzīmē arī kā fotosintētiski aktīvo radiāciju (FAR). Fotosintēze ir process, kurā augi izmanto gaismas enerģiju, lai no neorganiskām vielām sintezētu organiskās vielas. Šajā procesā gaismas enerģija tiek pārvērsta ķīmiskajā enerģijā. Tā ir raksturīga zaļajiem augiem, kuru šūnās ir augu zaļā krāsviela – hlorofils. Zaļie augi (arī fotosintezējošās baktērijas) ir vienīgie dzīvie organismi uz Zemes, kuri tādā veidā var izmantot Saules enerģiju organisko vielu veidošanai. Augi ir visu barošanās (trofisko) ķēžu pamatā, tas ir priekšnosacījums, lai uz Zemes varētu eksistēt dzīvība (Steigens, 1999; Vītola, 1975; Марбеев, 1976). Augkopības produkcija veidojas fotosintēzes ceļā, un fotosintēzes produktivitāte nosaka kultūraugu ražas lielumu un tās sastāvu (Шульгин, 1973).

Nemot vērā fotosintēzes nozīmi augkopības ražas veidošanā un tās intensitātes tiešo saistību ar uzkrātās biomasas daudzumu, tad pastāv tieša saistība ar FAR daudzumu veģetācijas periodā, kas nonāk līdz Zemes virsai noteiktā ģeogrāfiskajā vietā un tā izmantošanās koeficientu, jeb FAR lietderības koeficientu. Mūsu platuma grādiem labas sējumu ražas var iegūt, ja FAR izmantošanas koeficients $n = 3.0\%$. Tas, savukārt, ir atkarīgs no vietas apstākļiem, kā arī no veģetācijas perioda garuma (Zirnītis, 1968). A. Steigens norāda, ka, ja, ap kuru Zeme griežas, apriņķojot Sauli, atrodas slīpi attiecībā pret Zemes ceļu ap Sauli. Zemes stāvoklis, griežoties ap savu asi, ir par iemeslu tam, ka atsevišķas Zemes daļas atkarībā no attāluma no ekvatora, ir atšķirīgi apgaismotas un saņem atšķirīgu radiācijas daļu. Teritorijas uz ziemeļiem no Ziemeļu polārā loka lielāko ziemas daļu atrodas saules ēnā, bet ap Dienvidpolu ir vasara un nepārtraukts diennakts apgaismojums. Lai augi un dzīvnieki varētu izdzīvot, tiem jāpielāgojas sezonālām temperatūras un nokrišņu svārstībām (Steigens, 1999). Līdz ar to iespējamā producētā biomasa augiem ir atkarīga no ģeogrāfiskā novietojuma.

Fotosintēzes procesā netiek izmantots viss Saules radiācijas spektrs, bet tikai tā spektra daļa, kas atrodas 380 – 710 nm zonā. Visintensīvāk fotosintēze noris oranžos–sarkanajos (620 – 680 nm) un zili–violetajos (400 – 480 nm) gaismas staros. Augu lapās notiek enerģijas pārdalīšana. Daļa saules enerģijas tiek absorbēta (15 – 60%), daļa tiek atstarota (26%), bet pārējo enerģijas daļu augu lapas laiž cauri. Fotosintēzei no absorbētās enerģijas izmanto tikai 0.5 – 2.0%, pārējā enerģija aiziet transpirācijā. No tā izriet secinājums, jo fotosintēzei augs izmanto vairāk enerģijas, jo palielinās tā biomasas producēšanas spēja, t.i., pieaug ražība (Ozoliņa, 1975; Oke, 1978; Чирков, 1986).

Fotosintētiski aktīvās radiācijas (FAR) izmantošanas koeficients lielā mērā ir atkarīgs no mitruma nodrošinājuma, t.i., augsnes un gaisa mitruma un minerālmēslojuma. Lai normāli noritētu fotosintēze augu lapu šūnās jābūt ap 75 – 80% ūdens. Pat neliels ūdens samazinājums (par 3 – 4%) var pilnīgi pārtraukt fotosintēzi. Iestājoties ūdens deficītam pusdienas stundās, atvārsnītes tiek aizvērtas un fotosintēze vairs nenotiek arī dienas otrajā pusē. Tātad augiem fotosintēzes laiku var paildināt,

⁴ Viļņa garumu jeb attālumu starp starojuma viļņa diviem maksimumiem, izsaka nanometros. Viens nanometrs (nm) ir 10^{-9} metri = metra miljardā daļa. Ultraīsviļņos starojums ir ar viļņa garumu 10 – 380 nm. Viļņi, kas ir īsāki par 290 nm, ir dzīvībai bīstami.

uzlabojot mitruma apstākļus. Ūdens un barības vielu režīma uzlabošana ir svarīgs priekšnoteikums augstu ražu iegūšanai (Paul, 1986).

1.9. Zālāju zelmeņa fitometriskie rādītāji

Kultūraugu dzīves apstākļus, tai skaitā fotosintēzes aktivitāti un produktivitāti var optimizēt izvēloties noteiktu sējumu izvietojumu, t.i., augu orientāciju un biežību, starprindu platumu, kā arī nodrošinot citus, augšanai labvēlīgus apstākļus: barības vielu un ūdens nodrošinājumu u.c. Tā ir iespējams izmainīt augu zelmeņa fitoklimatu un saules radiācijas režīmu tajā. Rādītājus, kuri ietekmē fotosintēzes apstākļus un kurus iespējams kvantitatīvi izmērīt un kvalitatīvi izvērtēt, nosacīti var apzīmēt par fitometriskiem rādītājiem. Svarīgākie no tiem, kurus var attiecināt uz zālaugiem, ir lapu virsmas laukums (LVL), fotosintētiskais potenciāls (FP) un fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP).

Lapu virsmas laukums ir viens no svarīgākajiem fotosintēzes rādītājiem sējumā, jo tas raksturo kopējo virsmu, kura var uztvert Saules radiāciju un piedalīties fotosintēzē. Visbiežāk lapu virsmas laukuma lielumu kvantitatīvi izsaka kā indeksu (LLI), kas rāda cik reizes augu lapu virsma ir lielāka par pašu augu aizņemto zemes virsas platību.

Krievijā, Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijā veiktajos izmēģinājumos 1987. gadā noteica, ka timotiņam LVL vidēji 4 plāvumos tas bija 12.8, bet niedru auzenei $9.43 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$. Taču nākamajā 1988. gadā tas mitruma trūkuma dēļ samazinājās, sasniedzot timotiņam – 9.57, bet niedru auzenei – $7.72 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Дмитриева, 1989).

Irkutskā, E. Rakoca savos pētījumos konstatējusi, ka kamolzāles lapu virsmas laukums 1. izmantošanas gadā bija – 1.61, otrajā izmantošanas gadā – 2.93, bet trešajā – $3.57 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$. Lapu virsmas laukums kamolzāles un lucernas maisījumā attiecīgi bija 1.91, 3.79 un $4.09 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Пакоца, 2006). Tādējādi var teikt, ka atkarībā no zālaugu sugas un veģetācijas apstākļiem, lapu virsmas laukums var mainīties plašās robežās, kas neapšaubāmi ietekmē zālāja spēju producēt biomasu un rezultātā nosaka ražas lielumu.

Biomasas pieaugumu un lapu virsmas laukuma palielināšanos ilgākā laika periodā var nodrošināt, dodot augiem slāpekli. Beļģijā R. Lamberta pētījumos ar ganību airenes šķirni 'Meltra' pierādījās, ka lapu laukuma indeksa palielinājums ir atkarīgs no slāpekļa mēslojuma (Lambert *et al.*, 2004). Tajā pašā laikā slāpekļa uzņemšana un sadalījums lapās ir atkarīgi no slāpekļa un ogļskābās gāzes (CO_2) izmantošanās augos. Savukārt šie rādītāji ir atkarīgi no ūdens pieejamības augšanas laikā. Uz katru iegūto oglekļa vienību augs patērē 1.56 reizes vairāk ūdens. Šī iemesla dēļ biomasas attīstība ir atkarīga no augiem pieejamā slāpekļa un ūdens daudzuma, kā arī no temperatūras (Salisbury, Ross, 1985).

Līdzīgi rezultāti par lapu virsmas laukuma atkarību no zālaugu sugas un mēslojuma, kā arī meteoroloģiskajiem apstākļiem un lietotajiem agrotehniskajiem paņēmieniem ir iegūti citu autoru pētījumos (Шатилов и др., 1989; Gutmane, Adamovich, 2005).

Svarīga nozīme ir arī zelmeņa gaismas caurlaidībai, jo tādējādi tiek ietekmēta zemāko, zemes virsai tuvāko lapu spēja veikt fotosintēzi. Zelmeņos jaunākām lapām tā parasti ir daudz lielāka, salīdzinot ar vecajām, jau izaugušajām lapām, kuras ievērojami noēno zem tās esošās lapas. Lapu sakārtojums stiebrzāļu sējumos veido sarežģītu sistēmu. Augu lapas sējumos sakārtotas vairākos stāvos un tikai nelielu daļu apgaismo tiešie saules stari, bet lielākā lapu daļa atrodas izkliedētā un atstarotā saules radiācijā.

Šādā sējumā lapu savstarpējās noēnošanās dēļ nekad nav novērojams pilnīgs gaismas piesātinājums. Sabiezinātos zelmeņos, it īpaši veģetācijas beigās, kad virsējās lapās vēl notiek fotosintēze, apakšējās lapas jau atmirst un rezultātā fotosintēzes produktivitāte strauji samazinās un rodas potenciāli iespējamās ražas zudumi (Vītola, 1975).

Augšanas periodā vairāku gadu laikā stiebrzāļu–tauriņziežu zelmenī tauriņziežu daudzums pakāpeniski samazinās, bet stiebrzāļu īpatsvars palielinās, it sevišķi virszāļu – timotiņa un pļavas auzenes zelmeņos. Stiebrzāļu pastiprināta savairošanās zelmenī daļēji izskaidrojama ar to ilgstošāku mūžu un lielāku atsaucību uz slāpekļa mēslojumu. Tauriņzieži slāpekļa mēslojuma iedarbībā zaudē savas priekšrocības pret stiebrzālēm, kādas tiem ir sakarā ar slāpekļa uzņemšanu no gaisa ar gumiņbaktēriju palīdzību. Dodot lielākas slāpekļa mēslojuma devas, zelmenī ātrāk samazinās tauriņziežu, bet palielinās stiebrzāļu īpatsvars. Līdz ar to samazinās zelmeņa lapu virsmas laukums, jo tieši tauriņzieži ar savu bagātīgo aplapojumu nodrošina lielāku zelmeņa lapu virsmas laukumu. Kaut arī stiebrzāļu daudzums palielinās, tās nespēj nodrošināt tauriņziežiem līdzīgu lapu virsmas laukumu (Фролова, 1989).

Lapu virsmas laukuma veidošanās process lielā mērā atkarīgs no mitruma un barības vielu nodrošinājuma. Optimāls slāpekļa nodrošinājums veicina lapu virsmas pieaugumu. Apakšējām lapām atmirstot, zelmenī dominē jaunākās augšējās fizioloģiski aktīvās lapas, kas atrodas arī labākā FAR un CO₂ nodrošinājuma apstākļos (Ничипорович и др., 1961).

Samazinoties lapu virsmas laukumam, samazinās arī zālaugu sausnas raža. Tas notiek nepietiekama ūdens un slāpekļa gadījumā augu veģetācijas laikā. Būtiskākā nozīme ir mitruma režīmam. Pat divkārtīga slāpekļa daudzuma palielināšana nevar kompensēt sausnas masas zudumu, ko ir izsaukusī ūdens nepietiekamība auga agrīnajās augšanas fāzēs. Zāles fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP) mainās atkarībā no lapu virsmas laukuma un ir atkarīga no augu augšanas fāzes (Akmal, Janssens, 2004).

Arī A. Pocc savos pētījumos konstatējis, kā zāļu sugu bioloģiskās īpatnības, zelmeņa botāniskais sastāvs, kā arī slāpekļa mēslojums ietekmē lapu virsmas laukuma izmaiņas (Pocc, 1965).

Lapu virsmas laukums viens pats vēl nenodrošina maksimālas ražas ieguvu. Ir svarīgi, lai lapu virsma pēc iespējas ilgāk aktīvi darbotos, t.i. lai ilgstošāk būtu nodrošināts nepieciešamais fotosintētiskais potenciāls (FP).

Literatūrā maz datu par ganību airesnes fitometriskajiem rādītājiem un to ietekmi uz sēklu produktivitāti. Tāpēc savos pētījumos pievērsos šo jautājumu skaidrošanai, sevišķi, saistībā ar dažāda mēslojuma pielietošanu.

Fotosintētiskais potenciāls (FP) ir rādītājs, kas kompleksi raksturo lapu virsmas laukumu un lapas fotosintētiskās darbības ilgumu (lapu virsmas laukums, m² × fotosintēzes ilgums, dienas). Literatūrā ir norādes, ka augstražīgos sējumos atkarībā no kultūrauga un šķirnes fotosintētiskais potenciāls sastāda no 2 līdz 4 milj. m² ha⁻¹ × dienas.

Moldāvijas apstākļos sīpolu sējumos fotosintētiskais potenciāls bija 3.5 milj. m² ha⁻¹, lapu virsmas laukuma indekss – no 3.5 līdz 4, bet fotosintēzes tīrā produktivitāte – 3.0 g m⁻² (Тараканов, Литовкин, 1989).

Timirjazevas Lauksaimniecības akadēmijas izmēģinājumos I. Šatilovs un zinātnieku grupa atzīmē, ka sējumos fotosintētiskais potenciāls mainās atkarībā no laika apstākļiem (Шатилов, 1989).

E. Rakoca savos pētījumos konstatējusi, ka kamolzālei fotosintētiskais potenciāls 1. izmantošanas gadā bijis – 1.2, otrajā izmantošanas gadā – 2.1 milj. m² ha⁻¹ (Пакоца, 2006). Jo lielāks ir fotosintētiskais potenciāls, jo iespējams iegūt augstāku biomasas ražu (Тараканов, Литовкин, 1989). Jebkura sējuma izveidotais

fotosintētiskais potenciāls veģetācijas periodā var darboties ar dažādu intensitāti. Lai noteiktu iespējamo ražu pie noteikta fotosintētiskā potenciāla, nepieciešams zināt fotosintēzes tīro produktivitāti (FTP).

Fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP) raksturo sausnas pieaugumu masas vienībās uz lapu laukuma platību vienā laika vienībā. Fotosintēzes tīrā produktivitāte veidojas no fotosintēzes intensitātes un elpošanas starpības. Daži literatūras dati norāda, ka fotosintēzes tīrās produktivitātes pieaugums dažādiem augiem lielā mērā mainās augšanas laikā un atkarībā no apkārtējās vides apstākļiem. Norādīts par ievērojamu fotosintēzes tīrās produktivitātes pieaugumu dažos augšanas periodos un kopumā visā augšanas laikā, ja pielieto minerālmēslus, jo sevišķi pie augstām to normām (Росс, 1965; Шатилов и др., 1987; Фролова, 1989; Ракоца, 2006). Šajā gadījumā notiek ievērojama fotosintēzes potenciāla un kopējās augu produktivitātes palielināšanās. Sastopami arī atšķirīgi dati, ka pārmērīgs mēslojums nespēj ietekmēt FTP vai arī tas samazinās (Витола, 1970; Алиев, 1971). Iegūto datu dažādība liecina gan par dotā jautājuma nepietiekamu izpēti, gan arī par to, ka ietekmējošie faktori ir daudzpusīgi.

Salīdzinot FTP ar lapu veidošanās dinamikas datiem, redzams, ka FTP samazināšanās minerālmēslu iespaidā galvenokārt ir novērojama laikā, kad ir liels lapu laukums (virs 90 tūkstoši $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$). Lielākajā lapu laukuma attīstības laikā starp šiem rādītājiem un fotosintēzes tīro produktivitāti ir novērojama negatīva korelācija $r = -0.81$.

Pēc A. Ниципоровича pētījumiem fotosintēzes tīrā produktivitāte veģetācijas periodā mainās. Augšanas un attīstības sākumā, kad zālaugiem intensīvi attīstās sakņu masa, fotosintēzes tīrā produktivitāte ir zemāka, pēc tam tā paaugstinās un visaugstākā ir periodā, kad notiek straujš lapu pieaugums. Biomasas pieaugums sējumā ir atkarīgs no lapu laukuma un fotosintēzes tīrās produktivitātes (Ничипорович и др., 1961).

V. Spasovs (1983) atzīmē, ka viņa izmēģinājumos niedru auzenes fotosintēzes process veģetācijas periodā noritēja samērā intensīvi un sastādīja: 1. plāvumā 2.56 – 4.67, 2. plāvumā 2.10 – 2.88, 3. plāvumā 1.76 – 2.54 g m^{-2} diennaktī, vai vidēji visā veģetācijas periodā 2.29 – 2.86 g m^{-2} diennaktī. Fotosintētiski aktīvās radiācijas izmantošanas koeficients lietojot minerālmēslus, bija virs 2% un optimālos mitruma apstākļos ar mēslojumu $\text{N}_{480} \text{P}_{130} \text{K}_{360}$ vidēji trīs gados sasniedza pat 3.55% (Спасов, 1983).

Irkutskā E. Rakoca atzīmē, ka fotosintēzes tīrā produktivitāte kamolzāles sējumā 1. izmantošanas gadā sasniedza 1.8 g m^{-2} diennaktī, sausnas raža – 3.81 t ha^{-1} , otrajā izmantošanas gadā – 2.2 g m^{-2} diennaktī un sausnas raža bija 5.63 t ha^{-1} . Kamolzāles maisījumā ar lucernu FTP bija attiecīgi 3.0 un 3.20 g m^{-2} diennaktī, sausnas raža – 7.82 un 8.33 t ha^{-1} (Ракоца, 2006).

Savukārt I. Gūmanes un A. Adamoviča izmēģinājumos fotosintēzes tīrā produktivitāte hibrīdai airenei 'Saikava' vidēji divos gados bija 8.97, bet ganību airenei 'Spīdola' – 5.5 g m^{-2} dienā (Gumane, Adamovich, 2005).

Sējas biežības ietekmi uz lapu laukuma attīstību ir pētījis A. Lācis. Viņš konstatēja, ka sējuma biežības ietekme uz fotosintēzi sāk parādīties pēc pumpurošanās un turpinās visu veģetācijas periodu. FTP biežajā sējumā atpalika no retā sējuma par 0.59 g m^{-2} . Biezā sējumā tā sasniedza 4.79 g m^{-2} un retajā – 5.38 g m^{-2} . Šī iemesla dēļ sausnas pieaugums pēdējā veģetācijas posmā retajā sējumā palika līmenī, kāds bija ziedēšanas laikā, bet biežajā sējumā sausnas pieaugums samazinājās par 31% (Lācis, 1968).

Sējuma biežības ietekmi uz lapu laukuma attīstību ir pētījuši vairāki autori. Viņi konstatējuši, ka optimālais lapu laukums, t.i. līdz 40 tūkst. $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ($4 \text{m}^2 \text{m}^{-2}$) uz sējuma platības vienību ātrāk izveidojās biežā sējumā un augi ātrāk varēja maksimāli izmantot

saules enerģiju fotosintēzei. Retos sējumos optimālo lapu laukumu uz sējuma platības vienības augi sasniedza vēlāk. Apgaismošanas apstākļi, kādi izveidojušies atkarībā no sējuma biežības, ietekmēja arī fotosintēzes produktivitāti (Ничипорович и др., 1961; Алиев, 1971; Спасов, 1983; Дмитриева, 1989; Ruža, 1999; Adamovičs, Kreišmane, 2000; Būmane, Adamovičs, 2000; Gumane, Adamovich, 2005).

Noslēdzot šo apskatu, var teikt, ka zālaugu zelmeņa fitometriskajiem rādītājiem (lapu virsmas laukumam, fotosintētiskajam potenciālam un fotosintēzes tīrajai produktivitātei) ir būtiska nozīme, lai raksturotu, kā arī modelētu to produktivitāti, gan potenciāli iespējamo, gan arī reāli noteiktos apstākļos sasniedzamo. Šo rādītāju kontrole, uzskaitē, ņemot vērā to ietekmējošos faktorus, ļauj labāk izprast ražas un tās kvalitātes veidošanās mehānismu, mērķtiecīgi plānot pasākumus tās vadīšanai. Eksperimentāli iegūtu datu, kas raksturotu daudzgadīgo zālāju fitometriskos rādītājus atbilstoši Latvijas apstākļiem nav daudz. Tāpēc būtiski, lai attiecīgos lauka izmēģinājumos šādi pētījumi tiktu iekļauti, kas ļautu pakāpeniski uzkrāt vajadzīgo informāciju.

1.10. Mēslojuma ietekme uz fitometriskajiem rādītājiem

Mēslojums ir viens no faktoriem, kas būtiski ietekmē auga veģetatīvās masas attīstību, auga aplapojumu, hlorofila sintēzi augos un citus parametrus, kam var būt zināma loma fotosintēzes procesā. Tāpēc tika apkopoti literatūras avoti, kas atspoguļotu to pētījumu rezultātus, kur pētīta mēslojuma ietekme uz zālaugu fitometriskajiem rādītājiem.

Pēc A. Adamoviča pētījumiem daudzkomponentu zelmeņos lapu virsmas indekss bija ievērojami lielāks nekā divkomponentu maisījumos. Arī slāpekļa mēslojuma devas būtiski ietekmēja stiebrzāļu zelmeņu lapu virsmas laukumu. Pieaugot slāpekļa normai no 0 līdz 120 un 240 kg ha⁻¹, lapu virsmas indekss palielinājās 0.7 – 3.1 reizes, bet stiebrzāļu – tauriņziežu zelmeņos tikai par 3.2 līdz 12.2%. Visstraujāko lapu virsmas pieaugumu novēroja stiebrzālēm cerošanas beigās un stiebrošanas fāzē, bet tauriņziežiem pumpurošanās fāzē. Zelmeņos ar tauriņziežu klātbūtni kopējais lapu virsmas laukums bija lielāks nekā stiebrzālēm. Tas izskaidrojams ar tauriņziežu lielāku aplapojumu (Adamovičs, 1995).

Jelgavā, LLU Augkopības katedras lauku izmēģinājumu pētījumos stiebrzāļu zelmeņos fotosintēzes tīrā produktivitāte variantos bez slāpekļa mēslojuma bijusi 3 – 4 g m⁻² diennaktī, variantos ar slāpekļa mēslojumu – 5.7 – 6.1 g m⁻² diennaktī. Jauktos zelmeņos, kuros bija gan stiebrzāles, gan tauriņzieži, fotosintētiskā produktivitāte bija ievērojami lielāka – 9.3 – 11.4 g m⁻² diennaktī. Novērots, ka fotosintēzes tīro produktivitāti lielā mērā nosaka un ietekmē laika apstākļi (Adamovičs, 1995).

Pēc Alijeva pētījumiem, FTP ir ļoti mainīgs lielums, kas stipri mainās augu augšanas laikā ne tikai atsevišķiem augiem, bet vienai un tai pašai sugai un ir atkarīgs no audzēšanas apstākļiem. Augu barības elementu pozitīva iedarbība uz FTP augiem sevišķi jūtama bija augu augšanas pirmajā pusē. Slāpekļa vai fosfora mēslošanas līdzekļu lietošana pirms zālaugu sējas veicināja FTP pieaugumu aptuveni 2 reizes. Fotosintēzes tīrās produktivitātes vislielākais pieaugums novērots augiem, kas audzēti augstā agrofonā (palielinājās par 80 – 136%). Tālāka FTP palielināšanās minerālmēslojuma ietekmē bija neliela un tur netika vērotas noteiktas likumsakarības (Алиев, 1971). Zālaugu veģetācijas perioda pirmajā pusē gan slāpekļa, gan fosfora mēslojuma ietekmē lapu laukums palielinājās apmēram vienādā mērā. Sākot ar

augšanas perioda vidu – sēklu ienākšanas laiku – ar slāpekli mēslotiem augiem turpinājās pastiprināta lapu laukuma palielināšanās, bet augiem, mēslotiem tikai ar fosforu, lapu augšana relatīvi palika lēnāka, pēc tam pakāpeniski pazeminājās un augšanas perioda beigas ievērojami samazinājās. Augsta fosfora norma pozitīvi ietekmēja lapu laukuma pieaugumu augu veģetācijas perioda pirmajā pusē. Savukārt augu veģetācijas perioda otrajā pusē relatīvi lielāks lapu laukums tika novērots augiem, kuri bija saņēmuši mazu šī mēslojuma normu, bet liela fosfora mēslojuma norma izsauca lapu laukuma samazināšanos (Алиев, 1971).

Pēc D. Alijeva izmēģinājumu datiem, kuros tika veikti novērojumi par augu lapu darbību, ja tika lietota vidēja slāpekļa minerālmēslojuma norma – $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ un paaugstināta (200 kg ha^{-1}), tad pēdējā pagarināja augu lapu dzīves ilgumu virsējām un apakšējām lapām. Fosfors pie $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ neizsauca būtiskas izmaiņas, tikai mazliet samazināja apakšējo lapu dzīves ilgumu, bet pie $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ samazināja augšējo un apakšējo lapu mūžu. Palielināta slāpekļa norma šajā gadījumā paildzināja, bet fosfora – saīsināja lapu mūžu (Алиев, 1971).

Augšanas perioda sākumā dažādu slāpekļa normu ietekme uz augu FTP būtiski neatšķirās. Augu attīstības gaitā augstu slāpekļa normu ietekmē (N_{180}) varēja novērot lapu laukuma straujāku palielināšanos, sasniedzot maksimumu augšanas perioda otrajā pusē. Pastiprināta zālaugu mēslošana ar fosforu augu veģetācijas perioda pirmajā pusē, bet ar slāpekli otrajā, nodrošināja pastiprinātu lapu laukuma pieaugumu veģetācijas sākumā un tās saglabāšanos augstā līmenī līdz pat veģetācijas beigām. Tajā pašā laikā izmēģinājumu rezultāti liecināja, ka pastiprināta mēslošana ar slāpekli veģetācijas perioda otrajā pusē dažkārt noveda pie pārāk liela lapu laukuma pieauguma un veģetatīvās masas apjoma, kas savukārt samazināja fotosintēzes tīro produktivitāti un ražu. Pamatojoties uz šo pētījumu rezultātiem, tika ieteikts diferencēts mēslošanas režīms, kas nodrošinātu optimālu lapu laukuma veidošanos un tā saglabāšanos relatīvi ilgu laiku, t.i. nodrošināt augus ar fosforu veģetācijas sākumā un otrajā pusē, bet slāpekli dot veģetācijas vidū (Алиев, 1971; Пакоца, 2006).

Noslēdzot literatūras apskatu par stiebrzāļu mēslošanas nozīmi un efektivitāti jāsecina, ka daudzu autoru atzinumi un pētījumu rezultāti, kas iegūti dažādās zemēs un vietās ar atšķirīgiem augsnes un klimatiskajiem apstākļiem, dažādā agrofonā un dažādos, meteoroloģiskā ziņā atšķirīgos gados un ar dažādām šķirnēm, uzrāda savā starpā ļoti lielas atšķirības. Optimālai minerālmēslojuma normu noteikšanai nepieciešami ilggadīgi izmēģinājumi konkrētā augsnes un klimatiskajā zonā. Pētījumu rezultāti par ganību airesnes mēslošanu Latvijas apstākļos, tās ietekmi uz airesnes ražas veidošanās apstākļiem, produktivitāti, ražas sastāva veidošanos literatūrā nav sastopami. Arī jautājums par ganību airesnes sēklaudzēšanas produktivitātes aspektiem un minerālmēslojuma lomu tajā, nav sastopams.

2. IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODES

2.1. Izmēģinājuma veikšanas laiks, vietas un augsnes apstākļu raksturojums

Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Lauksaimniecības fakultātes (LF) izstrādātās pētījumu programmas ietvaros LLU aģentūras Zemkopības zinātniskajā institūtā (ZZI) laika posmā no 1999. līdz 2003. gadam tika ierīkoti lauka izmēģinājumi.

Zemkopības zinātniskais institūts atrodas Latvijas centrālajā daļā, Skrīveros pie autoceļa Rīga – Daugavpils 81. kilometrā. Institūta ģeogrāfiskās koordinātes ir 56°37'08" ziemeļu platuma un 25°07'20" austruma garuma. Saskaņā ar Latvijas agroklimatisko rajonēšanas shēmu, institūts un tā izmēģinājumu lauki atrodas uz robežas starp mēreni vēso ziemeļrietumu Vidzemes – III^c agroklimatisko apakšrajonu un mēreni silto Austrumlatvijas zemienes – IV^b apakšrajonu. III^c apakšrajonā par 10 °C augstāku gaisa temperatūru summas – vidēji ir 1800 līdz 1900 °C, bet par 10 °C augstākas augsnes temperatūras summas vidēji 2000 līdz 2200 °C. Mēreni siltajā Austrumlatvijas zemienē (IV^b apakšrajonā) tās attiecīgi ir 1900 – 2000 °C atmosfērā un 2000 – 2200 °C augsnē. Agroklimatisko rajonu un apakšrajonu izdalīšanā ņemts vērā arī fotosintēzei nepieciešamās aktīvās saules radiācijas pieplūdums siltajā periodā no aprīļa līdz oktobrim (Агроклиматические ресурсы ..., 1971).

Skrīveru pagasta reljefs un augsnes ir veidojušās uz glacigēniem nogulumiem, dominē morēnas mālsmilts un smilšmāls. Reljefs raksturojas ar viļņotiem līdzenumiem, ko veido gala morēnas un marginālie uvāli – lēzeni, parasti taisni reljefa veidojumi, kuru augstums 5 – 12 m, platums līdz 300 m, garums līdz 6 km. Lauksaimniecībā izmantojamās zemes (LIZ) masīvi ir plaši. 1960. – 1970. gados veikto LIZ meliorācijas un lauku masivizācijas darbu rezultātā ir radīti samērā labi apstākļi intensīvas lauksaimniecības veikšanai, kaut gan reljefa un augšņu produktivitātes ziņā šis rajons nevar sacensties ar Latvijas auglīgajiem Jelgavas, Dobeles un Bauskas rajoniem (Boruks, Kārklīšs, Nikodemus, 2002).

Atbilstoši Latvijas teritorijas reģionālajai rajonēšanai lauksaimniecības vajadzībām Skrīveru pagasts ir iedalīts otrā reģiona otrajā mikroreģionā (pavisam otrajā reģionā ietilpst septiņi mikroreģioni). Otrā reģiona otrais mikroreģions raksturojas ar salīdzinoši labi iekultivētām augsnēm, ar augstu zemes apgūtības pakāpi (81.4%), augstu drenēto LIZ īpatsvaru (89%), niecīgu erodēto un erozijai pakļauto zemju īpatsvaru (1%), nelielu akmeņainību (17%), kā arī ar labu zemes novērtējumu, kas tīrums sasniedz vidēji 48 balles, bet vidēji visā LIZ kopplatībā – 47 balles. Atsevišķos laukos zemes novērtējums sasniedz pat 60 balles (Boruks, 2004).

Apkopojot iepriekš teikto, var secināt, ka atbilstoši reljefam un augšņu segai Skrīveri atrodas apvidū, kas ir piemērots lauksaimniecībai. Viena no lauksaimniecības specializācijas nozarēm šajā apvidū ir bijusi un acīmredzot būs piena lopkopība, līdz ar to arī saglabāsies pieprasījums pēc augstākajiem zālaugu zelmeņiem tīrums un ganībās un, izejot no tā, arī pēc zālaugu sēklas materiāla. Tas rada ekonomiskus priekšnosacījumus šīs augkopības nozares attīstībai.

Augšņu raksturojums pa izmēģinājumu laukiem katrā no pētījumu ierīkošanas gadiem bija nedaudz atšķirīgs. Augšņu raksturošanai tika veikti vidēji dziļie augšņu atsegumi, kuriem tika veikts to detalizēts morfoloģiskais apraksts (Kārklīšs, 2008), fizikāli-ķīmiskās analīzes un izdarīta augšņu klasifikācija, atbilstoši Latvijas un starptautiskajam klasifikatoram (Latvijas augšņu noteicējs, 2009; World Reference Base for Soil Resources, 2006).

Pirmais izmēģinājums tika ierīkots 1999. gadā. Tas atradās zemes nogabalā aptuveni 2 km uz ziemeļrietumiem no ZZI netālu no mājām „Okņas”. Augsne izmēģinājumu laukā vidēji iekultivēta, drenēta, reljefs gandrīz līdzens, ar nelielu nolaidumu pret ziemeļiem, nogāzes slīpums 2.5%, erozijas nav. Augsnes aramkārtā 25 cm dziļa, puteklains smilšmāls. Augsnes reakcija normāla, organisko vielu saturs 2.31%, augiem izmantojamā fosfora saturs (P_2O_5) – 92.5 (vidējs), kālija saturs (K_2O) – 110.7 mg kg⁻¹ (vidējs). Atbilstoši Latvijas klasifikatoram (2009) – virsēji velēnglejotā, bet atbilstoši starptautiskajam klasifikatoram (WRB 2006) – Protoendostagnic Hortic Cambisol (Hypereutric). Augsnes morfoloģiskais raksturojums ir dots 1. pielikumā (profila reģistrācijas numurs – AI0072). Atsevišķas fizikālās un ķīmiskās īpašības ir sakopotas 4. pielikumā.

Otrais izmēģinājums tika ierīkots 2000. gadā pie Rīgas – Daugavpils šosejas netālu no „Meteņu” mājām. Augsne vidēji labi iekultivēta, drenēta, reljefs gandrīz līdzens (kritums ziemeļaustrumu virzienā 1%). Erozijs nav. Augsnes aramkārtā 24 cm dziļa, smaga mālsmits. Augsnes reakcija normāla, organisko vielu saturs 2.56%, augiem izmantojamā fosfora saturs (P_2O_5) – 96.3 (vidējs), kālija saturs (K_2O) – 66.6 mg kg⁻¹ (zems). Atbilstoši Latvijas klasifikatoram (2009) – virsēji velēnglejotā, bet atbilstoši starptautiskajam klasifikatoram (WRB 2006) – Endostagnic Hypocutanic Luvisol (Endoabruptic, Hypereutric). Augsnes morfoloģiskais raksturojums ir dots 2. pielikumā (profila reģistrācijas numurs – AI0071). Atsevišķas fizikālās un ķīmiskās īpašības ir sakopotas 4. pielikumā.

Trešais izmēģinājums ierīkots 2001. gadā netālu no „Slavišanu” mājām. Tas atradās 1.4 km uz ziemeļiem no ZZI. Augsne drenēta, labi iekultivēta, nogāzes slīpums 1 – 2% robežās, erozijas nav. Augsnes aramkārtā 35 cm dziļa, smilšmāls. Augsnes reakcija normāla, organisko vielu saturs 1.93%, augiem izmantojamā fosfora saturs (P_2O_5) – 156.0 (augsts), kālija saturs (K_2O) – 142.3 mg kg⁻¹ (vidējs). Atbilstoši Latvijas klasifikatoram (2009) – velēnpodzolētā virsēji glejotā, bet atbilstoši starptautiskajam klasifikatoram (WRB 2006) – Hypostagnic Cutanic Albeluvisol (Hypereutric). Augsnes morfoloģiskais raksturojums ir dots 3. pielikumā (profila reģistrācijas numurs – AI0073). Atsevišķas fizikālās un ķīmiskās īpašības ir sakopotas 4. pielikumā.

2.2. Izmēģinājumu iekārtošana un shēma

Iepriekšējā gada rudenī pirms ganību aireses sējas visos izmēģinājumos tika veidota melnā papuve. Nezāļu ierobežošanas nolūkā lauki tika apstrādāti ar herbicīdu raundaps, deva 4 L ha⁻¹. Pēc 40 dienām augsne tika aparta, pēc tam kultivēta. Pēc izmēģinājuma iemērīšanas atbilstoši izmēģinājuma shēmai ar rokām katram izmēģinājumu lauciņam atsevišķi tika izsēti fosfora (granulētais superfosfāts, 20% P_2O_5) un kālija (kālija hlorīds, 60% K_2O) minerālmēsli.

Ganību aireses sēja visos izmēģinājumos tika veikta maija vidū, izmantojot sējmašīnu ‘Nordsten’. Tika izmantota tetraploīdās ganību aireses ‘Spīdola’ izlases sēkla (dīgstspēja 99%), izsējas norma 12 kg ha⁻¹. Rindiņu attālums – 12.5 cm. Tādējādi tika rēķināts, ka uz m² tika izsētas 3987 sēklas, kam jānodrošina pietiekoši blīvs aireses zelmenis.

Nezāļu ierobežošanai visos izmēģinājumu gados ganību aireses ‘Spīdola’ zelmenī lietoja herbicīdu MCPA 750 1.5 L ha⁻¹ maisījumā kopā ar granstaru 10 g ha⁻¹ gan sējas, gan arī nākošajā gadā. Lauku apstrādi veica ar traktorvilkmes miglotāju, izsmidzinot uz 1 ha 300 litru darba šķīduma. Izmēģinājumā veiktie darbi un fenoloģiskie novērojumi parādīti 2.1. tabulā.

Izmēģinājumā veiktie darbi un fenoloģiskie novērojumi

Veiktais darbs	Izmēģinājuma gads					Piezīmes
	1999	2000	2001	2002	2003	
Raundaps + melnās papuves ierīkošana	1998., maija III dekāde	1999., maija II dekāde	2000., maija II dekāde	×	×	MTZ 80 + smidzinātājs „Pilmēt”
Augsnes aparšana	1998., jūnija I dekāde	1999., jūnija I dekāde	2000., jūnija I dekāde	×	×	MTZ 80 + arkls Kverneland
Augsnes kultivēšana	1998., jūnija I dekāde	1999., jūnija I dekāde	2000., jūnija I dekāde	×	×	MTZ 80 + kultivators
Augsnes paraugu noņemšana	28.08.98.	20.08.99.	25.08.00.	×	×	Ar zondi
Lauciņu iemērīšana	11.05.99.	9.05.	11.05.	×	×	Ar rokām
Airenes sēja	13.05.99.	10.05.	12.05.	×	×	Ar sējmašīnu ‘Nordsten’
Lauks sadīdzis	27.05.99.	24.05.	26.05.	×	×	Nosakot vizuāli
Fosfora sēja	08.09.99.	09.09.	09.09	8.09.	×	Ar rokām
Kālija sēja	08.09.99.	09.09.	09.09	8.09.	×	Ar rokām
NH ₄ NO ₃ sēja	×	12.04	10.04	12.04	11.04.	Ar rokām
Herbicīdu lietošana	maija IV dekāde	maija IV dekāde	maija IV dekāde	maija IV dekāde	maija IV dekāde	„Pilmēt” smidzinātājs
Lapu paraugu vākšana	×	×	×	skat. 2.7. tab.		Ar rokām
Zaļmasas paraugu vākšana	×	14.06.	14.06.	14.06.	×	Ar rokām
Veldres novērtēšana	×	2.08.	5.08.	4.08.	×	Vizuāli
Paraugkūļu noņemšana	×	29.07.	27.07.	30.07.	×	Ar rokām
Ražas novākšana	×	2.08.	5.08.	4.08.	3.08.	Kombains Sampo 130

Lauka izmēģinājumos tika pētīti trīs faktori (NPK) ar kopējo variantu skaitu 17, kuri bija iekārtoti 4 atkārtojumos pēc tā sauktās „zvaigžņu” shēmas papildinot to ar kontroles variantu N₀P₀K₀ + absolūtais maksimums N₁₂₀P₁₂₀K₁₆₀ (Хикс, 1967). Lauciņa kopējā platība 17.5 m² (5 m × 3.5 m), uzskaites – 13.5 m² (4.5 m × 3 m).

Lauciņu ražas uzskaites platība – 13.5 m² (4.5 m × 3 m). Izmēģinājuma variantu raksturojums, t.i. lietotais mēslojums ir parādīts 2.2. tabulā.

2.2. tabula

**Izmēģinājuma variantu apzīmējums
un lietotās minerālmēslu tīrvielas (N) un darbīgo vielu (PK) normas, kg ha⁻¹**

Nr. p. k.	Variants	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2.	N ₀ P ₆₀ K ₈₀	0	60	80
3.	N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	30	30	40
4.	N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	30	30	120
5.	N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	30	90	40
6.	N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	30	90	120
7.	N ₆₀ P ₀ K ₈₀	60	0	80
8.	N ₆₀ P ₆₀ K ₀	60	60	0
9.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	60	60	80
10.	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	60	60	160
11.	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	60	120	80
12.	N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	90	30	40
13.	N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	90	30	120
14.	N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	90	90	40
15.	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	90	90	120
16.	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	90	60	80
17.	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	120	120	160

Piezīme. Pieraksta ērtības labad turpmāk šādi un analogiski apzīmējumi P₆₀K₈₀ norādīs attiecīgi P₂O₅ un K₂O normu, izteiktu kg ha⁻¹.

Datu apstrādes nolūkos, izmēģinājumu varianti tika grupēti un kodēti atbilstoši pielietotā mēslojuma normai. Kopumā izmēģinājumā tika salīdzināti pieci mēslošanas līmeņi. Slāpeklim tie bija 0; 30; 60; 90 un 120 kg ha⁻¹ N, fosforam – 0; 30; 60; 90 un 120 P₂O₅ kg ha⁻¹, bet kālijam – 0; 40; 80; 120 un 160 kg ha⁻¹ K₂O. Šo mēslošanas līmeņu attēlojums ir parādīts 2.3. tabulā.

2.3. tabula

NPK minerālmēslu lietošanas līmeņi

NPK mēslojuma līmenis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	N ₀	P ₀	K ₀
1	N ₃₀	P ₃₀	K ₄₀
2	N ₆₀	P ₆₀	K ₈₀
3	N ₉₀	P ₉₀	K ₁₂₀
4	N ₁₂₀	P ₁₂₀	K ₁₆₀

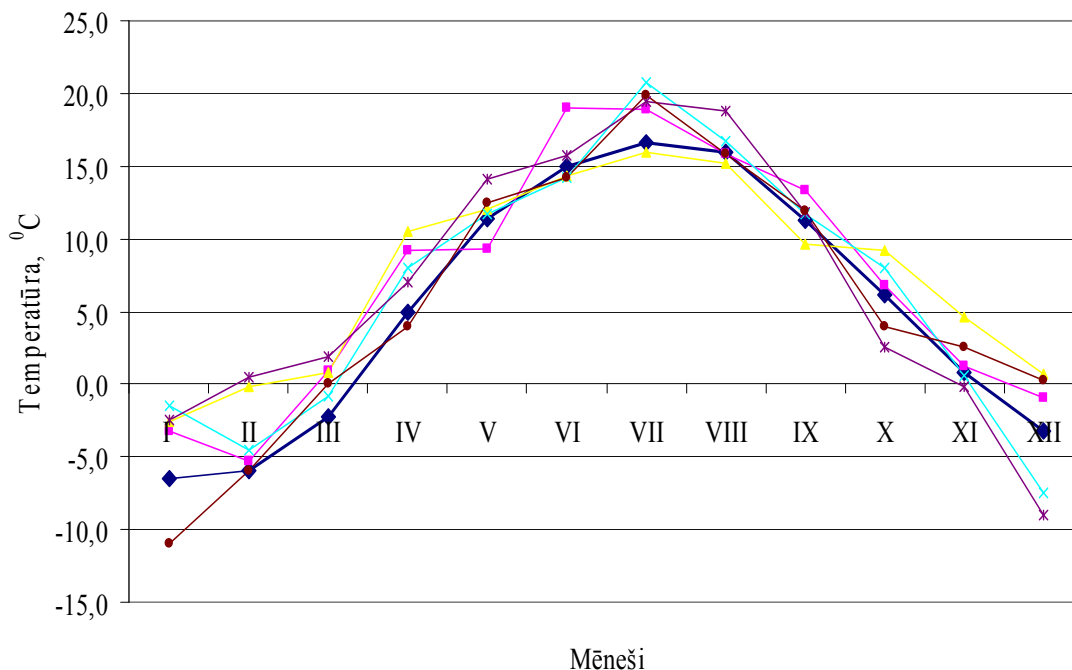
Turpmāk, izmēģinājumu shēmās, kā arī datu apstrādes gaitā trīs ciparu koda pirmais cipars apzīmēs lietotā slāpekļa(N), otrais – fosfora P₂O₅, bet trešais – kālija K₂O

minerālmēsļu lietošanas līmeni. Izmēģinājumu varianti (2.2. tab.) veido dažādu līmeņu kombinācijas.

Izmēģinājumu lauciņu izvietojums pa gadiem nedaudz atšķīrās, tas parādīts 5. – 7. pielikumā.

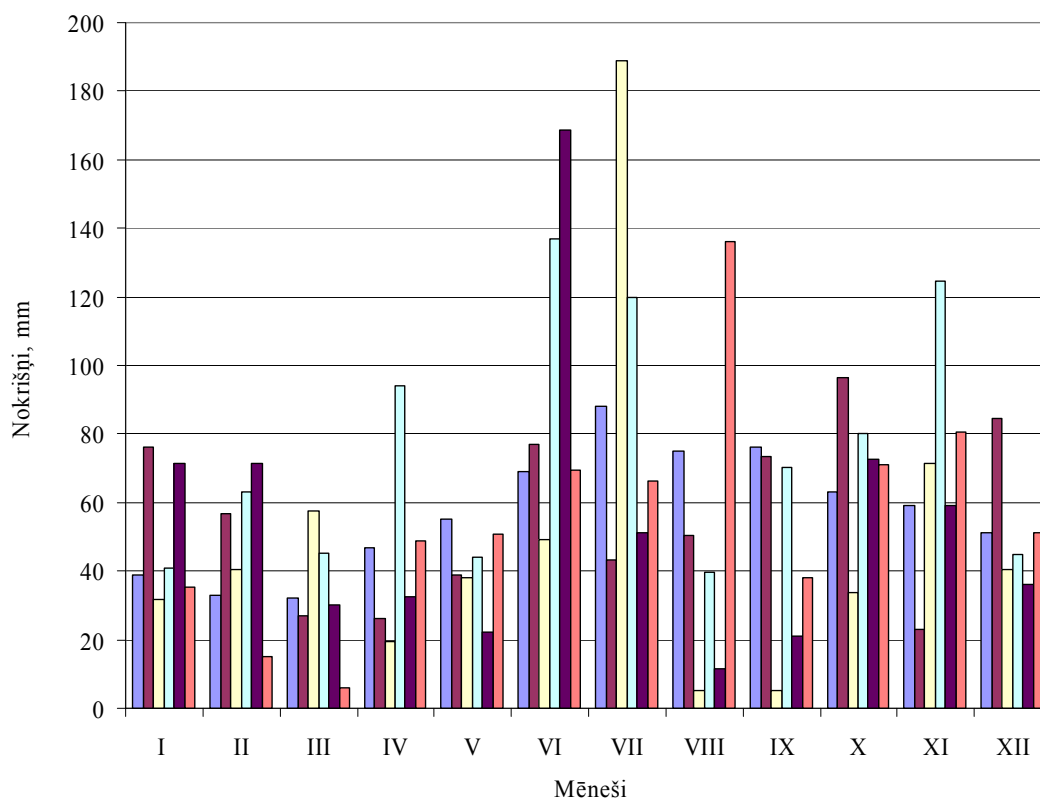
2.3. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Meteoroloģisko apstākļu raksturojumam izmēģinājuma veikšanas gados tika izmantoti Skrīveru meteoroloģiskās stacijas dati. Tā atrodas aptuveni 2 – 4 km no izmēģinājumu laukiem. Vidējās gaisa temperatūras un nokrišņu daudzums izmēģinājumu gados ir parādīti attiecīgi 2.1. un 2.2. attēlos un 8. un 9. pielikumā. Šie rādītāji ir salīdzināti ar ilggadīgiem vidējiem, kas arī tika iegūti no Skrīveru meteoroloģiskās stacijas.



2.1. att. Gaisa temperatūras izmaiņas 1999. - 2003. gados, °C

—♦— vidējie ilggadīgie —■— 1999 —▲— 2000 —×— 2001 —*— 2002 —●— 2003



2.2. att. Nokrišņu daudzums 1999. - 2003. gados un vidēji ilggadīgie novērojumi, mm.

■ vidējie ilggadīgie ■ 1999 ■ 2000 ■ 2001 ■ 2002 ■ 2003

Galvenie izmantotie rādītāji, kas raksturoja laika apstākļus, bija gaisa vidējā, kā arī maksimālā un minimālā temperatūra pa dekādēm un nokrišņu daudzums pa dekādēm (8., 9. pielikums, kā arī hidrotermiskais koeficients (HTK)).

Agrometeoroloģijā teritorijas mitruma apstākļu vērtēšanai iesaka rādītāju hidrotermisko koeficientu (Čirkovs, 1978), jo tas rāda noteikta perioda (piemēram, veģetācijas perioda) nokrišņu daudzuma un iztvaikojamības attiecību. Hidrotermisko koeficientu (HTK) aprēķināja pēc formulas:

$$HTK = \frac{\sum N}{\sum t_{>10^{\circ}} C} \times 10; \quad (1)$$

kur, $\sum N$ – nokrišņu summa attiecīgajā periodā, mm;

$\sum t_{>10}$ – aktīvo temperatūru summa virs 10 °C tajā pašā periodā.

Ja:

- HTK no 1.0 līdz 2.0 – mitrums ir pietiekams;
- HTK > 2.0 – pārlieku mitrs;
- HTK < 1.0 – nepietiekams mitrinājums;
- HTK no 1.0 līdz 0.7 – sauss;
- HTK no 0.7 līdz 0.4 – ļoti sauss.

Stiebrzālēm laika posmā no cerošanas līdz vārpošanai–ziedēšanai ir kritiskais periods, jo tad tām mitrums visvairāk vajadzīgs. Arī mēslojuma izmantošana ir atkarīga no augsnes mitruma. Ja šajā periodā trūkst mitruma, tad mēslojums neizšķīst un augi to nevar izmantot, rezultātā samazinās ražība (Чирков, 1986; Вейсберг, 1980).

Aprēķinot HTK Skrīveros, 1999. gada veģetācijas periodā tas bija 1.63, 2000. – 2.17, 2001. – 2.53, 2002. – 1.57 un 2003. – 2.15 (2.4. tabula). Tas nozīmē, ka nepieciešamais mitruma daudzums ganību aireses audzēšanai 1999. un 2002. gadā bija nodrošināts, bet 2000. – 2001. un 2003. gados pārlietu mitrs. Taču kopumā tas zālaugu augšanu negatīvi neietekmēja, jo zālaugi ir lieli mitruma patērētāji. Bagātīgi nokrišņi nav vēlami zālāju sēklu nogatavošanās – novākšanas laikā.

2.4. tabula

Hidrotermiskā koeficienta vērtības izmēģinājuma gados

Periods	Ilggad. vid.	1999	2000	2001	2002	2003
Aprīlis	3.19	1.21	1.14	7.40	3.22	4.88
Maijs	1.61	2.72	1.43	1.71	0.52	1.36
Jūnijs	1.54	1.35	1.15	3.21	3.58	1.63
Jūlijs	1.77	0.77	3.94	1.93	0.88	1.12
Augusts	1.57	1.06	2.32	0.79	0.21	2.86
Septembris	3.11	1.83	0.43	2.61	0.76	1.06
Oktobris	–	8.45	3.02	7.29	7.25	7.09
Veģetācijas periodā	2.19	1.63	2.17	2.53	1.57	2.15

Kopumā **1999. gada** veģetācijas perioda sākumā vidējā diennakts gaisa temperatūra bija zemāka nekā ilggadīgos novērumos. Veģetācijas perioda gaitā vidējā gaisa temperatūra bija par 1.7 °C augstāka nekā parasti (8. pielikums). Īpaši silts laiks bija jūnijā un jūlijā, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra svārstījās ap 19 °C. Nokrišņu bija mazāk un līdz ar to vasara bija sausāka nekā parasti. Piecos augu veģetācijas mēnešos nokrišņu bija par 100 mm mazāk nekā ilggadīgos novērojumos (9. pielikums).

Jūlija mēnesī nokrišņu summa bija gandrīz divas reizes mazāka par normu un gaisa temperatūra augstāka (9. pielikums). Mitruma trūkums vasarā samazināja zāles augšanu 1999. gadā.

2000. gadā zālaugu veģetācija atjaunojās par vienu nedēļu agrāk, salīdzinājumā ar vidējiem ilggadīgiem rādītājiem. Maijā un jūnijā bija salnas, arī nokrišņu daudzums bija nepietiekams – 26 – 28 mm un nelabvēlīgi ietekmēja ganību aireses augšanu. Mitruma krājumi, salīdzinājumā ar optimālajiem, bija pazemināti augsnes 0 – 20 cm slānī un pat pusmetru dziļumā. Mitruma trūkums ierobežoja ganību aireses zāles augšanu vasaras sākumā.

Jūlijā bija pārsvarā vēss, apmācies laiks ar ļoti stiprām pērkona lietussgāzēm, ko pavadīja brāzmais vējš. Skrīveros jūlijā nokrišņu daudzums bija 189 mm, jeb 2.5 – 3 mēneša normas. Lietussgāžu rezultātā ganību airene saveldrējās 10 – 30% apmērā no lauka platības. Biežā lietus un augstā gaisa un augsnes mitruma dēļ apstākļi sēklu nobriešanai jūlijā beigās – augusta sākumā bija ļoti nelabvēlīgi.

Augusts – ganību aireses sēklu ražas novākšanas laiks – iezīmējās ar ļoti nepastāvīgu laiku. Lija visā Latvijā, visvairāk nolija Skrīveru apkaimē – 106 mm apmērā. Tas radīja ļoti nelabvēlīgus apstākļus ganību aireses sēklu novākšanai.

Septembris iezīmējās ar samērā nelielu nokrišņu daudzumu. Temperatūra vairāk nekā par 1 °C bija zem normas. Pirmās dekādes otrajā pusē uzlabojās laika apstākļi. Sākot ar otro dekādi laiks palika stipri vēsāks – 3 – 3.5 °C zem klimatiskās normas. Septembra pēdējā dekādē pieturējās vēss laiks ar intensīvām salnām. Vēsā laika dēļ praktiski apstājās veģetācija.

Oktobris iezīmējās ar ļoti siltu laiku. Vidējā mēneša temperatūra bija tikai par dažām grāda desmitdaļām zemāka nekā septembrī. Oktobra pirmā dekāde bija ļoti silta, gaisa temperatūrai sasniedzot 11 °C (8. pielikums). Siltums stimulēja ganību aireses augšanu un tas nebija labi, jo zelmenis pārauga un ziemošanas apstākļiem bija par lielu. Tas bija jāaplauj, lai ziemā zem sniega segas neiznīktu. Vāja veģetācija vēl bija vērojama arī oktobra beigās.

2000. – 2001. gada ziemā nokrišņu daudzums bija atšķirīgs, nokrišņu bija mazāk, bet vasarā veidojās sevišķi labi apstākļi zāles augšanai, tomēr mitruma pārbagātība sagādāja lielas grūtības sēklu ražas novākšanā.

2001. gada aprīlis bija ar ļoti lielu nokrišņu daudzumu, silts pirmajā un otrajā dekādē. Mēneša beigās kļuva siltāks, aprīļa pēdējā nedēļā diennakts vidējā gaisa temperatūra bija virs 10 °C. Kopumā aprīļa vidējā temperatūra bija 5 – 8 °C, kas ir par 1 – 4 °C augstāka par normu. Aprīļa pēdējā nedēļā zālaugi attīstījās ļoti strauji.

Maijs bija saulains, silts pirmajā dekādē, pārsvarā vēss, ar salnām otrajā un trešajā dekādē. Stipras pērkona lietusgāzes bija 16. – 19. maijā. Nokrišņu daudzums maijā bija ļoti nevienmērīgs.

2001. gada veģetācijas periods bija bagāts ar nokrišņiem un siltumu, tas bija labvēlīgs stiebrzāļu augšanai un attīstībai. Lielākie nokrišņi bija jūnija III dekādē – 85 mm un jūlija II dekādē – 90 mm. Nokrišņu summa veģetācijas periodā bija lielāka nekā 2000. un 1999. gadā un lielais nokrišņu daudzums ar stiprām lietusgāzēm jūnijā sekmēja veldres veidošanos stiebrzāļu sējumos.

Pēc Skrīveru meteostacijas datiem, pēdējo gadu ziemas (2000., 2001.) ir bijušas siltākas nekā parasti. **2002. gada** pavasaris bija neparasti agrs un silts, tomēr zāles augšanu negatīvi ietekmēja salnas maija mēnesī, piemēram, III dekādē bija salnas līdz – 3.1 °C. Jaunie dzinumi un lapas dažviet pat apsala. Turpretī jūlijā un augusta mēnesī bija karsts, gaisa temperatūra pārsniedza +30 °C un nokrišņu bija maz, izņemot augusta I dekādi, bet augusta II un III dekādē no mitruma deficīta iestājās augu vīšana.

2002. gada nokrišņu daudzums veģetācijas periodā bija mazs un tie nevienmērīgi sadalījās pa dekādēm un mēnešiem. Salīdzinot ar ilggadīgiem vidējiem datiem nokrišņu bija mazāk. Veģetācijas periodā pavisam noliya 306 mm. Vislielākais nokrišņu daudzums bija jūnija mēnesī – 168 mm vai 54.8% no nokrišņu daudzuma veģetācijas periodā. Jūnija II un III dekādi var uzskatīt par lietainu.

Sausākais mēnesis veģetācijas perioda laikā bija augusts, kad noliya tikai 12 mm vai 3.8% no kopējā daudzuma veģetācijas periodā. Tāpēc augusta mēnesī augi cieta no mitruma nepietiekamības augsnē.

Nokrišņu daudzums veģetācijas laikā 2002. gadā salīdzinot ar vidējo ilggadīgo nokrišņu daudzumu tikai 58.9% vai 306 mm, kas ir vismazākais nokrišņu daudzums pēdējo 4 gadu laikā. Vislielākais nokrišņu daudzums pēdējos 4 gados bija 2001. gadā 501 mm, kas sastādīja 112.3% no vidēji ilggadīgiem nokrišņiem veģetācijas periodā.

Kopumā 2002. gads, sausāks un ar lielāku aktīvo temperatūras summu. Šādi laika apstākļi deva labas 1. zāles ražas, tomēr atāli atauga vāji.

2003. gadā aprīļa I dekāde bija auksta un bagāta ar nokrišņiem. Maksimālā aprīļa mēneša I dekādes temperatūra nepārsniedza ilggadīgos vidējos rādītājus, kas ir 4.9 °C. Maijs bija siltāks, pārsvarā saulains, bieži lija II dekādē. Trešā dekāde raksturojās ar sausu un siltu laiku. Jūnija pirmajā dekādē bija silts un sauss laiks. Nedaudz vēsāka, bet ar nokrišņiem bagāta bija jūnija otrā dekāde, kad nokrišņi sastādīja 42.1 mm jeb 183% no dekādes normas. Jūlija I dekādē bija silts laiks, dekādes pirmajā pusē lija katru dienu (45.7 mm jeb 163% no dekādes normas) un kopējā nokrišņu summa bija 66.4 mm jeb 75% no jūlija – dekādes normas. Karstākajās dienās maksimālā gaisa temperatūra paaugstinājās līdz 31.1 °C.

Augusta I dekādē bija karsts un sauss laiks, labvēlīgs stiebrzāļu sēklu ražas novākšanai (kulšanai). Rudens bija silts un tikai septembra I dekādē bija lietais laiks.

Kopumā 2003. gada veģetācijas periods bija apmierinošs ganību aireses augšanai un attīstībai, kā arī ļoti labs sēklu novākšanai.

2.4. Ražas uzskaitē un analīžu metodes

Ganību aireses sēklu raža novākta ar kombainu Sampo 130, sēklu pilngatavības sākumā, nosakot gan sēklu, gan arī salmu ražas. Ražas dati izteikti pie 100% sēklu tīrības un 15% standartmitrums. Arī salmu raža ir izteikta pie 15% standartmitrums.

Augsnes paraugu analīzes tika veiktas LLU Augsnes un augu zinātņu institūta laboratorijā. Augsnes granulometriskais sastāvs noteikts izmantojot pipetēšanas metodi (ISO/DIS 11277). Humusa saturs noteikts atbilstoši Tjurina metodei (LV ST ZM 80–91). Augsnes reakcija noteikta potenciometriski (ISO 10390). Augiem izmantojamā fosfora un kālija saturs noteikts izmantojot Egnera–Rīma (DL) metodi (LV ST ZM 82–97).

Augu paraugu ķīmiskās analīzes tika veiktas ZZI Analītiskajā laboratorijā, izmantojot Latvijas Valsts noteiktās standartmetodes: sausu noteica paraugu žāvējot 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai (ISO 6496), kopējo slāpekli pēc Kjeldāla metodes (ISO 5983), taukus pēc Soksleta metodes (ГОСТ 1349.15–85), kokšķiedru pēc Hennenberga–Štomaņa metodes (ГОСТ 13496.2–84), koppelņus – paraugu sadedzinot mufelkrāsnī 550 °C temperatūrā (ISO 5984). Fosfora, kālija un kalcija noteikšanai tika gatavots pelnu izvilkums. Fosforu noteica kolorimetriski (ISO 6491), kalciju – titrējot ar trilonu B (ISO 6490/1), bet kāliju – ar liesmas fotometru (LV ST ZM 82 – 97). Bezslāpekļa ekstraktvielas tika aprēķinātas kā starpība starp kopējo parauga masu un mitruma, koppelņu, kopproteīna, koptauku un kopējās kokšķiedras saturu augos. Sausnas sagremojamību – pēc aprēķinu metodes (ГОСТ 24230–80).

Sēklu kvalitātes raksturošanai noteica 1000 sēklu masu izmantojot Latvijas Valsts noteiktās standartmetodes (ISO 520).

Ganību aireses zelmeņa, trijos, 1. izmantošanas gada izmēģinājumos no 1. plāvuma tika uzskaitīta zāles zaļās masas raža. No katra mēslējuma varianta 2 atkārtojumos zelmeni nopļaujot ziedēšanas sākumā tika noņemti 1 kg lieli zaļmasas paraugi, kurus nosvēra ar precizitāti ± 0.01 kg. Paraugus izmantoja sausnas noteikšanai (žāvējot 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai). Zaļmasas paraugi tika noņemti no sēklu ražai paredzētajiem lauciņiem 0.2 m² platībā.

Izturību pret veldrēšanos noteica pirms ražas novākšanas vizuāli apsekojot katru izmēģinājumu lauciņu. Tā tika izteikta ballēs, pieņemot, ka 9 balles ir tad, kad veldres sējumā praktiski nav, bet 1 – sējums visā lauciņa platībā ir sagūlis.

Pirms sēklu ražas novākšanas no katra izmēģinājumu lauciņa 4 atkārtojumos ar rāmīti no 0.05 m² lielas platības tika noņemti 72 paraugkūļi ražas struktūras analīzei. Analizēja vārpas produktivitāti (vārpas garumu, vārpas masu, sēklu skaitu vārpiņā, vārpiņu skaitu vārpā u.c.), ko veica katram ievāktajam paraugam 2 atkārtojumos.

Ķīmiskās analīzes tika veiktas augu zaļmasai un salmiem. Pēc sēklu un salmu ķīmiskā sastāva tika aprēķinātas N, P₂O₅ un K₂O iznesas ar ražu, lai noskaidrotu ar minerālmēsliem lietoto augu barības vielu izmantošanos.

2.5. Fenoloģiskie novērojumi un paraugu vākšana

Veģetācijas periodā 2002. gada 1. zelmeņa izmantošanas gadā un 2003. gadā 2. zelmeņa izmantošanas gadā (2001. sējas gads) no ganību aīrenes zelmeņa tika ņemti zāles paraugi, katrā lauciņā nopļaujot ar sirpi 0.5 m² platības. No iegūtās masas tika paņemts 200 g liels paraugs 2 atkārtojumos. Paraugu izmantoja ganību aīrenes augu lapu laukuma indeksa (LLI) noteikšanai. To noteica ar disku metodi (Ничипорович и др., 1961). No augiem tika atdalītas svaigas, pilnībā attīstītas lapas un nosvērtas uz laboratorijas tehniskajiem svariem (precizitāte ±0.01 g). Pēc tam no lapiņām izgriezja 100 diskus ar diametru 4 mm, kurus svēra ar analītiskajiem svariem (precizitāte ±0.0001 g). Ņemot vērā aīrenes lapu disku masu un to laukumu, kā arī lapu kopējo masu, tika aprēķināts lapu virsmas laukums, kas tika izteikts kvadrātmetros uz 1 m² sējumu platības. Laiks, kad tika veikti šie mērījumi, ir parādīts 2.5. tabulā.

2.5. tabula

Ganību aīrenes paraugu noņemšanas laiks

Zelmeņa izmantošanas gads	Parauga noņemšanas laiks, datums						
2002 (1. izmant. gads)	13.05.	20.05.	27.05.	03.06.	10.06.	17.06.	–
2003 (2. izmant. gads)	26.05	02.06.	06.06.	16.06.	25.06.	02.07.	09.07.

Fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP) tika noteikta pēc Kidda, Vesta un Briggsa metodes un aprēķināta, izmantojot šādu formulu (Њи́чипорови́чс u.c., 1961):

$$F_{t.pr.} = \frac{S_2 - S_1}{(L_1 + L_2) \frac{1}{2} n}, \quad (2)$$

kur, S_1 – parauga sausais svars mēģinājuma sākumā;
 S_2 – parauga sausais svars mēģinājuma beigās;
 $S_2 - S_1$ – sausā svara pieaugums mēģinājuma laikā;
 L_1 – lapu laukums mēģinājuma sākumā;
 L_2 – lapu laukums mēģinājuma beigās;
 $(L_1 + L_2) \frac{1}{2}$ – vidējais lapu laukums mēģinājuma laikā;
 n – dienu skaits no mēģinājuma sākumā līdz beigām.

Datu matemātiskā apstrāde. Izmēģinājumos un novērojumos iegūtie dati statistiski analizēti, izmantojot dispersijas, korelācijas un daudzfaktoru regresijas analīzi. Sakarību noteikšanai starp mēslojuma devām un iegūtās ražas lieluma noteikšanai izmantots šāds daudzfaktoru regresijas vienādojums (Bērziņš, 2002; Liepa, 1974):

$$y = b_0 + b_1 N + b_2 P + b_3 K + b_4 N^2 + b_5 P^2 + b_6 K^2 + b_7 NP + b_8 NK + b_9 PK; \quad (3)$$

kur, y – sausas raža, kg ha⁻¹;
 b_0 – brīvais loceklis, kas raksturo ražu bez mēslojuma;
 b_{1-9} – locekļi, kas raksturo NPK iedarbību, kā arī mijiedarbību;
 N, P, K – N, P₂O₅ un K₂O mēslojuma ikgadējās devas kg ha⁻¹.

Mēslošanas agronomiskās efektivitātes aprēķins tika veikts ņemot vērā iegūto attiecīgā variantā ganību airesnes sausnas ražu no viena hektāra (11. pielikums) un barības elementa koncentrāciju sausnā.

Ekonomiskajiem aprēķiniem izmantotas minerālmēsļu cenas, kādas tās bija vidēji 2008. gadā pēc LTVC (Lauksaimniecības Tirgus Veicināšanas centrs) datiem⁵ pētījumos lietotajiem minerālmēsļu veidiem: 1 kg slāpekļa tīrvielas cena sastādīja 0.70 Ls, fosfora (P_2O_5) – 0.90 Ls, bet kālija (K_2O) – 0.54 Ls.

⁵ LTVC (Lauksaimniecības Tirgus Veicināšanas centrs): [tiešsaiste] [skatīts 27.03.2009]. Pieejams: <http://www.ltv.lv/citdatfails.php?id=356&k=fails1>.

3. IZMĒĢINĀJUMU REZULTĀTI UN DISKUSIJA

3.1. Ganību airesnes produktivitāte

3.1.1. Sēklu raža

Literatūrā norādīts, ka ganību airesnes sēklu ražas ieguve ir atkarīga no dabiskās vides apstākļiem, šķirnes fizioloģiskajām īpašībām (augšanas ātruma, šūnu novecošanās dinamika, sēklu nogatavošanās laika), kā arī no agronomiskajiem faktoriem, kas nosaka augu augšanu, attīstību un sēklu iznākumu (Szczepanek, Skinder, 2006).

Publikācijās par izmēģinājumu rezultātiem ganību airesnes sēklu lauku ražas lielumu un stabilitāti ir dažādi dati. Bieži ir ziņots, ka ganību airesne dod vislielāko sēklu ražu tikai pirmajā izmantošanas gadā (Krizeviciene, Zemaitis, 1999; Martiniak, Domanski, 1983; Martiniak, Zylka, 1997). Saskaņā ar Martiniaka un Domanski (1983) pētījumiem sēklu iznākums ganību airesnes otrajā izmantošanas gadā sastāda $\frac{1}{3}$ daļu no pirmā izmantošanas gada sēklu ražas.

Izmēģinājumos apstiprinājās literatūrā izteiktās atziņas par ganību airesnes sēklu ražības starpību 1. un 2. izmantošanas gadā. Vidēji 3 izmēģinājumu gados variantu vidējā sēklu raža 1. izmantošanas gada zelmeņos sasniedza 591 kg ha^{-1} , bet 2. izmantošanas gada zelmeņos – 384 kg ha^{-1} , t.i. 65%, jeb bija par 35% mazāka. Izmēģinājumos iegūtie dati ir labāki, kā norādīti Martiniaka un Domanski (1983) pētījumos, jo 2. izmantošanas gadā sēklu raža ir gandrīz $\frac{2}{3}$ no 1. izmantošanas gada sēklu ražas. Vidēji vislielākā ganību airesnes ‘Spīdola’ 1. izmantošanas gada sēklu raža tika iegūta 2002. gadā – 645 kg ha^{-1} , vismazākā – 485 kg ha^{-1} – 2000. gadā (3.1. tabula).

3.1. tabula

Ganību airesnes sēklu ražas atkarībā no mēslojuma, kg ha^{-1}

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$	284	225	423	311	136	107	124	122
$\text{N}_0\text{P}_{60}\text{K}_{80}$	344	363	430	379	163	106	176	148
$\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$	484	560	564	536	182	177	320	226
$\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{120}$	480	567	607	551	166	189	306	220
$\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{40}$	491	568	553	538	168	211	333	237
$\text{N}_{30}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	516	583	616	572	188	255	376	273
$\text{N}_{60}\text{P}_0\text{K}_{80}$	494	661	641	598	216	344	517	359
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_0$	472	602	633	569	229	349	563	380
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$	525	659	667	617	280	397	556	411
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{160}$	532	695	748	658	234	409	631	425
$\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{80}$	476	686	621	594	213	421	593	409
$\text{N}_{90}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$	507	752	616	625	331	398	782	504
$\text{N}_{90}\text{P}_{30}\text{K}_{120}$	517	727	684	642	365	417	786	523
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{40}$	557	821	761	713	350	432	774	519
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$	523	783	772	693	337	527	818	561
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$	474	861	764	700	430	507	842	593
$\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{160}$	537	806	839	727	390	534	927	617
Vidēji	485	643	645	591	259	412	554	384
$\text{RS}_{0.05}$	74.5	72.5	110.0	52.8	52.6	50.0	102.4	40.8

Analizējot sēklu ražas pieaugumus atkarībā no lietotā mēslojuma, var konstatēt, ka ar 95% ticamību sēklu ražas pieaugumus ir nodrošinājušas visas slāpekļa mēslojuma normas. Būtiskus ražas pieaugumus devušas visas N normas, pie kam ne tikai salīdzinot pret kontroles variantu N_0 , bet arī katra nākošā lielākā slāpekļa mēslojuma norma salīdzinot ar iepriekšējo (3.2. tabula).

Pirmajā izmantošanas gadā dodot N mēslojumu pieaugošās normās – $N_{30} - 60 - 90 - 120$ salīdzinājumā ar kontroles variantu (N_0) iegūti sēklu ražas pieaugumi attiecīgi par 59.4 – 76.2 – 93.9 – 107.0%.

Tomēr slāpekļa mēslojuma efektivitāte sēklu ražas kāpināšanā līdz ar mēslojuma normu palielināšanu ievērojami samazinājās. To liecina aprēķini par sēklu ražas pieaugumiem uz 1 kg iedotā N mēslojuma. Tā, dodot N_{30} uz 1 kg N mēslojuma iegūti 5.9 kg sēklu, dodot N_{60} , N_{90} un N_{120} sēklu pieaugumi uz 1 kg N iegūti attiecīgi 4.6, 3.6 un 3.1 kg. Ja izvērējam sēklu ražas pieaugumus no katras nākošās N mēslojuma normas salīdzinājumā ar iepriekšējo, tad redzam, ka palielinot N normas no 30 uz 60 kg ha^{-1} uz 1 kg N iegūti tikai 1.9 kg sēklu, bet palielinot no 60 uz 90 un no 90 uz 120 uz katru N mēslu kilogramu iegūti tikai attiecīgi 2.0 un 1.5 kg sēklu.

Otrajā izmantošanas gadā N mēslojuma ietekme uz sēklu ražu bija ievērojami lielāka, – N mēslojuma normu 30 – 60 – 90 un 120 ietekmē sēklu raža salīdzinājumā ar kontroli (N_0) pieauga attiecīgi par 91.2 – 216.8 – 320.8 – 384.0%.

Šie dati liecina par ievērojami lielāko N mēslojuma ietekmi un nozīmi sēklu lauku 2. izmantošanas gadā.

Līdzīga likumsakarība kā slāpeklim konstatēti arī kālija mēslojumam, – ar katru nākamo kālija mēslojuma normu ir palielinājies sēklu ražas pieaugums. Tomēr statistiski būtisks pieaugums pret kontroles variantu K_0 konstatēts tikai abu lielāko kālija mēslojuma normu lietošanas variantos 120 un 160 kg ha^{-1} (attiecīgi iegūti 0.4 un 0.6 kg sēklu uz 1 kg dotā kālija), pie kam starp abiem variantiem konstatētas būtiskas atšķirības iegūtās sēklu ražas lielumā (3.2. tabula).

Fosfora mēslojumam uz ganību aireses sēklu ražu izteiktas ietekmes likumsakarības nav konstatētas. Vislielākā sēklu raža iegūta variantā ar fosfora mēslojuma normu 90 kg ha^{-1} , tomēr pieaugums nav būtisks ar 95% ticamību. Atzīmējams, ka gan mazākā (30 kg ha^{-1}), gan arī vislielākā (120 kg ha^{-1}) fosfora mēslojuma deva izsaukusi nelielu sēklu ražas samazinājumu.

Izvērtējot slāpekļa mēslojuma efektivitāti ganības aireses sēklu lauku 2. izmantošanas gadā iegūti šādi rādītāji: uz katru iedotā N mēslojuma kg N_{30} norma nodrošinājusi 3.8 kg sēklu ražas pieaugumu, dodot $N_{60} - N_{90} - N_{120}$ attiecīgi iegūti 4.5, 4.5 un 4.0 kg sēklu.

Palielinot N normas no 30 līdz 60, ar katru iedotā N kg iegūti 1.9 kg sēklu, no 60 līdz 90 un no 90 līdz 120 – attiecīgie sēklu ražas pieaugumi bijuši 2.0 un 1.5 kg. Tātad, šie dati apliecina, ka ganību aireses 'Spīdola' sēklu lauki 2. izmantošanas gadā lielākus sēklu ražas pieaugumus nodrošina palielinātas slāpekļa mēslojuma normas – t.i. N_{60-90} kg ha^{-1} .

**Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi 1. izmantošanas gadā atkarībā no
mēslojuma (vidēji 2000 – 2002)**

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Sēklu raža, kg ha ⁻¹	Sēklu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P₂O₅ vidēji 60 kg ha⁻¹; K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	345	–	–	–	–
30	549	205*	32.2	204.53*	32.2
60	607	263*	30.4	58.30*	24.0
90	668	324*	32.2	60.80*	24.0
120	714	369*	37.2	45.30*	32.2
P₂O₅	N vidēji 60 kg ha⁻¹, K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	598	–	–	–	–
30	589	-10	41.6	-9.82	41.6
60	615	17	40.2	26.83*	24.0
90	629	30	41.6	13.38	24.0
120	594	-4	52.6	-34.48	41.6
K₂O	N vidēji 60 kg ha⁻¹, P₂O₅ – 60 kg ha⁻¹				
0	569	–	–	–	–
40	603	34	41.6	34.01	41.6
80	607	38	40.2	3.93	24.0
120	615	46*	41.6	7.76	24.0
160	658	90*	52.6	43.90*	41.6

* – ražas pieaugums ir būtisks ar 95% ticamību

Arī 2. izmantošanas gadā vidēji vislielākā (554 kg ha⁻¹) ganību aireses sēklu raža tika iegūta 2003. gadā, bet vismazākā (259 kg ha⁻¹) – 2001. gadā (3.1. tabula). Līdzīgi kā 1. izmantošanas gadā, arī 2. izmantošanas gadā visos slāpekļa mēslojuma variantos iegūti būtiski sēklu ražas pieaugumi (3.3. tabula). Attiecībā par PK mēslojumu, – arī katra nākamā kālija un fosfora mēslojuma norma (izņemot kālija normu 40 kg ha⁻¹) ir devusi sēklu ražas pieaugumu pret kontroles variantu N₀ kg ha⁻¹, kaut gan statistiski būtisks tas ir tikai lielākās kālija mēslojuma normas (K₁₆₀ kg ha⁻¹) variantā. Būtisks sēklu ražas pieaugums iegūts arī trijos fosfora mēslojuma normu variantos – P 60, 90 un 120 kg ha⁻¹ (3.3. tabula). Gan fosfora, gan kālija norma P 60 kg ha⁻¹ un K 90 kg ha⁻¹ 2. izmantošanas gadā izsaukušas būtisku sēklu ražas pieaugumu salīdzinājumā ar mazāko lietoto attiecīgā mēslojuma normu.

Iegūtie pētījumu rezultāti par mēslojuma ietekmi uz ganību airesi sēklu lauku ražību 1. un 2. izmantošanas gada zelmeņos, ļauj secināt, ka 1. izmantošanas gadā efektīvākās ir mazākās N normas – 30 un 60 kg ha⁻¹ – iegūti 6.8 un 4.4 sēklu uz 1 kg dotā N pret 3.6 un 3.1 kg dodot attiecīgi N₉₀ un N₁₂₀. Otrajā izmantošanas gadā efektīvākas ir lielākās N normas – 60 – 90 un 120 kg ha⁻¹ – iegūti 4.5 un 4.5 un 4.0 kg sēklu uz 1 kg dotā N pret 3.8 dodot N₃₀ (3.2. un 3.3. tabula).

**Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi 2. izmantošanas gadā atkarībā no
mēslojuma (vidēji 2001 – 2003)**

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Sēklu raža, kg ha ⁻¹	Sēklu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P₂O₅ vidēji 60 kg ha⁻¹; K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	125	–	–	–	–
30	239	114*	25.5	114*	25.52
60	397	271*	24.1	158*	19.02
90	526	401*	25.5	130*	19.02
120	605	480*	29.5	79*	25.52
P₂O₅	N vidēji 60 kg ha⁻¹; K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	359	–	–	–	–
30	368	9	32.9	9	32.9
60	407	48*	31.8	38*	19.0
90	397	38*	32.9	-9	19.0
120	409	50*	41.7	12	32.9
K₂O	N vidēji 60 kg ha⁻¹; P₂O₅ – 60 kg ha⁻¹				
0	380	–	–	–	–
40	371	-9	32.9	-9	32.9
80	397	17	31.8	26*	19.0
120	394	14	32.9	-3	19.0
160	425	44*	41.7	30	32.9

* – ražas pieaugums ir būtisks ar 95% ticamību

Analizējot sēklu ražas pieaugumus 1. un 2. izmantošanas gada zēlmeņos no fosfora mēslojuma konstatēts, ka 1. izmantošanas gadā efektīvākas ir bijušas normas P 60 un 90 kg ha⁻¹ – iegūti 0.28 un 0.34 kg sēklu uz 1 kg dotā P pret – 0.3 un – 0.03 kg dodot attiecīgi P₃₀ un P₁₂₀. Otrajā izmantošanas gadā salīdzinot ar 1. izmantošanas gadu: dodot P normas – 60, 90 un 120 kg ha⁻¹ iegūti 0.8, 0.4 un 0.4 kg sēklu uz 1 kg dotā P pret 0.3 kg P₃₀ variantā (3.2. un 3.3. tabula).

Savukārt, kālijam efektīvāka norma bijusi 1. izmantošanas gadā K₄₀ kg ha⁻¹, – iegūti 0.85 kg sēklu uz 1 dotā kālija kilogramu. Kālija normas K 80, 120 un 160 devušas attiecīgi 0.48, 0.38 un 0.56 kg sēklu ražas pieaugumu. Analizējot sēklu ražas pieaugumus kopā abos izmantošanas gados konstatēts, ka ekonomiski efektīvākā slāpekļa norma ir bijusi N₃₀ – iegūts 10.6 kg sēklu uz 1 kg dotā N, fosfora – P₆₀ – iegūts 1.1 kg sēklu un kālija – K₁₆₀ – iegūts 0.8 kg sēklu uz 1 kg dotā kālija (3.4. tabula).

Iegūtie rezultāti ļauj prognozēt, ka ekonomiski izdevīgākā NPK mēslojuma norma sēklu laukos ir N₃₀P₆₀K₁₆₀.

Ganību aireses sēklu ražas pieaugumi abos izmantošanas gados kopā atkarībā no slāpekļa, fosfora un kālija mēslojuma (vidēji 2000 – 2003)

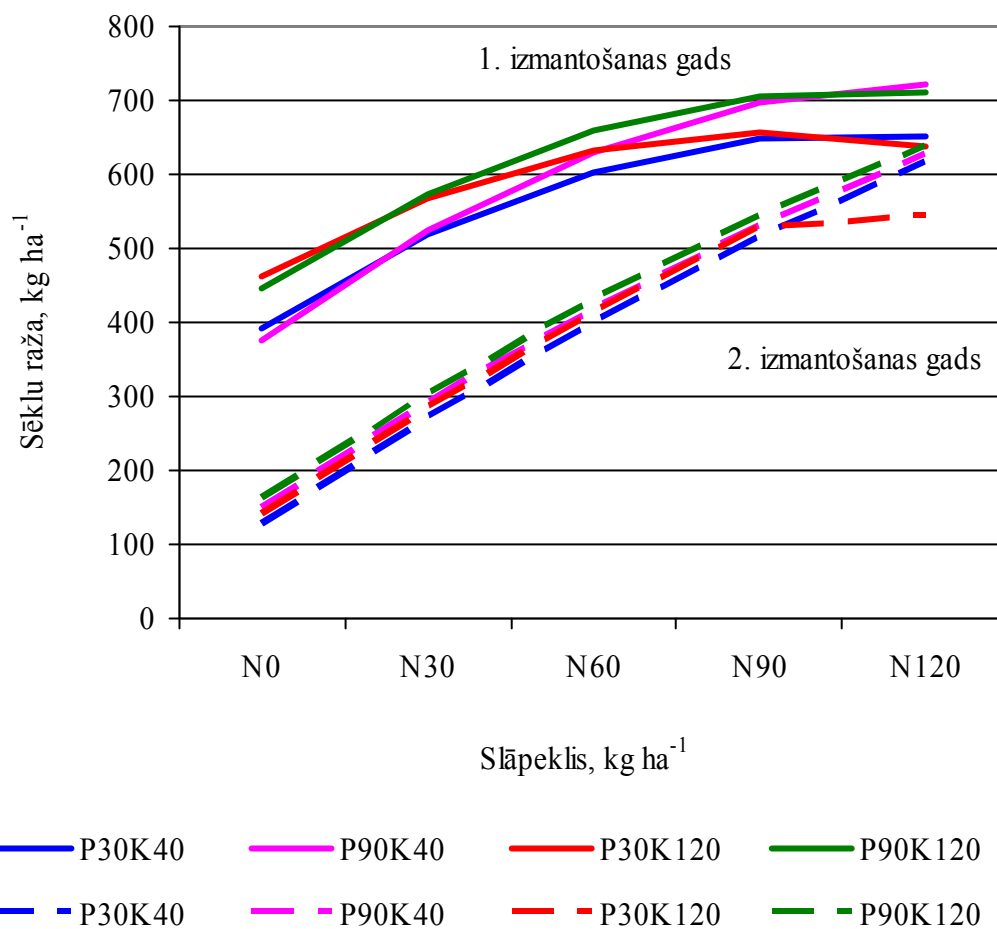
Mēslojums, kg ha ⁻¹	Sēklu raža, kg ha ⁻¹	Sēklu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P₂O₅ vidēji 60 kg ha⁻¹; K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	470	–	–	–	–
30	788	318*	49.1	318*	49.1
60	1004	534*	46.3	216*	36.6
90	1195	725*	49.1	191*	36.6
120	1319	849*	56.7	124*	49.1
P₂O₅	N vidēji 60 kg ha⁻¹, K₂O – 80 kg ha⁻¹				
0	957	–	–	–	–
30	957	0	63.4	0	63.4
60	1022	65*	61.3	65*	36.6
90	1026	69*	63.4	4	36.6
120	1003	46	80.2	-23	63.4
K₂O	N vidēji 60 kg ha⁻¹, P₂O₅ – 60 kg ha⁻¹				
0	949	–	–	–	–
40	974	25	63.4	25	63.4
80	1004	55	61.3	30	36.6
120	1009	60	63.4	4	36.6
160	1083	134*	80.2	74*	63.4

*– ražas pieaugums ir būtisks ar 95% ticamību

Rezumējot izmēģinājumu rezultātus par NPK mēslojuma ietekmi uz ganību aireses sēklu ražu var izdarīt šādus secinājumus:

Vislielākais efekts uz sēklu ražas palielināšanu ir slāpekļa mēslojumam, to pierāda regresijas vienādojumi (3.1. attēls). Tomēr tā iedarbīgums ir atkarīgs no zemeņa vecuma. Tā, sēklu lauku 1. izmantošanas gadā pakāpeniski palielinot N normas no N₃₀ līdz N₁₂₀ sēklu raža pieaugusi par 59.4 – 107.0%, bet vislielākie sēklu ražas pieaugumi uz katru dotā N kg iegūti ar slāpekļa mēslojuma normām līdz 60 kg ha⁻¹, turpretī 2. izmantošanas gadā – palielinot N normu no N₃₀ līdz N₁₂₀ sēklu raža pieaugusi par 91.2 – 384.0%, lielākie ražas pieaugumi iegūti ar N mēslu normām N₉₀₋₁₂₀ kg ha⁻¹.

Šādas likumsakarības var izskaidrot ar to, ka 1. izmantošanas gadā biežākais zelmenis lielāku N mēslošanas ietekmē vairāk cieš no pārlietu lielas veldres, tā zaudējot daļu sēklu ražas, turpretī 2. izmantošanas gadā lielākās slāpekļa mēslojuma normas veicina labāku zemeņa veidošanos, bet tas ir retāks un veldre šeit izteikta ievērojami mazāk. Teikto apliecina pētījumu rezultāti par ganību aireses zelmeņu veldrēšanos NPK mēslojuma ietekmē (12. pielikums).



3.1. att. Ganību aireses sēklu ražas 1. un 2. izmantošanas gadā,
(vidēji 2000 – 2003).

Regresijas vienādojums:

1. izmantošanas gads:

$$Y = 322.61 + 5.081 N + 0.484 P + 0.92 K - 0.023 N^2 - 0.007 P^2 + 0.012 NP - 0.009 NK$$

$$R^2 = 0.65$$

2. izmantošanas gads:

$$Y = 83.80 + 5.15 N + 0.39 P + 0.16 K - 0.008 N^2 - 0.0017 NP$$

$$R^2 = 0.76$$

3.1.2. Zelmeņa sausnas raža

Mūsu izmēģinājumos ganību aireses zāles ražas lielums un kvalitāte izvērtēta tikai 1. plāvuma ražai ziedēšanas sākumā. Šis novākšanas laiks dzīvnieku ēdināšanas speciālistu un lopbarības sagatavošanas tehnologu vērtējumā tiek uzskatīts par nedaudz

novēlotu, tādēļ mūsu izmēģinājumos ganību airesnes zāles ražība un ražas kvalitātes rādītāji kopumā ir zemāki, nekā tie uzrādīti vairāku pētnieku publikācijās.

Vidēji 1. plāvmā visaugstākā sausas raža tika ievākta 2001. gadā – 5.16 t ha⁻¹, vidēji trijos gados – 4.58 t ha⁻¹ (10. pielikums). Salīdzinot zāles ražas pa dažādiem mēslojuma foniem, pierādījās lielā slāpekļa mēslojuma nozīme ražas veidošanā – visos slāpekļa mēslojuma lietošanas variantos uzrādījās statistiski būtiski ganību airesnes zāles sausas ražas pieaugumi gan katrā izmēģinājumu gadā atsevišķi, gan arī vidēji pa trijiem gadiem kopā (3.5. tabula).

3.5. tabula

**Ganību airesnes zāles sausas raža atkarībā no NPK mēslojuma
1. izmantošanas gadā, t ha⁻¹**

Rādītāji	Kom- bināciju skaits	Izmēģinājuma gadi			Vidēji
		2000	2001	2002	
N ₀	2	2.72	2.60	1.63	2.32
N ₃₀	4	4.51 [*]	4.51 [*]	2.63 [*]	3.88 [*]
N ₆₀	5	5.20 ^{*+}	5.52 ^{*+}	3.15 [*]	4.62 ^{*+}
N ₉₀	4	6.03 ^{*+}	5.93 [*]	4.64 ^{*+}	5.53 ^{*+}
N ₁₂₀	2	5.93 [*]	6.26 [*]	5.93 ^{*+}	6.04 ^{*+}
P ₀₋₃₀	5	5.09	5.03	3.59	4.57
P ₉₀₋₁₂₀	5	5.39	5.38	3.43	4.73
K ₀₋₄₀	5	5.17	5.03	3.23	4.48
K ₁₂₀₋₁₆₀	5	5.38	5.64 [*]	3.80	4.94 [*]
RS _{0.05}	2 un 2	0.60	0.74	1.08	0.55
RS _{0.05}	2 un 4	0.52	0.64	0.94	0.48
RS _{0.05}	2 un 5	0.50	0.62	0.91	0.46
RS _{0.05}	4 un 5	0.40	0.50	0.73	0.37
RS _{0.05}	5 un 5	0.38	0.47	0.69	0.35

* – būtiskas atšķirības no vismazākās attiecīgā barības elementa mēslojuma normas ar 95% ticamību.

+/- – būtisks pieaugums vai samazinājums pret iepriekšējo N normu.

Vidēji 3 gados pirmajā zemeņa izmantošanas gadā statistiski būtisku 1. plāvmā zāles ražas pieaugumu nodrošinājusi arī katra nākamajā lietotā slāpekļa mēslojuma norma, salīdzinājumā ar iepriekšējo (N₆₀ pret N₃₀, N₉₀ pret N₆₀, N₁₂₀ pret N₉₀). Tomēr detaļa ražības datu analīze rāda, ka pakāpeniski palielinot slāpekļa mēslojuma normas no N₀ līdz N₁₂₀, slāpekļa mēslojuma efektivitāte pakāpeniski pazeminās. Tā, vidēji pa visiem PK fona variantiem un 3 izmēģinājumu gadiem N₃₀ normas ietekmē zāles sausas raža salīdzinājumā ar N₀ variantu pieaugusi par 1.56 t ha⁻¹ t.i. par 67% salīdzinot ar kontroles variantu, – uz 1 kg dotā N iegūstot 52.0 kg sausas. N₆₀ normas ietekmē zāles ražas pieaugums sastādīja 2.30 t ha⁻¹ sausas par 99% vairāk nekā kontrolē, bet uz 1 kg N iegūti 38.3 kg zāles sausas. N normas 90 un 120 attiecīgi nodrošināja zāles ražas pieaugumus par 3.21 un 3.72 t ha⁻¹ – par 138 un 160% vairāk nekā kontroles variantā, bet zāles ražas pieaugums uz 1 kg dotā N bija tikai 35.7 un 31.0 kg sausas. Relatīvi mazākā slāpekļa mēslojuma atdeve ar iegūto zāles ražu konstatēta N normai 120 kg ha⁻¹, palielinot N normu no 90 līdz 120 kg ha⁻¹ uz katru iedoto N kg papildus iegūti tikai 17.0 kg zāles sausas.

Kālija mēslojuma normu palielināšana arī atstājusi būtisku pozitīvu efektu uz zāles sausnas ražas pieaugumu. 2001. gadā un vidēji pa trim izmēģinājumu gadiem (variantā K₁₂₀₋₁₆₀) zāles sausnas ražas pieaugums ir statistiski būtisks (3.5. tabula). Turpretim fosfora mēslojuma normas palielināšanas rezultātā iegūtais ražas pieaugums nav bijis statistiski būtisks, kaut gan skaitliskā izteiksmē tas uzrādījās, izņemot 2002. gadu.

Nosakot ganību airesnes zāles sausnas ražas izmaiņu ietekmes korelācijas rādītājus, iegūstam jau iepriekš pieminēto tendenci – zāles sausnas lielumam ir cieša pozitīva korelācija ar slāpekļa mēslojumu (3.6. tabula).

3.6. tabula

Korelācijas koeficienti starp zāles sausnas ražu un mēslojumu

Barības elements	Izmēģinājuma gadi			Vidēji
	2000	2001	2002	
Zāles sausnas ražas izmaiņas mēslojuma ietekmē				
N	0.90	0.87	0.92	0.95
P	0.47	0.42	0.24	0.39
K	0.41	0.50	0.40	0.46

$r_{0.05} = 0.482$

Izvērtējot iegūtos rezultātus par minerālmēslojumu ietekmi uz ganību airesnes 1. plāvuma sausnas ražu var secināt:

No NPK mēslojuma līdzekļiem vislielākā ietekme uz zāles sausnas ražas lielumu ir N mēslojumam – tā ietekmē zāles raža pieaug līdz ar mēslojuma normu palielināšanu. Tā, pakāpeniski palielinot N normu no 30 līdz 120 kg ha⁻¹ (30 – 60 – 90 – 120), zāles raža salīdzinājumā ar kontroles variantu (N₀) pieaugusi attiecīgi par 67, 99, 138 un 160%. Tomēr vislielākā N mēslojuma efektivitāte, rēķinot pēc 1. plāvuma zāles sausnas pieauguma uz 1 kg dotā N uzrādījās N₃₀ un N₆₀ variantos (attiecīgi 52.0 un 38.3 kg sausnas).

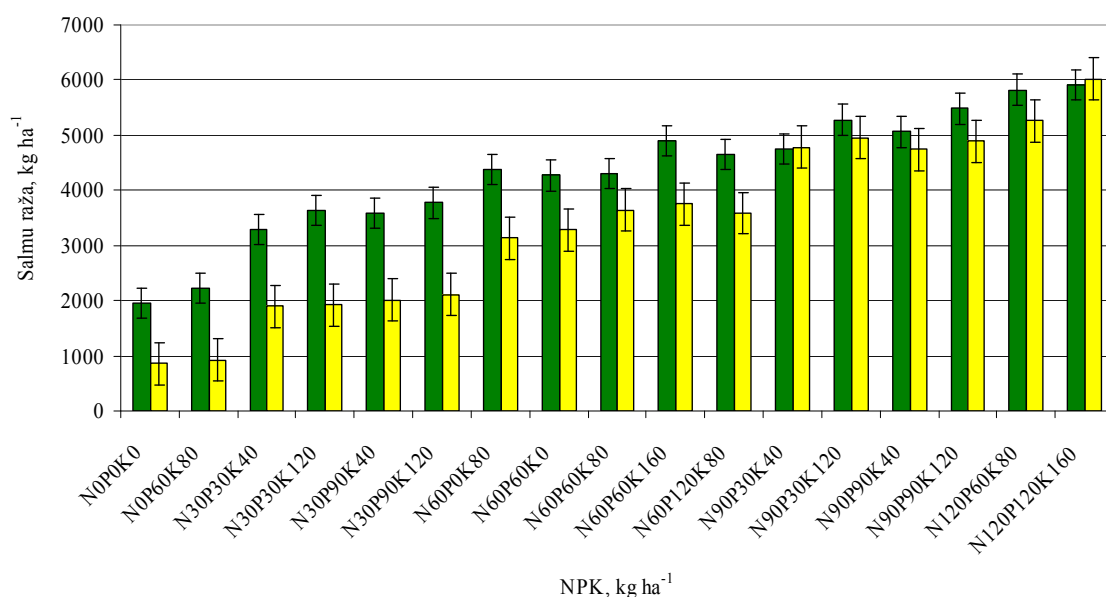
Dodot paaugstinātas N normas (N₉₀ un N₁₂₀), kopumā gan iegūts papildus 1. plāvuma zāles ražas pieaugums, tomēr ražas pieaugums uz 1 kg N samazinājās, sastādot attiecīgi 35.7 un 31.0 kg. Tātad, vērtējot no ekonomiskā viedokļa, der izvērtēt N mēslojuma normu lieluma izdevīgumu.

Fosfora mēslojums pozitīvi ietekmēja zāles sausnas ražību tikai līdz zināmai normai – P₂O₅ 30 kg ha⁻¹, turpmāka fosfora mēslojuma normas palielināšana tikai uzrādīja pozitīvu tendenci, bet zāles ražas pieaugumi nebija statistiski būtiski. Palielinātās P mēslojuma normas ietekmē (P₁₂₀) zāles sausnas raža nedaudz samazinājās.

Kālija mēslojuma pozitīvā ietekme uz zāles sausnas ražas pieaugumu bija lielāka nekā fosfora mēslojumam, – pat palielinātās K mēslojuma normas – 120 – 160 kg ha⁻¹ K₂O deva statistiski būtiskus ražas pieaugumus.

3.1.3. Salmu raža

Mūsu izmēģinājumos augstākās salmu ražas vidēji 3 gados tika iegūtas 1. izmantošanas gadā – no 1958 kg līdz 5918 kg ha⁻¹, 2. izmantošanas gadā – vidēji no 862 līdz 6013 kg ha⁻¹. Palielinot slāpekļa normas, palielinājās salmu raža (3.2. att., 11. pielikums).



3.2. att. Ganību airesnes salmu ražas atkarībā no mēslojuma, vidēji 3. izmantošanas gados, kg ha⁻¹ sausnas.

■ 1. izmantošanas gads ■ 2. izmantošanas gads

1. izmantošanas gads RS_{0.05} = 576.2; 2. izmantošanas gads RS_{0.05} = 365.8

Slāpekļa mēslojums ietekmēja ganību airesnes salmu ražas lielumu 1. izmantošanās gadā. To liecina aprēķini par salmu ražas pieaugumiem uz 1 kg iedotā N mēslojuma. Tā, dodot N₃₀ uz 1 kg N mēslojuma iegūti 49.2 kg salmu, dodot N₆₀, N₉₀ un N₁₂₀ salmu pieaugumi uz 1 kg N iegūti attiecīgi 40.1, 33.9 un 31.49 kg ha⁻¹ (3.7. tabula).

3.7. tabula

Ganību airesnes salmu ražas pieaugumi 1. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma (2000 – 2002)

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Salmu raža, kg ha ⁻¹	Salmu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P ₂ O ₅ vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	2091	–	–	–	–
30	3568	1477	351.7	1477	351.7
60	4497	2406	331.6	929	262.1
90	5144	3053	351.7	647	262.1
120	5870	3779	406.1	726	351.7
P ₂ O ₅	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	4377	–	–	–	–

3.7. tabulas nobeiguma

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Salmu ražā, kg ha ⁻¹	Salmu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
30	4237	-140	454.0	-140	454.0
60	4442	65	438.6	205	262.1
90	4475	97	454.0	32	262.1
120	4643	265	574.3	168	454.0
K ₂ O	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; P ₂ O ₅ – 60 kg ha ⁻¹				
0	4267	–	–	–	–
40	4170	-97	454.0	-97	454.0
80	4408	141	438.6	238	262.1
120	4542	275	454.0	134	262.1
160	4892	625	574.3	350	454.0

Publicētie pētījumi liecina, ka slāpekļa un fosfora mēslojums vairāk ietekmē sēklu ražu, turpretī kālija – vairāk palielina salmu ražu, bet sēklu ražu ietekmē mazāk (Lācis, 1942). Izmēģinājumos ar ganību aireni, ir apstiprinājusies šī tendence (3.9. tabula). Dodot fosforu P₃₀ uz 1 kg P₂O₅ iegūti – 4.7 kg salmi, dodot K₄₀ uz 1 kg K₂O iegūti – 2.4 kg salmi.

2. izmantošanas gadā salmu ražas pieaugumi uz 1 kg iedotā N mēslojuma salīdzinot ar 1. izmantošanas gadu ir palielinājušies lielāko slāpekļa normu ietekmē – N 60, 90 un 120 kg. Tā, dodot N₃₀ uz 1 kg N mēslojuma iegūti 36.4 kg salmu, bet dodot N₆₀, N₉₀ un N₁₂₀ salmu pieaugumi uz 1 kg N iegūti attiecīgi 43.1, 43.9 un 39.5 kg ha⁻¹ (3.8. tabula).

3.8. tabula

Ganību aireses salmu ražas pieaugumi 2. izmantošanas gadā atkarībā no mēslojuma (2001 – 2003)

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Salmu ražā, kg ha ⁻¹	Salmu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P ₂ O ₅ vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	894	–	–	–	–
30	1985	1091	223.3	1091	223.3
60	3480	2586	210.5	1495	166.4
90	4841	3947	223.3	1362	166.4
120	5635	4741	257.8	794	223.3
P ₂ O ₅	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	3130	–	–	–	–
30	3387	258	288.2	258	288.2
60	3582	453	278.5	195	166.4
90	3439	310	288.2	-143	166.4
120	3586	457	364.6	147	288.2

3.8. tabulas nobeigums

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Salmu ražā, kg ha ⁻¹	Salmu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
K ₂ O	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; P ₂ O ₅ – 60 kg ha ⁻¹				
0	3284	–	–	–	–
40	3357	72	288.2	72	288.2
80	3502	218	278.5	146	166.4
120	3470	185	288.2	–33	166.4
160	3751	466	364.6	281	288.2

Arī fosfora mēslojums ir palielinājis salmu ražu. Dodot P₃₀ uz 1 kg P₂O₅ mēslojumā iegūti 8.6 kg salmu, dodot P₆₀ – 7.5 kg, bet dodot P₉₀ un P₁₂₀ uz 1 kg P₂O₅ attiecīgi iegūts 3.4 un 3.8 kg salmu.

Kālija ietekmē salmu raža 2. izmantošanas gadā visvairāk ir palielinājusies dodot vislielāko K normu, tā K₄₀ variantā uz 1 kg K₂O iegūti 1.8 kg salmu, dodot K₈₀ – 2.7 kg, bet dodot K₁₂₀ un K₁₆₀ attiecīgi iegūti 1.6 un 2.9 kg salmu uz 1 kg K₂O.

3.9. tabula

Ganību airesnes salmu ražas pieaugumi atkarībā no mēslojuma abos izmantošanas gados (vidēji, 2000 – 2003)

Mēslojums, kg ha ⁻¹	Salmu ražā kg ha ⁻¹	Salmu ražas pieaugumi, kg ha ⁻¹			
		salīdzinot ar kontroli	RS _{0.05}	salīdzinot ar iepriekšējo mēslojuma devu	RS _{0.05}
N	P ₂ O ₅ vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	2985	–	–	–	–
30	5553	2568	457.9	2568	457.9
60	7976	4991	431.8	2423	341.3
90	9985	7000	457.9	2009	341.3
120	11505	8520	528.8	1520	457.9
P ₂ O ₅	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; K ₂ O – 80 kg ha ⁻¹				
0	7507	–	–	–	–
30	7624	118	591.2	118	591.2
60	8024	518	571.2	400	341.3
90	7914	407	591.2	-111	341.3
120	8229	722	747.8	315	591.2
K ₂ O	N vidēji 60 kg ha ⁻¹ ; P ₂ O ₅ – 60 kg ha ⁻¹				
0	7551	–	–	–	–
40	7527	-24	591.2	-24	591.2
80	7910	359	571.2	383	341.3
120	8012	460	591.2	102	341.3
160	8642	1091	747.8	631	591.2

Izmēģinājumos, vidēji abos izmantošanas gados, mazākās slāpekļa normas ir bijušas efektīvākas salmu ražas palielināšanā. Tā dodot N₃₀ uz 1 kg N iegūti 85.6 kg

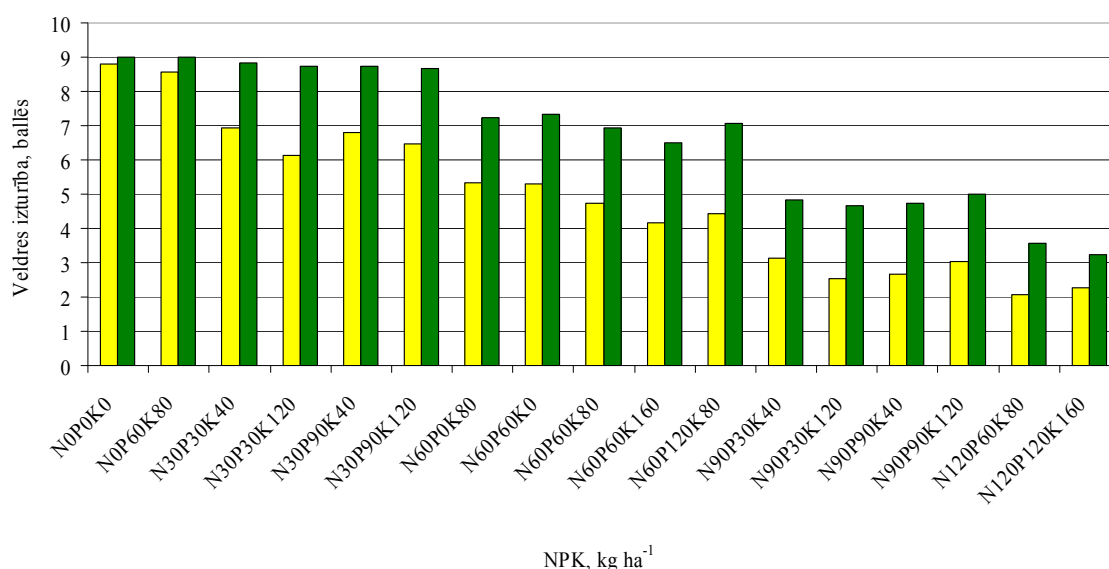
salmu, bet dodot vislielāko normu N_{120} – tikai 71.0 kg salmu (3.9. tabula). Tātad, palielinoties N normām, relatīvi samazinās mēslojuma efektivitāte salmu ražas ieguvē.

3.2. Ganību airesnes ražību noteicošie faktori un ražas struktūrelementi

3.2.1. Veldres izturība

Veldrēšanās ir plaši izplatīta parādība un problēma stiebrzāļu sējumos. Veldrēšanās ietekmē samazinās sēklu daudzums un ir traucēta sēklu ražas novākšana. Tomēr ganību airenei tā līdz zināmai pakāpei ir vēlama, jo tad var iegūt augstākas sēklu ražas. Sēklu iznākumu iespaido gan veldres veidošanās laiks, gan veldres pakāpe. Labas ražas ieguvei tā varētu būt 6 līdz 7 balles. Ja ganību airene ir saņēmusi pietiekami daudz slāpekļa mēslojuma maksimālas sēklu ražas veidošanai, tad veldrēšanās sākas ziedkopu veidošanas un pirmo vārpu parādīšanās laikā, bet krasi izteikta ir ziedēšanās laikā (Burbidge, 1977; Hebblethwaite *et al.*, 1980).

Izmēģinājumos slāpekļa mēslojuma devu palielināšanas rezultātā samazinājās ganību airesnes veldres izturība (3. 3. att., 12. pielikums).



3.3. att. Ganību airesnes veldres izturība atkarībā no mēslojuma, vidēji 3 gados, ballēs.

■ 1. izmantošanas gads ■ 2. izmantošanas gads

1. izmantošanas gads $RS_{0.05} = 0.917$; 2. izmantošanas gads $RS_{0.05} = 0.568$

Ja variantos bez slāpekļa mēslojuma veldre 1. izmantošanas gadā bija necīga, bet 2. izmantošanas gadā tās vispār nebija, tad variantos ar slāpekļa mēslojumu normām 30 un 60 kg ha⁻¹ jau varēja novērot veldrēšanās pazīmes, bet devai sasniedzot 90 kg ha⁻¹ un vairāk, bija jau spēcīga zelmeņa saveldrēšanās. Visizteiktāki tas tika konstatēti 1. izmantošanas gada sējumā 2000. gadā.

Kopumā lielāka veldre tika novērota 1. izmantošanas gada zelmeņos – vidējais veldres izturības vērtējums 4.90 pret 6.73 otrajā izmantošanas gadā. Tāpat atšķirības varēja novērot pa gadiem. 1. izmantošanas gada sējumam visvājākā veldres izturība bija 2001. gadā – vidēji tikai 3.87 balles, taču šajā gadā 2. izmantošanas gada sējumam bija vislabākā veldres izturība – vidēji 7.35 balles. Veldres izturību var skaidrot ar ganību

airenes zelmeņa biežību – 1. izmantošanas gadā tas ir biezs, labi sacerojis un līdz ar to veldres izturība ir zemāka, bet 2. izmantošanas gadā zelmenis ir jau izretojies, palicis skrajāks, tādēļ arī veldres izturība ir augstāka. Stipri saveldrētā sējumā lapas un stiebri noēno cits citu un fotosintēzes intensitāte samazinās gaismas un CO₂ trūkuma dēļ. 2001. gadā ierīkotajos izmēģinājumos vidējā veldres izturība pa izmēģinājuma variantiem bija līdzīga abos turpmākās izmantošanas gados – pirmajā, 2002. gadā – 5.74 balles un otrajā, 2003. gadā – 5.85 balles.

3.10. tabula

Ganību airenes veldres izturības un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti

Barības elements	Izmēģinājuma gadi			Vidēji
	2000	2001	2002	
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	-0.97	-0.83	-0.96	-0.98
P	-0.30	-0.35	-0.35	-0.35
K	-0.33	-0.42	-0.39	-0.40
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
N	-0.93	-0.95	-0.98	-0.97
P	-0.28	-0.31	-0.29	-0.30
K	-0.35	-0.26	-0.38	-0.34

Vidēji 6 gados: N -0.99; P -0.33; K 0.37; $r_{0.05} = 0.482$

Korelācijas analīzes rezultāti uzrāda ciešu negatīvu korelāciju starp veldres izturību un slāpekļa mēslojuma normas lielumu (3.10. tabula).

Visos gadījumos slāpekļa mēslojuma korelācija ar veldres izturību ir būtiska – pārsniedz kritisko vērtību $r_{0.05} = 0.482$. Turpretim ne fosfora, ne kālija mēslojuma devu izmaiņas neuzrāda būtisku korelāciju ar ganību airenes veldres izturību 95% ticamības līmenī. Kopā 6 gados (3 pirmā un 3 otrā izmantošanas gadi) N ietekme ir pat vēl lielāka – $r = -0.986$.

Tātad, – kā minēts iepriekšējā nodaļā, pētījumi, par veldrēšanās pakāpi dažāda vecuma zelmeņos apliecina, ka 1. izmantošanas gada sēklu laukos veldre izpaužas ievērojami stiprāk, kas zināmā mērā negatīvi ietekmē sēklu ražas ieguvu.

3.2.2. Sējuma biežība

Iepriekšējais skaidrojums par ganību airenes ‘Spīdola’ sējuma veldres izturību ir tiešā mērā saistāms ar sējuma biežību – rezultāti parāda, ka 2. izmantošanas gadā sējumu biežība bija vidēji par 305 stiebiem uz kvadrātmetru mazāka nekā 1. izmantošanas gadā (3.11. tabula). Pirmajā izmantošanas gadā, vidēji pa trim gadiem, stiebru skaits kontroles variantā bija no 1033 līdz 1364 variantā N₉₀ P₉₀ K₄₀, savukārt lielākais stiebru skaits otrajā izmantošanas gadā bija pie lielākās slāpekļa normas variantā N₁₂₀ P₆₀ K₈₀ – 1134 stiebi uz kvadrātmetra.

3.11. tabula

Ganību airesnes stiebru skaits atkarībā no mēslojuma, gab. m⁻²

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₀ P ₀ K ₀	910	827	1273	1003	559	578	482	540
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	997	991	1189	1059	528	568	400	499
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	1110	1132	1143	1128	669	837	775	760
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	1051	1210	1228	1163	534	919	839	764
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	1335	1201	1273	1269	728	996	813	846
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1291	1194	1180	1222	705	922	901	843
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	1157	1374	1270	1267	825	1040	951	939
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	1326	1360	1304	1330	844	1080	1197	1040
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	1172	1370	1352	1298	832	1024	1052	969
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	1112	1228	1324	1221	751	1231	1132	1038
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	1177	1123	1385	1228	749	1063	1070	961
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	1160	1169	1308	1212	1059	1028	1217	1101
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	1274	1350	1361	1328	1049	1108	1037	1065
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	1140	1414	1539	1364	949	1111	1164	1075
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1226	1240	1146	1204	1007	1142	1114	1088
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	1102	1422	1398	1307	1024	1081	1298	1134
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	1067	1400	1487	1318	1072	1118	1129	1106
Vidēji	1154	1243	1306	1235	818	993	979	930
RS _{0.05}	220.3	180.8	278.8	132.9	229.7	237.9	234.8	135.2

Korelāciju analīze parāda, ka slāpekļa mēslojumam ir bijusi cieša, kā arī statistiski būtiska ($r_{\text{fakt.}} > r_{0.05}$) pozitīva ietekme uz sējumu biežību it īpaši sējuma otrajā izmantošanas gadā, kā arī sējuma pirmajā izmantošanas gadā 2001. un 2002. izmēģinājumu gadā (3.12. tabula). Taču ne fosfora, ne kālija mēslojuma ietekmes būtiskums nepierādās 95% ticamības līmenī.

3.12. tabula

Ganību airesnes sējuma biežības un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti

Barības elements	2000	2001	2002	Vidēji
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	0.24	0.77	0.63	0.75
P	0.33	0.26	0.35	0.40
K	-0.01	0.30	0.06	0.18
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
N	0.94	0.79	0.88	0.93
P	0.26	0.39	0.34	0.35
K	0.20	0.42	0.22	0.29

Vidēji 6 gados: N 0.90; P 0.38, K 0.26; $r_{0.05} = 0.482$

Rezumējot pētījumu rezultātus par NPK mēslojuma ietekmi uz zelmeņa biežību var izdarīt šādus secinājumus.

Slāpekļa mēslojums būtiski ietekmē zelmeņa biežību, veicinot labāku augu cerošanu un jaunu dzinuma skaita palielināšanos platības vienībā. Sevišķi pozitīva nozīme tam ir sēklu lauku 2. izmantošanas gadā, kad zelmenis izretojas. Ar šiem pētījuma rezultātiem var pamatot iepriekš minētās likumsakarības par slāpekļa mēslojuma palielināto ietekmi uz sēklu ražas veidošanos vecākos, 2. izmantošanas gada zelmeņos.

3.2.3. 1000 sēklu masa

Literatūrā sastopamas norādes, ka 1000 sēklu masai ir liela nozīme sēklas vitalitātes paaugstināšanā. Dānijas zinātnieks A. Nordestgards (Nordestgaard, 1992), gan arī ASV pētnieks J. Rovarts un citi (Rowarth *et al.*, 1999) ziņo, ka 1000 sēklu masu var palielināt slāpekļa mēslojums. Taču P. Golinskis (Golinski, 2001) savos pētījumos nav konstatējis slāpekļa mēslojuma ietekmi uz ganību airesnes 1000 sēklu masu un dīgšanas enerģiju. Arī Lietuvā, balstoties uz dažādu stiebrzāļu sugu izmēģinājumu rezultātiem, nav atrastas būtiskas sakarības starp slāpekļa mēslojumu un 1000 sēklu masu (Басюлис, 1991).

Mūsu izmēģinājumos apstiprinājās P. Golinska un A. Basjuļa pētījumu rezultāti, ka slāpekļa mēslojums nav būtiski palielinājis 1000 sēklu masu. Tikai pa gadiem ir atšķirības. Tas norāda uz to, ka konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi ieņem svarīgu vietu starp ražu ietekmējošiem faktoriem. Atsevišķi pa gadiem visaugstākā 1000 sēklu masa zelmeņa 1. izmantošanas gadā bija 2001. gadā – no 3.04 gramu $N_0P_0K_0$ variantā līdz 3.35 gramu $N_{60}P_{60}K_{120}$ variantā, jo šajā gadā bija visaugstākais hidrotermiskais koeficients – 2.53, kas labvēlīgi ietekmēja 1000 sēklas masas pieaugumu.

Vidēji trijos izmēģinājumu gados 1. izmantošanas gadā augstākā 1000 sēklu masa bija variantā ar mēslojuma normu $N_{120}P_{60}K_{80}$ – 3.10 gramu, 2. izmantošanas gadā – $N_{120}P_{60}K_{80}$ variantā – 3.06 gramu (3.13. tabula).

Izmēģinājumos slāpekļa mēslojums zināmā mērā pozitīvi ietekmēja 1000 sēklu masu, pie kam proporcionāli N normu lielumam. Tā, gan vidēji 3 izmantošanas gados, gan 1. un 2. sēklu lauku izmantošanas gadā N norma līdz 60 kg ha^{-1} 1000 sēklu masu palielināja tikai nedaudz, nepārsniedzot matemātiskās kļūdas robežas (attieciņi par 0.03 un 0.05 g), bet N normas 120 kg ha^{-1} ietekmē 1000 sēklu masa 1. un 2. izmantošanas gadā attiecīgi pieauga par 0.15 un 0.09 g, kas ir statistiski būtiski ($RS_{0.05}$ – 0.093 un 0.081).

Analizējot 1000 sēklu masas un lietotā mēslojuma sakarības, korelācijas koeficienti 1. izmantošanas gadā būtiski bija tikai ar slāpekļa mēslojumu – 2000. gadā $r = 0.58$, 2001. gadā $r = 0.71$ un vidēji pa 1. izmantošanas gadiem $r = 0.78$ (3.14. tabula). Otrajā zelmeņa izmantošanas gadā katrā gadā (2001, 2002, 2003) un vidēji pa visiem gadiem – korelācija bija ļoti zema, bet vidēji trijos gados ar mīnusa zīmi $r = -0.06$.

Būtiskas sakarības starp P un K mēslojumu, un 1000 sēklu masu nebija ne 1., ne 2. izmantošanas gadā (3.14. tabula).

3.13. tabula

Ganību airesnes 1000 sēklu masa atkarībā no mēslojuma, g

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₀ P ₀ K ₀	3.04	2.92	2.84	2.93	2.79	3.03	3.05	2.95
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	3.16	2.83	2.87	2.95	2.88	2.95	3.13	2.98
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	3.18	2.58	2.94	2.90	3.09	2.95	3.28	3.11
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	3.07	2.89	2.86	2.94	3.06	2.80	3.00	2.95
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	3.06	2.80	2.82	2.89	3.00	3.03	3.18	3.07
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3.14	2.81	2.87	2.94	2.97	3.00	2.98	2.98
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	3.16	3.00	2.90	3.02	2.99	2.98	3.10	3.02
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	3.10	2.91	2.82	2.94	2.88	3.00	3.13	3.00
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	3.17	2.93	2.84	2.98	3.11	2.98	3.06	3.05
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	3.35	3.07	2.82	3.08	2.99	3.15	2.98	3.04
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	3.16	2.89	2.87	2.97	3.00	3.13	3.05	3.06
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	3.22	3.08	2.85	3.05	2.81	2.98	3.05	2.94
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	3.30	3.06	2.90	3.09	2.99	2.83	3.08	2.96
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	3.22	3.06	2.85	3.05	2.86	2.95	3.00	2.94
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3.16	2.88	2.93	2.99	2.93	2.95	2.95	2.94
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	3.22	3.23	2.87	3.10	2.88	3.08	3.08	3.01
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	3.21	3.05	2.84	3.03	2.95	3.03	3.20	3.06
Vidēji	3.17	2.94	2.86	2.99	2.96	2.99	3.07	3.01
RS _{0.05}	0.152	0.198	0.127	0.093	0.152	0.237	0.285	0.134

3.14. tabula

Ganību airesnes 1000 sēklu masas un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti pa izmēģinājumu gadiem

Barības elements	2000	2001	2002	Vidēji
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	0.58	0.71	0.05	0.78
P	0.11	-0.01	-0.19	0.01
K	0.54	0.24	0.15	0.43
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
N	-0.12	0.10	-0.09	-0.06
P	0.10	0.39	-0.06	0.25
K	0.39	-0.01	-0.29	0.06

Vidēji 6 gados: N 0.66; P 0.18; K 0.43; $r_{0.05} = 0.482$

Izmēģinājumos pierādījās, ka slāpekļa mēslojuma ietekmē var nedaudz palielināties 1000 sēklu masa, ja vien tiek pielietotas paaugstinātas N mēslojuma normas.

3.2.4. Stiebru garums

Tā kā veldrēšanās zināmā mērā ir atkarīga arī no stiebru garuma, tad ir veikti pētījumi par stiebru garuma nozīmi ražas veidošanā. Literatūrā sastopami dati, ka stiebru garums un veldrēšanās atkarībā no šķirnes un laika apstākļiem ir palielinājusi sēklu ražu no 0 līdz 100% (Burbidge, 1977; Hampton *et al.*, 1983).

Izmēģinājumu trīsgadīgie 1. izmantošanas gada dati liecina, ka slāpekļa mēslojums vidēji visos gados stiebru garumu palielinājis par 13 cm salīdzinot ar nemēsloto variantu (3.15. tabula), bet 2. izmantošanas gadā – par 9 cm. To var izskaidrot ar to, ka zelmenis 1. izmantošanas gadā ir biezāks un konkurence pēc barības vielām ir lielāka, tādēļ stiebru augšana garumā notiek straujāk.

3.15. tabula

Ganību airesnes stiebru garums atkarībā no mēslojuma, cm

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₀ P ₀ K ₀	56.80	60.99	57.96	58.58	54.83	50.48	53.59	52.96
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	59.56	67.90	62.28	63.25	55.54	47.99	54.10	52.54
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	64.78	75.06	60.84	66.89	57.79	58.79	58.89	58.49
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	66.73	80.23	62.46	69.81	58.60	56.98	59.71	58.43
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	67.63	74.80	67.44	69.95	59.94	57.70	56.04	57.89
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	71.35	74.17	59.95	68.49	58.89	56.67	59.63	58.39
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	66.03	90.01	64.06	73.37	65.28	65.43	61.94	64.21
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	68.00	84.34	66.21	72.85	64.28	61.26	61.38	62.30
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	71.31	84.57	63.50	73.13	66.95	59.68	63.01	63.21
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	69.18	87.88	63.28	73.44	60.93	63.24	61.90	62.02
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	67.48	73.97	64.64	68.69	61.53	63.89	59.39	61.60
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	74.03	92.04	63.99	76.68	72.70	69.48	69.30	70.49
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	74.50	87.74	66.18	76.14	67.61	66.29	65.39	66.43
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	69.45	89.21	69.60	76.09	70.23	64.19	69.13	67.85
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	72.08	93.62	61.64	75.78	68.45	66.41	67.80	67.55
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	73.98	83.96	64.54	74.16	71.43	64.01	71.88	69.11
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	77.05	92.85	68.49	79.46	69.41	62.18	64.80	65.46
Vidēji	68.96	82.11	63.92	71.66	63.96	60.79	62.27	62.34
RS _{0.05}	9.302	10.582	5.860	5.086	7.032	6.441	5.872	3.733

Analizējot sakarības starp lietoto mēslojumu un ganību airesnes stiebru garumu, korelācijas analīzes rezultāti liecina, ka starp fosfora un kālija mēslojuma normu un stiebru garumu nav būtiskas korelācijas P₂O₅ ($r = 0.32$, $r = 0.17$), K₂O ($r = 0.42$, $r = 0.20$). Abos izmantošanas gados slāpeklim ir bijusi liela loma stiebru garuma palielināšanā, par to liecina būtiska pozitīva korelācija ($r = 0.90$ un $r = 0.94$) (3.16. tabula).

3.16. tabula

**Ganību airesnes stiebru garuma un lietotā mēslojuma sakarību
korelācijas koeficienti**

Barības elements	2000	2001	2002	Vidēji
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	0.87	0.83	0.61	0.90
P	0.43	0.15	0.46	0.32
K	0.50	0.41	0.06	0.42
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
N	0.93	0.82	0.92	0.94
P	0.20	0.12	0.16	0.17
K	0.14	0.21	0.22	0.20

Vidēji 6 gados: N 0.94; P 0.25; K 0.32; $r_{0.05} = 0.482$

Tātad, slāpekļis gan 1. un vēl jo vairāk 2. izmantošanas gadā palielina ganību airesnes stiebru garumu, kas savukārt veicina zelmeņa veldrēšanos, kā rezultātā var samazināties sēklu raža.

3.2.5. Vārpiņu skaits vārpā

Ganību airesnes novecošanās ir saistīta ar jaunu sakņu veidošanās samazināšanos un palielinātu veco sakņu atmiršanu (Szczepek, Skinder, 2006), kā arī ražojošo stiebru skaita, vārpiņu skaita vārpā un sēklu skaita vārpiņā samazināšanos (Jurek, 1987; Kryzeviciene, Zemaitis, 1999; Szczepek, 2005).

Analizējot ganību airesnes 'Spīdola' vārpiņu skaitu vārpā mūsu izmēģinājumos, parādās tendence, ka 2. izmantošanas gadā salīdzinot ar 1. gadu vārpiņu skaits vārpā vidēji samazinās no 18.23 līdz 17.00 gab. (3.17. tabula).

3.17. tabula

Ganību airesnes vārpiņu skaits vārpā atkarībā no mēslojuma, gab.

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₀ P ₀ K ₀	16.80	16.97	21.78	18.52	16.33	17.38	16.08	16.59
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	16.65	17.30	18.83	17.59	17.05	17.20	16.08	16.78
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	16.80	17.23	19.10	17.71	17.73	17.43	16.50	17.22
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	17.18	17.88	18.75	17.94	17.50	17.85	15.78	17.04
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	16.50	18.14	19.38	18.01	18.08	16.95	15.25	16.76
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	17.85	17.46	19.13	18.15	17.40	17.08	14.85	16.44
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	17.70	18.31	19.13	18.38	18.43	17.08	16.20	17.23
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	17.68	20.11	19.43	19.07	17.23	17.55	15.68	16.82
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	17.70	17.97	19.30	18.32	17.99	17.56	15.84	17.13
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	17.48	20.15	18.65	18.76	17.25	17.40	16.90	17.18
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	17.73	15.14	19.18	17.35	17.18	17.38	15.53	16.69

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	18.60	17.90	18.33	18.28	17.40	17.70	16.95	17.35
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	16.88	19.21	18.95	18.34	17.80	17.60	16.43	17.28
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	17.80	17.70	18.68	18.06	18.00	18.98	16.63	17.87
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	17.88	18.68	19.08	18.54	17.05	18.23	15.95	17.08
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	17.63	17.10	19.45	18.06	16.95	17.40	16.28	16.88
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	18.45	18.79	19.10	18.78	16.05	17.23	16.58	16.62
Vidēji	17.50	18.00	19.19	18.23	17.41	17.53	16.07	17.00
RS _{0.05}	1.294	1.856	2.980	1.247	1.491	1.361	1.155	0.775

Analizējot sakarības starp lietoto mēslojumu un ganību airesnes vārpiņu skaitu vārpā korelācijas analīzes rezultāti neuzrāda ciešas sakarības un korelācija nav būtiska vidēji abos izmantošanas gados, izņemot 2000. gadu, kad dotais slāpekļa mēslojums uzrādījis būtisku pozitīvu korelāciju ar ganību airesnes vārpiņu skaitu vārpā – $r = 0.68$ (3.18. tabula).

3.18. tabula

Ganību airesnes vārpiņu skaita vārpā un lietotā mēslojuma sakarību korelācijas koeficienti

Barības elements	2000	2001	2002	Vidēji
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	0.68	0.25	-0.38	0.33
P	0.33	-0.12	-0.29	-0.12
K	0.25	0.25	-0.45	0.09
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
	2001	2002	2003	
N	-0.10	0.35	0.45	0.34
P	-0.25	0.10	-0.30	-0.26
K	-0.16	-0.09	0.10	-0.08

Vidēji 6 gados: N – 0.47; P – 0.25; K – 0.02; $r_{0.05} = 0.482$

Kopumā var secināt, ka dažādas NPK mēslojuma normas būtiski nepalielina vārpiņu skaitu vārpā, jo tas ir ļoti pastāvīgs lielums.

3.2.6. Sēklu skaits vārpiņā

Pēc V. Janga un citu zinātnieku ieteikumiem slāpeklim var būt lielāka ietekme uz ganību airesnes sēklu skaitu vārpā nekā uz vārpu skaitu uz laukuma platības vienību (Young *et al.*, 1996).

Mūsu izmēģinājumos vidēji trijos gados 1. izmantošanas gadā dažādos NPK mēslojuma variantos sēklu skaits vārpiņā pieaudzis no 6 (N₀P₀K₀) līdz 11 gab. (N₆₀P₁₂₀K₈₀). 2. izmantošanas gadā – 5 (N₀P₀K₀) līdz 11 (N₉₀P₉₀K₁₂₀, N₁₂₀P₆₀K₈₀, N₁₂₀P₁₂₀K₁₆₀) (3.19. tabula). Tomēr izmēģinājumu rezultāti rāda, ka NPK mēslojums

būtiski neietekmē sēklu skaita veidošanos vārpiņā, bet gan to nosaka ganību airesnes ģenētiskās īpatnības.

3.19. tabula

Ganību airesnes sēklu skaits vārpiņā atkarībā no mēslojuma, gab.

Mēslojums	1. izmantošanas gads				2. izmantošanas gads			
	2000	2001	2002	vidēji	2001	2002	2003	vidēji
N ₀ P ₀ K ₀	6	6	6	6	5	5	5	5
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	7	8	7	7	7	5	6	6
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	8	11	10	10	5	5	7	6
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	9	9	9	9	6	6	8	7
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	8	10	8	9	5	5	9	6
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	7	10	10	9	5	5	10	7
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	8	9	9	9	5	7	11	8
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	7	8	9	8	6	6	10	7
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	8	9	9	9	6	8	11	8
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	8	9	11	9	7	6	11	8
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	8	16	8	11	6	7	12	8
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	8	12	9	10	7	7	13	9
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	7	9	9	8	7	8	15	10
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	9	11	9	10	7	7	14	9
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	7	12	12	10	7	9	16	11
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	8	11	10	10	9	9	14	11
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	9	10	10	10	8	9	16	11
Vidēji	8	10	9	9	6	8	11	8
RS _{0.05}	2.2	3.7	2.8	1.7	2.5	2.3	3.1	1.5

Analizējot mēslojuma ietekmi 1. izmantošanas gadā uz ganību airesnes sēklu skaita vārpiņā palielināšanos, var secināt, ka slāpeklis un kālijs nav būtiski palielinājis sēklu skaitu vārpiņā, toties fosfora mēslojums uzrāda būtisku pozitīvu korelāciju ($r = 0.65$) ar sēklu skaitu vārpiņā (3.20. tabula).

Otrajā izmantošanas gadā minerālmēslojums sēklu skaitu vārpiņā būtiski nav ietekmējis.

No izmēģinājumu datiem var secināt, ka sēklu skaitu vārpiņā visvairāk pozitīvi ietekmē fosfora mēslojums. Tomēr sēklu skaits vārpiņā lielākā mērā ir atkarīgs no meteoroloģiskajiem apstākļiem, bet mazākā mērā no mēslojuma.

**Ganību aireses sēklu skaita vārpiņā un lietotā mēslojuma sakarību
korelācijas koeficienti**

Barības elements	2000	2001	2002	Vidēji
Korelācijas koeficients 1. izmantošanas gadā				
N	-0.27	0.27	0.50*	0.43
P	-0.12	0.51*	0.44	0.65*
K	0.16	-0.10	0.53	0.27
Korelācijas koeficients 2. izmantošanas gadā				
	2001	2002	2003	
N	0.51*	0.41	-0.49*	-0.59*
P	0.70*	0.10	-0.40	-0.32
K	0.48	0.15	-0.55*	-0.45

Vidēji 6 gados: N – 0.52; P – 0.34; K – 0.41; $r_{0.05} = 0.482$

3.2.7. Korelatīvās sakarības starp sēklu ražu veidojošajiem elementiem

Visiem mēslošanas variantiem pastāv negatīvas sakarības starp veldres izturību un visiem pārējiem apskatītajiem sēklu ražu veidojošajiem rādītājiem (3.21. tabula). Sakarība ir būtiski negatīva 95% ticamības līmenī starp veldres izturību un vārpiņu skaitu vārpā, bet vēl izteiktāka, būtiska negatīva 99% ticamības līmenī, starp veldres izturību un pārējiem rādītājiem.

Korelatīvās sakarības starp ganību aireses sēklu ražu veidojošajiem rādītājiem

Rādītāji	Veldres izturība				
1000 sēklu masa	-0.63**	1000 sēklu masa			
Stiebru skaits	-0.87**	0.61**	Stiebru skaits		
Stiebru garums	-0.93**	0.57*	0.94**	Stiebru garums	
Vārpiņu skaits vārpā	-0.49*	0.23	0.54*	0.60*	Vārpiņu skaits vārpā
Sēklu skaits vārpiņā	-0.90**	0.62**	0.82**	0.88**	0.28

$r_{0.05} = 0.482$; $r_{0.01} = 0.606$

Arī stiebru skaitam uz kvadrātmētru un stiebru garumam korelācijas analīze uzrāda būtiskas sakarības ar visiem pārējiem pētītajiem rādītājiem. Abiem šiem rādītājiem ir būtiska negatīva korelācija ar veldres izturību – pieaugot stiebra garumam un sējuma biežībai, veldres izturība ganību airenei ir samazinājusies. Cieša pozitīva sakarība konstatēta starp stiebru skaitu un stiebru garumu – biežākā sējumā savstarpējas konkurences apstākļos ganību aireses stieбри izaug garāki. Palielināts stiebru skaits uz

platības vienību un lielāks stiebru garums pozitīvi korelējis arī ar 1000 sēklu masu, kā arī ar vārpiņu skaitu vārpā un it īpaši sēklu skaitu vārpiņā (3.21. tabula).

Nebūtiska sakarība konstatēta starp vārpiņu skaitu vārpā un 1000 sēklu masu, turpretim sēklu skaits vārpiņā uzrādījis pie 99% ticamības līmeņa būtisku pozitīvu ietekmi uz 1000 sēklu masu. Korelācijas koeficients uzrāda nebūtisku sakarību starp vārpiņu skaitu vārpā un sēklu skaitu vārpiņā.

3.3. Mēslojuma ietekme uz ganību airesnes ražas kvalitāti

3.3.1. Zāles sausnas kvalitāte

Stiebrzāļu ražas ķīmisko sastāvu nosaka vairāki faktori – augsnes nodrošinājums ar minerālvielām, sevišķi slāpekli, augšanas meteoroloģiskie apstākļi, bet viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē zāles barotārvērtību un iegūto barības vielu daudzumu, visvairāk ir zāles nobrieduma pakāpe ražas novākšanas laikā. Slāpekļa mēslojuma ietekmē stiebrzāļu ražā būtiski palielinās kopproteīna saturs (Ramane, 1988; Ramane, 1999; Runce, 1999).

Zāles ražas kvalitāti raksturo ķīmiskais sastāvs, kuru ietekmē augu bioloģiskās īpatnības, novākšanas režīms un augšanas faktori. Kopproteīna saturs ir lopbarības kvalitātes noteicošais rādītājs. Ganību zālē kopproteīna saturs var būt 16 – 18% (Apenīte, Latvietis, 1989). Literatūrā sastopamās publikācijās minēts, ka vislielākā ietekme uz proteīna saturu zāles ražas sausnā ir zālaugu attīstības fāzei, bet stiebrzālēm – arī slāpekļa mēslojuma līmenim (Adamovičs u.c., 1996).

Izmēģinājumos kopproteīna un bezslāpekļa ekstraktvielu saturs zāles sausnā vidēji visaugstākais bijis 2000. gadā – attiecīgi 10.89% un 58.45%. Turpmākajos gados šie rādītāji bija zemāki (13. un 18. pielikums), turpretim kokšķiedras saturs vidēji izmēģinājumā visaugstākais bijis 2002. gadā – 28.76% (14. pielikums). Attiecīgi arī sausnas sagremojamība vismazākā bijusi 2002. gadā – 50.37% (15. pielikums), bet vidējais koptauku saturs visaugstākais konstatēts 2001. gadā – 3.12%. Kopproteīna satura, kā arī tā ievākumu ar pirmā plāvuma zāles ražu ievērojami ietekmēja slāpekļa mēslojums. Tā, pie vienāda PK mēslojuma ($P_{60}K_{80}$) slāpekļa norma N_{60} vidēji trīs gados palielināja kopproteīna saturu zāles sausnā par 0.14%, tā kopieguvi – par 218 kg ha⁻¹, bet slāpekļa normas N_{120} ietekmē kopproteīna saturs vidēji pieauga par 2.66%, kopieguvei palielinoties par 502 kg ha⁻¹ salīdzinot ar N_0 (3.22. tabula). Tātad, slāpekļa mēslojuma norma N_{60} nodrošinājusi kopproteīna ieguves pieaugumu salīdzinot ar N_0 variantu par 98%, iegūstot 3.6 kg uz 1 kg dotā N, bet N_{120} norma palielinājusi kopproteīna ieguvu par 226%, nodrošinot uz 1 kg N – 4.2 kg kopproteīna ieguvu. Tas liecina, ka paaugstināts slāpekļa mēslojums relatīvi vairāk sekmē proteīna līmeņa palielināšanos ražā nekā tas ietekmē zāles sausnas ražas pieaugumu.

**Kopproteīna ieguve 1. izmantošanas gada zelmenī
atkarībā no mēslojuma, kg ha⁻¹**

Variants	Izmēģinājuma gadi			Vidēji
	2000	2001	2002	
N ₀ P ₀ K ₀	222	192	132	187
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	297	256	125	222
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	413	336	232	323
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	488	421	225	371
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	458	408	185	345
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	467	434	231	372
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	478	450	238	384
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	593	497	186	409
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	486	522	318	440
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	526	626	354	502
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	566	490	294	447
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	699	613	436	578
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	795	621	446	613
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	654	532	370	516
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	679	683	531	630
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	699	714	752	724
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	890	824	558	750
Vidēji	548	502	319	452
RS _{0.05}	56.871	49.131	48.743	48.459

Arī krievu zinātnieks V. Rudņickis norāda, ka slāpekļa normas palielināšana, vienlaicīgi palielinot kālija un fosfora mēslojumu, nodrošina augstas zālaugu ražas, 1. izmantošanas gada kamolzāles zelmenī, mēslojot ar N₉₀, sausas raža palielinājās 1.2 reizes, ar N₁₈₀ – 1.4 reizes. Palielinot slāpekļa normu no N₆₀ līdz N₁₂₀ kopproteīna saturs sausnā palielinājās par 11.8 līdz 22.7% (Рудницкий, 1985).

Atkarībā no lietotā minerālmēslojuma slāpekļa mēslojumam ir bijusi cieša pozitīva korelācija arī ar kopproteīna un koptauku saturu ganību airesnes zāles ražas sausnā, kā arī cieša negatīva korelācija ar bezslāpekļa ekstraktvielu saturu.

Pētījumos konstatēts, ka ne fosforam, ne kālijam nav bijusi cieša sakarība ar pētīto kvalitātes rādītāju izmaiņām vidēji 3 izmēģinājumu gados (3.23. tabula). V. Savickas un A. Tkača izmēģinājumos fosfora un kālija mēslojums uzrādījis nenozīmīgas kopproteīna satura izmaiņas kamolzāles sausnā. Viņi iesaka slāpekļa mēslojuma normas izmainīt atkarībā no kamolzāles zelmeņa vecuma (Савицкая, Ткач, 1989).

Kokšķiedras optimālais daudzums atgremotājiem dzīvniekiem barības devā ir 20 – 24% un nav vēlams, lai tas pārsniegtu 28 – 30 procentus (Latvietis, 1991). Kokšķiedras īpatsvars palielinās veģetācijas periodā. Par izdevīgāko laiku lopbarības ievākšanai ir uzskatāms, kad augi ir sasnieguši plaukšanas fāzi – tad kokšķiedras daudzumi augos vēl nav pārāk lieli un šādu barību mājdzīvnieki izmanto labāk. Mūsu izmēģinājumos kokšķiedras saturs vidēji trīs izmēģinājumu gados izmainījās robežās no 24.7% līdz 29.0% (14. pielikums). Palielinot mēslojuma normas, kokšķiedras saturs ganību airesnes zāles sausnā būtiski nav palielinājies.

**Zāles sausas rādītāju un NPK mēslojuma normu sakarības 1. izmantošanas gada
1. plāvumā (korelācijas koeficienti)**

Barības elements	Izmēģinājuma gadi			Vidēji
	2000	2001	2002	
Kopproteīna satura izmaiņas				
N	0.75	0.83	0.84	0.88
P	0.20	0.36	0.45	0.36
K	0.29	0.50	0.55	0.48
Koksķiedras satura izmaiņas				
N	0.11	0.55	0.23	0.41
P	-0.04	-0.11	0.44	0.09
K	-0.05	0.24	0.28	0.20
Sausnas sagremojamības izmaiņas				
N	-0.05	-0.24	0.22	-0.05
P	0.32	0.06	-0.11	0.18
K	0.13	0.00	-0.43	-0.10
Koptauku satura izmaiņas				
N	0.65	0.74	0.78	0.89
P	0.33	0.53	0.34	0.48
K	0.22	0.26	0.50	0.41
Bezslāpekļa ekstraktvielu satura izmaiņas				
N	-0.61	-0.82	-0.72	-0.81
P	-0.14	-0.27	-0.55	-0.36
K	-0.19	-0.49	-0.56	-0.46

$r_{0.05} = 0.482$

Viens no zāles lopbarības barotājevērtības noteicošiem faktoriem ir sausas sagremojamība. Ganību airenei ir laba sagremojamība, – mūsu izmēģinājumos vidēji trīs 1. izmantošanas gados tā bija 61% (15. pielikums).

Tauki dzīvnieku organismā tiek izmantoti gan kā enerģijas avots, gan kā struktūrviena šūnu citoplazmā. Vairumam dzīvnieku par normālu daudzumu uzskata 2.5 – 3% tauku barības līdzekļos (Latvietis, 1991). Mūsu izmēģinājumos vidēji tas bija 2.80% (16. pielikums). Salīdzinot iegūtos rezultātus, var secināt, ka slāpekļa mēslojums ir palielinājis koptauku saturu no 2.22% ($N_0P_0K_0$) līdz 3.76% ($N_{120}P_{120}K_{160}$).

Koppelni ir barības līdzekļu neorganiskā daļa, kas paliek, sausu pārņemot. Koppelni raksturo minerālvielu daudzumu barības līdzekļos. Vidēji trīs izmantošanas gados tas bija 4.81% (17. pielikums). Izmēģinājumu rezultāti liecina, ka augstāks koppelnu saturs ir variantos ar palielinātām mēslojuma devām – 6.0% ($N_{120}P_{120}K_{160}$).

Bezslāpekļa ekstraktvielas (BEV) ir enerģijas materiāls, kuram ir liela nozīme mājdzīvnieku ēdināšanā. BEV sastāvā ietilpst ciete, insulīns, cukuri, daļa hemicelulozes, vitamīni. Bezslāpekļa ekstraktvielu saturs pietiekams dzīvniekiem stiebrzālēs ir 40 – 50% (Latvietis, 1991). Mūsu izmēģinājumos tas vidēji trīs izmēģinājumu gados bija 54.1%. Palielinoties slāpekļa normām BEV saturs zāles sausnā samazinājās (18. pielikums).

Slāpekļa (N) saturs zāles sausas ražā vidēji trīs izmēģinājumu gados bija 1.58% (19. pielikums). Izmēģinājumu rezultāti liecina, ka augstāks slāpekļa saturs ir variantos ar palielinātām mēslojuma devām – 2.06% ($N_{120}P_{120}K_{160}$).

Slāpekļa mēslojums variantā $N_{120}P_{120}K_{160}$ būtiski ir palielinājis fosfora saturu – 0.29% ($r = 0.69$), kālija – 2.27% ($r = 0.74$), kalcija – 0.32% ($r = 0.90$) un magnija – 0.16% ($r = 0.83$) saturu zāles sausrā (20. – 23. pielikumi).

Tātad, uz zāles ražas kvalitātes rādītājiem arī vislielākā ietekme ir N mēslojumam – tā iedarbības rezultātā pieaug gan proteīna saturs zāles sausrā, gan kopproteīna kopieguve no hektāra. Tā, N_{60} un N_{120} variantos salīdzinot ar N_0 ($P_{60} K_{80}$ fonā) kopproteīna saturs zāles sausrā attiecīgi pieauga par 0.14 un 2.66%, bet kopproteīna ieguve no hektāra palielinājās par 98 un 226%. Tas liecina, ka paaugstināta N mēslojuma norma relatīvi vairāk sekmē kopproteīna līmeņa palielināšanu zāles ražā un tā ieguvi no hektāra nekā zāles sausras ražas pieaugumu.

3.3.2. Salmu un sēklu ķīmiskais sastāvs

Salmu ķīmiskais sastāvs. Pirmajā izmantošanas gada ganību mēslojuma ietekmē ir mainījies kopproteīna saturs salmos. Tā, 2000. gadā kontroles varianta ($N_0P_0K_0$) salmu ražas sausrā kopproteīna saturs bija 2.54%, bet pieaugot mēslojuma normām tas palielinājās līdz 5.19% ($N_{120}P_{120}K_{160}$). Viszemākais kopproteīna saturs bija 2001. gadā, – kontroles variantā tas bija 1.89%, bet variantā $N_{120}P_{120}K_{160}$ – 4.38%. Savukārt 2002. gadā tas attiecīgi bija 2.11% un 4.59%. Izmēģinājumos iegūtie dati liecina, ka palielinot slāpekļa normas pieaug arī kopproteīna saturs salmos (24. pielikums).

Kokšķiedras saturu salmos dažādas mēslojuma normas nav būtiski ietekmējušas. Tā, vidēji trīs izmantošanas gados kokšķiedras saturs salmu sausrā svārstījās no 39.23% līdz 41.73% (25. pielikums). Visaugstākais kokšķiedras saturs salmos bija 2001. gadā, – vidēji 43.55%, bet kopproteīna saturs šajā gadā bija viszemākais, – vidēji 2.74% (24. pielikums).

Koptauku saturu salmos mūsu izmēģinājumos, vidēji trīs izmēģinājumu gados bija 1.79% (26. pielikums). Visaugstākais tas bija mēslojuma normas variantā $N_{120}P_{60}K_{80}$ – 2.09%, bet no gadiem – 2000. gadā – 2.13% ($N_{120}P_{60}K_{80}$), 2002. gadā – 2.17% ($N_{120}P_{120}K_{160}$), 2002. gadā – 2.11% ($N_{120}P_{120}K_{160}$). Lietotais mēslojums būtiski koptauku saturu salmos neietekmēja.

Bezslāpekļa ekstraktvielu saturs salmu sausrā vidēji 2000. gadā bija 52.39%, 2001. gadā – 46.87%, 2001. gadā – 51.70% (27. pielikums). Vidēji trijos izmēģinājumu gados tas bija 50.32%. BEV saturu dažādas mēslojuma normas būtiski neietekmēja.

Ganību airesnes salmu sagremojamību dažādas NPK mēslojuma normas būtiski neietekmēja. Tā, 2000. gada izmēģinājumā salmu sagremojamība $N_0P_0K_0$ variantā bija 31.11, bet $N_{90}P_{30}K_{40}$ – 33.64% (28. pielikums). Vidēji trijos izmēģinājumu gados salmu sagremojamība sastādīja 28.75%.

Palielinot slāpekļa mēslojuma normas pieauga slāpekļa saturs salmos. Vidēji trijos izmēģinājumu gados tas bija no 0.37% kontroles variantā līdz 0.73% $N_{120}P_{120}K_{160}$ variantā (29. pielikums).

Fosfora mēslojums pozitīvi ietekmēja fosfora saturu ganību airesnes salmos, – vidēji trīs izmēģinājumu gados tas palielinājās no 0.12% kontroles variantā līdz 0.16% $N_{120}P_{120}K_{160}$ variantā, pieaugot par 5% (30. pielikums).

Kālija saturs salmos mēslojuma ietekmē ievērojami mainījās. Paaugstinātu kālija mēslojuma normu ietekmē kālija saturs salmu sausrā palielinājās (31. pielikums). Vidēji trīs izmantošanas gados kālija saturs salmos bija 1.42%. Vidēji trīs izmēģinājumu gados tas palielinājās no 1.24% kontroles variantā līdz 1.62% $N_{120}P_{120}K_{160}$ variantā.

Mēslojumu normu palielināšana būtiski nav ietekmējusi kalcija saturu salmos, – vidēji trīs izmēģinājumu gados tas bija 0.24%. Visaugstākais kalcija saturs vidēji tika iegūts 2002. gadā – 0.26% (32. pielikums).

Magnija saturs salmos vidēji pa trim izmēģinājumu gadiem bija 0.13%, visaugstākais tika iegūts 2002. gadā – 0.16% (33. pielikums). NPK mēsļu normu izmaiņas nav būtiski ietekmējusi magnija saturu salmos.

Sēklu ķīmiskais sastāvs. Sēklu ķīmiskais sastāvs mainās samērā plašās robežās atkarībā no augu sugas un šķirnes, audzēšanas apstākļiem, it sevišķi no mēslojuma, kā arī no meteoroloģiskajiem apstākļiem un ģeogrāfiskās vietas. Izmēģinājumos ganību airesnes ‘Spīdola’ sēklu kvalitāte tika izvērtēta 1. izmantošanas gada sēklās. Visaugstāko kopproteīna saturu sēklās ieguva 2000. gadā – 14.82% variantā $N_{120}P_{60}K_{120}$. Vidēji trīs izmēģinājumu gados tas bija no 10.44% ($N_0P_{60}K_{80}$) līdz 13.21% ($N_{120}P_{60}K_{80}$). Tātad NPK minerālmēsļu normu palielināšana bija paaugstinājusi kopproteīna saturu sēklās par 2.8% (34. pielikums).

Palielinot slāpekļa mēslojuma normas pieauga slāpekļa saturs sēklās. Vidēji trīs izmēģinājumu gados tas bija no 1.67% variantā $N_0P_{60}K_{80}$ līdz 2.11% variantā $N_{120}P_{60}K_{80}$ (35. pielikums). Visaugstākais slāpekļa saturs ganību airesnes sēklās tika iegūts 2000. gada izmēģinājumā variantā $N_{120}P_{60}K_{80}$ – 2.37%. Mēslojuma normu palielināšana bija ietekmējusi slāpekļa saturu sēklās.

Fosfora satura sēklās NPK mēslojumu normu palielināšana nebija būtiski ietekmējusi, - vidēji trīs izmēģinājumu gados tas bija 0.40% (36. pielikums).

Mēslojuma normu palielināšana būtiski bija ietekmējusi kālija saturu sēklās. Vidēji trīs izmēģinājumu gados tas bija palielinājies no 0.50% variantā $N_0P_0K_0$ līdz 0.74% variantā $N_{90}P_{30}K_{120}$ jeb par 24% (37. pielikums).

3.4. Ganību airesnes fitometriskie rādītāji

3.4.1. Lapu laukuma indekss

Fitometriskie rādītāji – augu augšanu un attīstību raksturojošie lielumi, kurus var izteikt kvantitatīvi – veicot mērījumus un lietojot atbilstošas fizikālās mērvienības, ballēs u.c. Ar to palīdzību var raksturot augu augšanas un attīstības gaitu, intensitāti, kā arī prognozēt ražas veidošanos un iespējamo produktivitāti.

Lapu laukuma indekss ir rādītājs, kas liecina, cik reizes lapu virsma ir lielāka par augu aizņemto platību, un tas ir viens no svarīgākajiem fitometriskajiem rādītājiem. Visbiežāk lapu virsmas laukuma lielumu apzīmē ar indeksa rādītāju (LLI). Zāles augšanas tempu nosaka vides apstākļi, barības vielu pieejamība un izmantojamība augsnē. Lapu daudzums zelmenī ir ļoti svarīgs rādītājs, jo lapas saista Saules enerģiju un tajās notiek fotosintēze. Zālaugu augšanas un attīstības gaitā pakāpeniski pieaug zelmeņa lapu apjoms un laukums. Tomēr samazinās jauno, tikko atvērušos lapu fotosintēzes spējas, jo tām ir jāattīstās noēnotām.

Izmēģinājumos ganību airesnes ‘Spīdola’ 1. izmantošanas gada zelmenī lapu laukuma indekss (LLI) bija no 2.12 ($N_0P_0K_0$) līdz 11.45 $m^2 m^{-2}$ ($N_{90}P_{30}K_{120}$) (38. pielikums). Paraugu ņemšanas laikos (13., 20. un 27. maijs; 3., 10. un 17. jūnijs) bija ļoti karsti laika apstākļi, praktiski bez nokrišņiem. Maijā gaisa maksimālā temperatūra bija robežās no 21.9 līdz 25.9 °C, izņemot 20. maijā, kad nedēļas laikā gaisa temperatūra noslīdēja no 25.9 līdz 14.0 grādiem. Nokrišņiem bagāts bija jūnija mēnesis, kad nokrišņu summa II dekadē bija 86.4 mm (ilggadīgie vidējie – 23 mm).

Visos paraugu ņemšanas laikos (izņemot pirmo – 13.05.) vislielākais lapu laukuma indekss konstatēts variantos ar lielāko slāpekļa mēslojuma devu. Ja pirmajā parauga ņemšanas laikā LLI atšķirības dažādos slāpekļa mēslojuma variantos skaitliski ir nelielas, kaut arī statistiski būtiskas variantiem N_{60} , N_{90} un N_{120} pret N_0 , tad vēlākos datumos tās kļūst ievērojami lielākas. To var izskaidrot ar slāpekļa mēslojuma pakāpenisku iedarbošanos – ganību airesnes augšanas un attīstības labāku veicināšanu (3.24. tabula).

3.24. tabula

Ganību airesnes lapu laukuma indeksi atkarībā no NPK mēslojuma, $m^2 m^{-2}$
(zelmeņa 1. izmantošanas gads)

Rādītāji	Kombi- nāciju skaits	Paraugu ņemšanas laiks						Vidēji
		13.05.	20.05.	27.05.	3.06.	10.06.	17.06.	
N_0	2	2.25	5.01	7.73	2.93	2.89	2.92	3.96
N_{30}	4	2.64	6.91*	8.25	7.14*	7.60*	5.33*	6.31*
N_{60}	5	2.85*	8.56*+	9.71	8.25*	8.74*+	7.40*+	7.59*+
N_{90}	4	3.19*	8.31*	9.53	9.31*	9.80*	7.96*	8.02*
N_{120}	2	2.98*	9.17*	10.32*	10.14*	11.33*+	9.38*	8.89*+
P_{0-30}	5	2.85	7.40	9.07	8.08	8.75	6.73	7.15
P_{90-120}	5	2.85	8.50	8.83	8.69	9.03	6.45	7.39
K_{0-40}	5	2.76	6.93	8.69	6.85	7.62	7.45	6.72
$K_{120-160}$	5	3.09	8.30*	9.41	9.32*	9.33*	6.66	7.69*
$RS_{0.05}$	2 un 2	0.58	1.83	2.41	2.00	1.64	1.97	0.94
$RS_{0.05}$	2 un 4	0.50	1.58	2.09	1.73	1.42	1.70	0.81
$RS_{0.05}$	2 un 5	0.49	1.53	2.02	1.67	1.37	1.65	0.79
$RS_{0.05}$	4 un 5	0.39	1.23	1.62	1.34	1.10	1.32	0.63
$RS_{0.05}$	4 un 4	0.37	1.16	1.52	1.26	1.04	1.24	0.59

* – būtiskas atšķirības no vismazākās attiecīgā barības elementa mēslojuma normas ar 95% ticamību.

+/- – būtisks pieaugums vai samazinājums pret iepriekšējo N normu.

Nosakot sakarības starp slāpekļa mēslojumu un lapu laukuma indeksu korelācijas koeficienta vērtība bija $r = 0.86$ līdz 0.97 , kas ir vērtējama kā cieša, tomēr pirmajā paraugu ņemšanas reizē (13. maijā) šī sakarība jāvērtē kā statistiski nebūtiska pie 95% varbūtības līmeņa ($r_{0.05} = 0.878$).

Pētījumos par fosforu un kālija mēslojuma ietekmi uz ganību airesnes ‘Spīdola’ lapu virsmas laukumu, noskaidrots, ka fosfors pamatmēslojumā ar N_{60} būtiski neietekmēja lapu laukuma indeksu. Būtiskas atšķirības bija tikai mēslojuma fonā N_{60} $K_{120-160}$ – paaugstināts kālija mēslojums pozitīvi ietekmēja lapu laukuma indeksu (3.24. tabula).

Lapu laukuma indeksu lielā mērā ietekmēja zelmeņu vecums un laika apstākļi lapu veidošanās laikā. Tā 2003. gadā ganību airesnes ‘Spīdola’ 2. izmantošanas gada zelmenī lapu laukuma indekss bija ievērojami mazāks nekā iepriekšējā izmēģinājumu gadā un svārstījās no 0.69 ($N_0P_0K_0$) līdz 8.97 ($N_{120}P_{120}K_{160}$) $m^2 m^{-2}$ (39. pielikums). To var izskaidrot arī ar samērā vēso laiku, it īpaši jūnija otrajā dekādē, kad vidējā gaisa temperatūra bija par 5 grādiem zemāka par ilggadīgi novēroto. Laiks bija lietains – kopējā nokrišņu summa šajā laikā sastādīja 42.1 mm jeb 183% salīdzinājumā ar dekādes

normu (9. pielikums). Tas liecina, ka LLI negatīvi varēja ietekmēt nelabvēlīgie laika apstākļi lapu veidošanās laikā.

2003. gadā vairāk izpaudās slāpekļa mēslojuma nozīme ganību aireses augšanā un attīstībā. Vidēji visos slāpekļa mēslojuma lietošanas variantos uzrādījās būtiski augstāki lapu laukuma indeksi salīdzinājumā arī variantu N_0 (3.2. tabula). Arī korelācijas koeficientu vērtības bija augstākas nekā 2002. gadā – $r = 0.97$ līdz 0.99 ($r_{0.05} = 0.878$).

Apskatot fosfora un kālija mēslojuma ietekmi uz ganību aireses ‘Spīdola’ lapu virsmas laukumu, konstatēts, ka 2003. gadā vidēji pa paraugu ņemšanas reizēm gan fosfora, gan arī kālija lielāko mēslojuma devu ietekmē ir būtiski palielināties lapu laukuma indekss (3.25. tabula).

3.25. tabula

**Ganību aireses lapu laukuma indeksi atkarībā no NPK mēslojuma, $m^2 m^{-2}$
(zelmeņa 2. izmantošanas gads) 2003. gads**

Rādītāji	Kombināciju skaits	Paraugu ņemšanas laiks					Vidēji
		26.05.	02.06.	09.06.	19.06.	25.06.	
N_0	2	0.85	1.81	1.17	1.71	1.00	1.31
N_{30}	4	2.15*	2.91*	2.22	2.08	1.97*	2.27*
N_{60}	5	3.11*+	4.44*+	3.81*+	4.21*+	3.83*+	3.82*+
N_{90}	4	4.99*+	5.89*+	5.09*+	6.21*+	5.32*+	5.50*+
N_{120}	2	5.46*	7.32*+	6.49*+	7.77*+	5.61*	6.53*+
P_{0-30}	5	3.19	3.70	3.19	4.01	3.26	3.47
P_{90-120}	5	3.66	4.97*	4.00	4.09	3.89	4.12*
K_{0-40}	5	3.18	4.30	3.34	3.76	3.18	3.55
$K_{120-160}$	5	3.84	4.77	4.24*	4.81*	4.25*	4.38*
$RS_{0.05}$	2 un 2	1.27	1.04	1.35	1.57	1.06	1.00
$RS_{0.05}$	2 un 4	1.10	0.90	1.17	1.36	0.92	0.87
$RS_{0.05}$	2 un 5	1.06	0.87	1.13	1.32	0.89	0.84
$RS_{0.05}$	4 un 5	0.85	0.70	0.91	1.05	0.71	0.67
$RS_{0.05}$	4 un 4	0.80	0.66	0.85	0.99	0.67	0.63

* – būtiskas atšķirības no vismazākās attiecīgā barības elementa mēslojuma normas ar 95% ticamību.

+/- – būtisks pieaugums vai samazinājums pret iepriekšējo N normu.

Augsta fosfora norma pozitīvi ietekmēja lapu laukuma pieaugumu augu augšanas veģetācijas perioda pirmajā pusē. Savukārt veģetācijas perioda otrajā pusē relatīvi lielāks lapu laukums bija vērojams augiem, saņēmušiem mazu šī elementa normu, bet palielināta norma izsauca lapu laukuma samazināšanos.

Salīdzinot abu gadu datus, var redzēt, ka vidējais lapu laukuma indekss ievērojami lielāks bijis ganību aireses 1. izmantošanas gadā – 7.11 pret 3.87 $m^2 m^{-2}$ otrajā izmantošanas gadā (38. un 39. pielikums). To var izskaidrot ar to, ka ganību airesne ir stiebrzāle ar ļoti strauju attīstību sākotnējā augšanas periodā, – sākot jau ar sēšanas gadu. Tomēr LLI samazinājums turpmākajos izmantošanas gados liecina, ka ilgstošu ganību aireses produktivitāti nevar prognozēt.

3.4.2. Fotosintēzes tīrā produktivitāte

Fotosintēzes tīrā produktivitāte (FTP) ir svarīgs rādītājs zālāju zelmeņos. Tā raksturo lapu fotosintētisko darbību un rāda sausnas pieaugumu uz lapu laukuma platību laika vienībā.

Pēc A. Ņičiporoviča pētījumiem fotosintēzes tīrā produktivitāte veģetācijas periodā mainās. Tā, augšanas un attīstības sākumā, kad zālaugiem intensīvi aug sakņu masa, fotosintēzes tīrā produktivitāte ir zemāka, pēc tam tā paaugstinās un ir visaugstākā periodā, kad notiek straujš lapu pieaugums (Ничипорович и др., 1961).

I. Gūmanes un A. Adamoviča izmēģinājumos fotosintēzes tīrā produktivitāte hibrīdai airenei 'Saikava' vidēji divos gados bija 8.97, bet ganību airenei 'Spīdola' – 5.5 g m⁻² dienā (Gutmane, Adamovich, 2005).

Irkutskā E. Rakoca atzīmē, ka fotosintēzes tīrā produktivitāte kamolzāles sējumā 1. izmantošanas gadā sasniedz 1.8 g m⁻² diennaktī, otrajā – 2.2 g m⁻² diennaktī (Ракоца, 2006).

Rēķinot fotosintēzes tīrās produktivitātes korelatīvās sakarības starp mēslojuma variantiem, var konstatēt, ka daudzos gadījumos sakarība ir cieši negatīva (piemēram, 2002. gada 10. jūnijā ņemtajiem paraugiem – 3.26. tabula).

3.26. tabula

Ganību aireses fotosintēzes tīrā produktivitāte atkarībā no NPK mēslojuma, g m⁻² / diennaktī (zelmeņa 1. izmantošanas gads)

Rādītāji	Kombināciju skaits	Paraugu ņemšanas laiks						Vidēji
		13.05.	20.05.	27.05.	3.06.	10.06.	17.06.	
N ₀	2	8.76	9.32	2.11	0.64	7.51	0.65	4.83
N ₃₀	4	8.36	10.77	2.62	6.19*	6.25	-0.39* ⁻	5.63*
N ₆₀	5	7.93	12.28*	2.93	3.30	5.64	-1.46* ⁻	5.11*
N ₉₀	4	7.88	10.64	4.22	5.23	2.68*	-2.27* ⁻	4.73*
N ₁₂₀	2	8.38	11.06	2.35	6.38*	0.94*	-0.60* ⁻	4.75*
P ₀₋₃₀	5	7.87	10.96	3.85	5.30	5.92	-2.08	5.30
P ₉₀₋₁₂₀	5	8.21	10.97	2.47	6.47	4.28	-3.34	4.85
K ₀₋₄₀	5	7.84	10.64	4.01	3.98	4.40	2.13	5.50
K ₁₂₀₋₁₆₀	5	8.22	11.27	2.94	5.39	4.54	-2.65	4.95
RS _{0.05}	2 un 2	1.37	3.12	2.99	5.62	5.29	10.00	0.92
RS _{0.05}	2 un 4	1.19	2.70	2.59	4.87	4.58	8.66	0.80
RS _{0.05}	2 un 5	1.15	2.61	2.50	4.70	4.42	8.37	0.77
RS _{0.05}	4 un 5	0.92	2.09	2.01	3.77	3.55	6.71	0.62
RS _{0.05}	4 un 4	0.87	1.97	1.89	3.56	3.34	6.33	0.58

* – būtiskas atšķirības no vismazākās attiecīgā barības elementa mēslojuma normas ar 95% ticamību.

+/- – būtisks pieaugums vai samazinājums pret iepriekšējo N normu.

Fotosintēzes tīrā produktivitāte 2002. gadā variantā bez slāpekļa mēslojuma strauji pieauga jūnija pirmajā pusē, turpretim slāpekļa mēslojuma variantos, it īpaši ar lielākajām mēslojuma devām, tā samazinājās un 17. jūnijā bija negatīva. Negatīva var būt, jo bija nelabvēlīgi laika apstākļi, stipras lietuses gāzes, kas saveldrēja zelmeni. Literatūrā ir norādes, ka fotosintēzes tīro produktivitāti lielā mērā nosaka un ietekmē laika apstākļi (Adamovičs, 1995).

Arī vidēji 2002. gadā novērojumu perioda laikā fotosintēzes tīrā produktivitātē uzrāda ciešu negatīvu un statistiski būtisku ($p > 0.05$) korelāciju ar lietotā slāpekļa mēslojuma normu.

2003. gadā fotosintēzes tīrā produktivitātē visaugstākā bijusi jūnija sākumā (3.27. tabula), taču jau nākošajā paraugu ņemšanas reizē 9. jūnijā tā strauji kritās.

3.27. tabula

**Ganību airesnes fotosintēzes tīrā produktivitātē atkarībā no NPK mēslojuma,
g m⁻² / diennaktī (zelmeņa 2. izmantošanas gads)**

Rādītāji	Kombināciju skaits	Paraugu ņemšanas laiks					Vidēji
		26.05.	02.06.	09.06.	19.06.	25.06.	
N ₀	2	3.49	2.13	0.18	3.37	1.11	3.45
N ₃₀	4	3.34	6.88*	0.25	1.58	3.55*	3.12
N ₆₀	5	3.58	6.53*	0.22	4.42+	3.10	3.53+
N ₉₀	4	3.14–	5.21*	-0.16	5.10	2.66	3.19
N ₁₂₀	2	3.00	5.78*	-0.27	5.06	1.95	3.10
P ₀₋₃₀	5	3.25	6.04	-0.03	3.62	3.00	3.18
P ₉₀₋₁₂₀	5	3.39	6.21	0.17	3.33	3.08	3.24
K ₀₋₄₀	5	3.43	6.06	-0.08	4.19	2.59	3.24
K ₁₂₀₋₁₆₀	5	3.26	6.23	0.27	3.23	3.29	3.26
RS _{0.05}	2 un 2	0.65	2.01	0.62	2.28	2.63	0.58
RS _{0.05}	2 un 4	0.57	1.74	0.53	1.97	2.28	0.50
RS _{0.05}	2 un 5	0.55	1.68	0.52	1.90	2.20	0.48
RS _{0.05}	4 un 5	0.44	1.35	0.41	1.53	1.77	0.39
RS _{0.05}	5 un 5	0.41	1.27	0.39	1.44	1.67	0.36

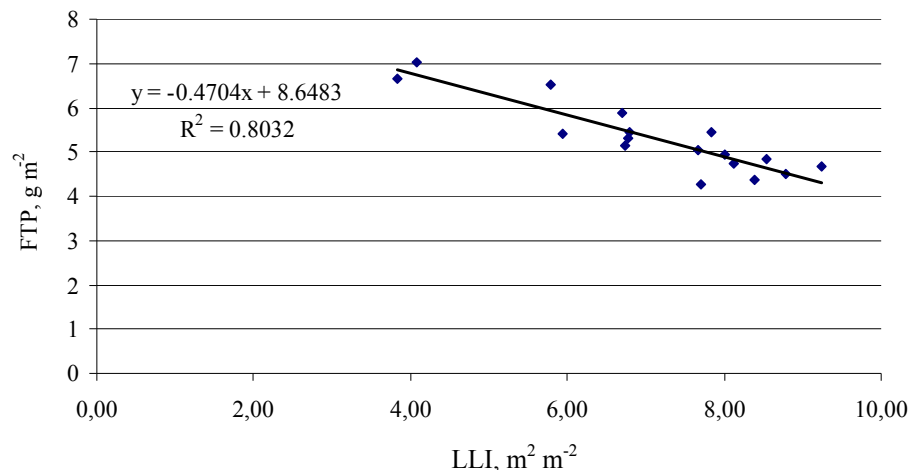
* – būtiskas atšķirības no vismazākās attiecīgā barības elementa mēslojuma normas ar 95% ticamību.

+/- – būtisks pieaugums vai samazinājums pret iepriekšējo N normu.

To var skaidrot ar augstām gaisa temperatūrām un izteiktu nokrišņu deficītu (1 mm) šajā laika periodā (9. pielikums). Augi nelabvēlīgos laika apstākļos patērē uzkrātās barības vielas, tādēļ FTP pieaugums neparādās. Apskatot korelatīvās sakarības starp fotosintēzes tīro produktivitāti un lietoto slāpekļa mēslojuma normu, nevienā no paraugu ņemšanas reizēm tā nav statistiski būtiska. Pēc D. Alijeva pētījumiem, FTP ir ļoti mainīgs lielums, kas stipri mainās augu augšanas laikā ne tikai pa atsevišķām sugām, bet arī vienai un tai pašai sugai atkarībā no audzēšanas apstākļiem (Алиев, 1971).

Vidēji salīdzinot abus izmantošanas gadus var secināt, ka, tāpat kā lapu laukuma indekss, arī fotosintēzes tīrā produktivitātē lielāka bijusi ganību airesnes 1. izmantošanas gadā – 5.30 pret 3.30 g m² diennaktī 2. izmantošanas gadā (40. un 41. pielikums). Tas liecina, ka ganību airesne ir ātras attīstības zāle un raksturojas ar fitometrisko rādītāju samazināšanos jau sākot ar 2. izmantošanas gadu.

Starp ganību airesnes fotosintēzes tīro produktivitāti un lapu laukuma indeksa sakarība ir cieša un statistiski būtiska $r_{\text{fakt.}} = (-0.89) > \text{fakt.}_{0.05} = 0.482$ zelmeņa 1. izmantošanas gadā (3.4. att.), 2. izmantošanas gadā sakarība nav būtiska.



3.4. att. FTP atkarībā no LLI ganību airesnes 1. izmantošanas gadā ($p < 0.01$).

Fotosintētisko darbību ievērojami ietekmē laika apstākļi. Tā samazinās gan stipri lietainos laika apstākļos ar pazeminātu gaisa temperatūru, gan arī pārmērīgi sausā laikā mitruma deficīta apstākļos ar paaugstinātu gaisa temperatūru.

3.5. Mēslošanas agronomiskās efektivitātes vērtējums

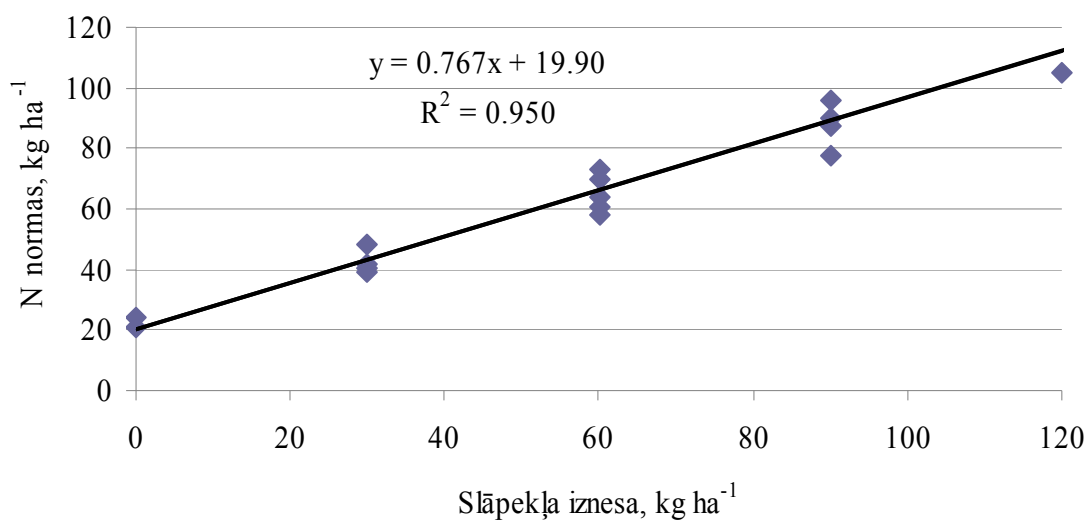
3.5.1. Augu barības elementu iznesa

Lai novērtētu lietotā mēslojuma agronomisko efektivitāti, salīdzinātu dažādas mēslojuma lietošanas shēmas, optimizētu augu barošanu ņemot vērā gan agronomiskos, gan arī ekonomiskos un ekoloģiskos aspektus, tiek lietoti vairāki specifiski kritēriji. Izmēģinājumā lietotā mēslošanas shēma un veiktās augsnes un augu ķīmiskās analīzes dod iespēju tos izskaitļot un pielietot pētījumu rezultātu izvērtēšanā. Kaut arī daļa no šiem kritērijiem nav absolūti rādītāji, bet dod relatīvu salīdzināšanas iespēju, to pielietojums ļauj precīzāk raksturot un argumentēti pamatot ieteikto mēslojuma lietošanas izvēli. Šajā darbā tiek izmantoti šādi vērtēšanas kritēriji:

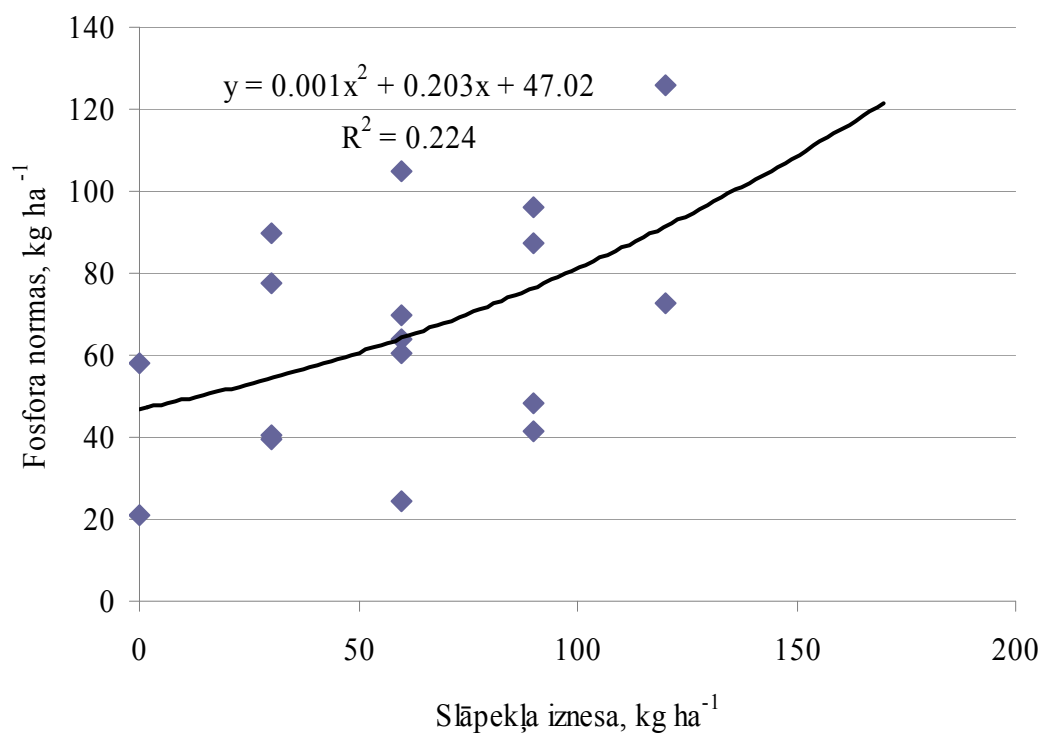
- augu barības elementu iznesa;
- augu barības elementu izmantošanās no pielietotā mēslojuma;
- augu barības elementu bilance;
- augu barības elementu izmantošanās no augsnē esošajiem to krājumiem;
- ražas pieaugums no 1 kg pielietotā mēslojuma.

Augu barības elementu iznesa – ķīmisko elementu pārnese, kas rodas, tiem tiekot iekļautiem biomasas sastāvā, kura tiek aizvākta no kādas platības vienības cilvēka vai dzīvnieku darbības rezultātā, piemēram, novācot kultūraugu ražu, dzīvniekiem patērējot biomasu u.c. Šajā gadījumā – tika aprēķināta slāpekļa, fosfora un kālija masa, kas no lauka tika aizvākta kopā ar airesnes sēklām (pamatprodukcija) un salmiem un pelavām (blakus produkcija). Ilustrācijai darbā attēlos tiks parādītas tikai sakarības par slāpekļa iznesi.

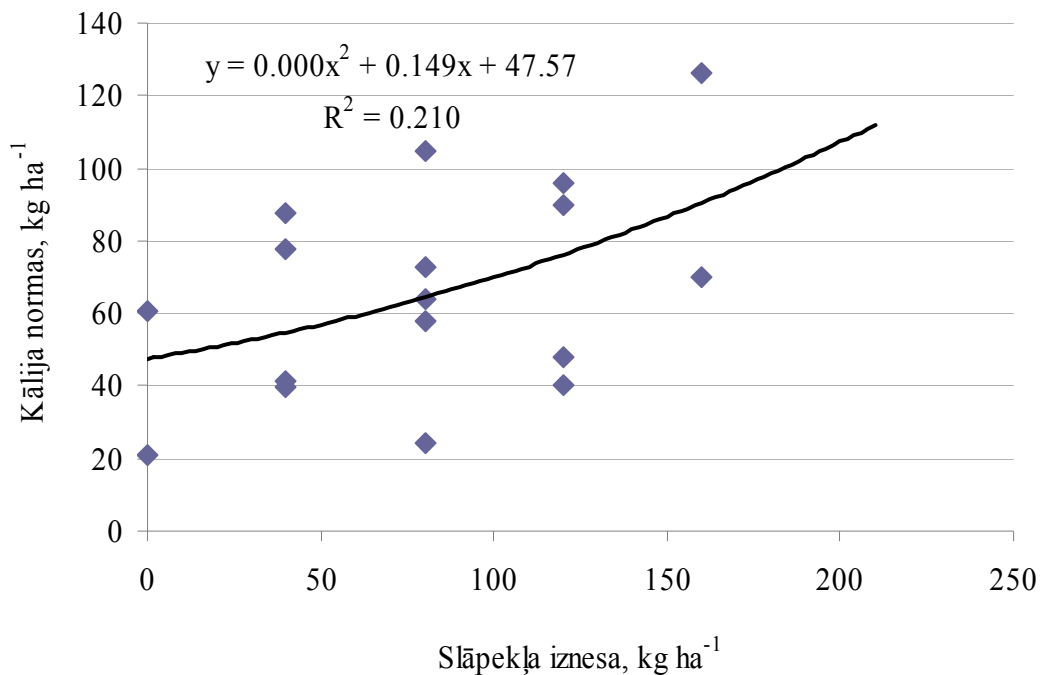
Analizējot iegūtos datus, skaidri parādījās tendence, ka: 1) palielinot attiecīgā elementa daudzumu mēslojumā pieauga tā iznesa ($R^2 = 0.950$) (3.5. att.); 2) arī citu elementu palielinājums mēslojumā palielināja slāpekļa un fosfora iznesi ar ražu, taču sakarības nav aprakstāmas ar pāru korelāciju (3.6. – 3.7. att.).



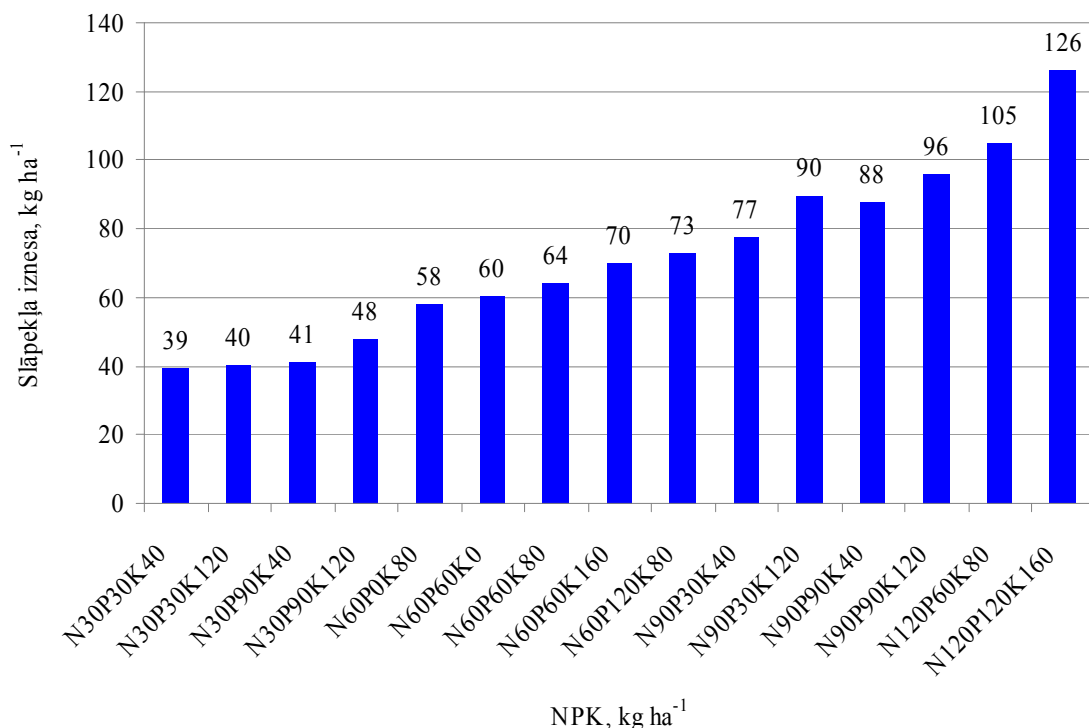
3.5. att. Slāpekļa iznesa atkarībā no N mēslošanas normas ($p < 0.01$).



3.6. att. Slāpekļa iznesa atkarībā no fosfora mēslošanas normas ($p < 0.01$).



3.7. att. Slāpekļa iznesa atkarībā no kālija mēslošanas normas ($p < 0.01$).



3.8. att. Slāpekļa iznesa atkarībā no NPK mēslošanas normas.

Kopumā augu barības elementu saimnieciskā iznesa (tas, kas ik gadus tiek novākts no lauka) maksimāli sasniedza 125.96 kg ha⁻¹ N (3.8. att.), 37.88 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 247.01 kg ha⁻¹ K₂O. To novēroja variantā, kur mēslošanas norma bija vislielākā – attiecīgi N₁₂₀P₁₂₀K₁₆₀ (42., 43., 44. pielikumi). Tādējādi var uzskatīt, ka ganību airene, to audzējot sēklu ieguvei ir vidēji prasīga attiecībā pret slāpekļa, bet prasīga – attiecībā pret kālija mēslojumu.

Augu barības elementu iznesas normatīvi ganību airenei, ja to izmanto sēklu ieguvei, Latvijā līdz šim nav noteikti. Tā pēdējo gadu publikācijās (Karklins, 2001; Līpenīte, Kārklīšs, 2001, Karklins, Lipenite, 2001) tiek norādīti vidējie skaitļi stiebrzālēm, kas tiek audzētas zaļmasas vai siena ieguvei, taču iztrūkst datu par sēklaudzēšanas sējumiem.

3.5.2. Augu barības elementu izmantošanās no pielietotā mēslojuma

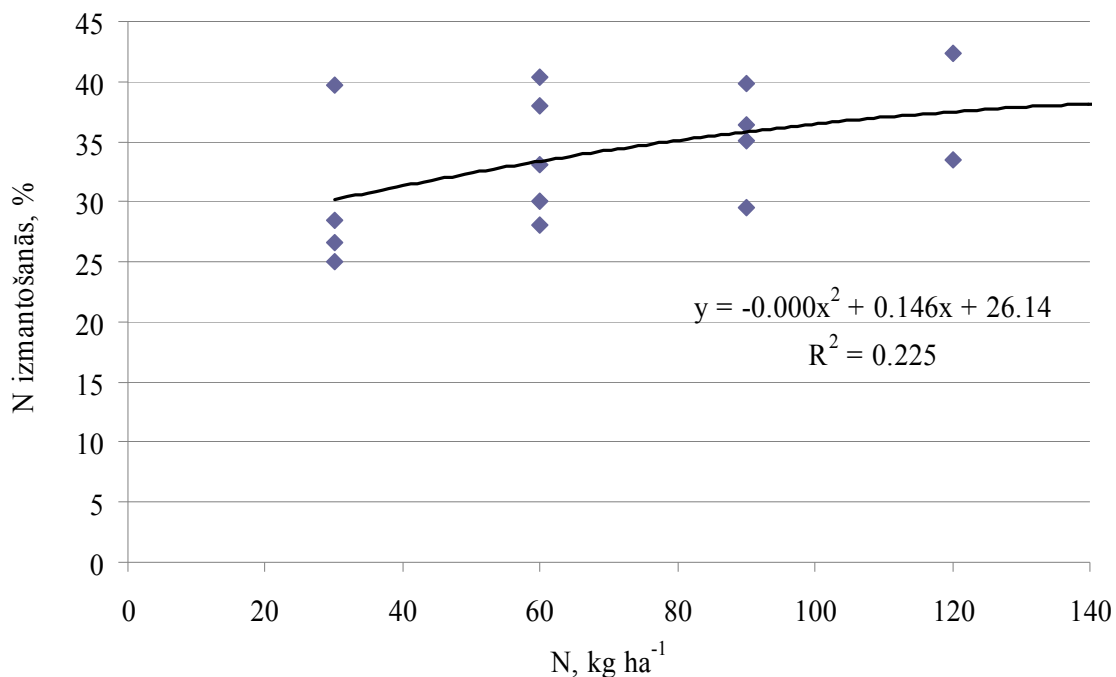
Agroķīmiska rakstura pētījumos par izmantošanās koeficientu mēdz apzīmēt kultūrauga izmantotā (uzņemtā) un kopējā, ar mēslošanas līdzekļiem iedotā vai augsne augiem izmantojamā veidā esošā daudzuma procentuālo attiecību, kas izteikta uz noteiktu laika periodu. Absolūtā lieluma noteikšana ir grūti realizējama, tāpēc parasti izmanto dažādas netiešās metodes, kuru skaitliskās vērtības ir relatīvas un nav savstarpēji salīdzināmas. Dažkārt to sauc par šķietamo izmantošanos, kas raksturo to augu barības elementu daļu, ko kultūraugs noteiktā laika periodā, domājams, ir uzņēmis no pielietotajiem mēslošanas līdzekļiem vai no augsne augiem izmantojamā veidā esošajiem to krājumiem. Mūsu pētījumos pielietotā metodika nedeva iespēju noteikt izmantošanās koeficientu absolūtās vērtības, tāpēc veiktie aprēķini ir attiecināmi uz šķietamās izmantošanās principu pielietojumu (Karklins, 2001).

Šajā darbā tika izmantots šāds pieņēmums. Noteikta augu barības elementa iznesa variantā, kur šis elements ar mēslojumu nav dots, kas tiek attiecināta kā no augsnes uzņemtā (I_a). Savukārt variantos, kur augu barības elements ir piegādāts ar mēslojumu, iznesu veido gan no augsnes uzņemtais barības elements (I_a), gan arī no mēslojuma uzņemtais (I_m). Tādējādi $I_{kop} = I_a + I_m$; jeb $I_m = I_{kop} - I_a$. Izmēģinājumā pielietotā mēslošanas shēma dod iespēju izmantošanās koeficientu rēķināt divējādi (Līpenīte, Kārklīšs 2001):

1. Par pamatu jeb bāzi ņemt kontroles variantu, kur ganību airenei nav dots nekāds mēslojums;
2. Par pamatu jeb bāzi ņemt to variantu, kur ganību airenei nav dots pētāmais elements, taču ir doti divi pārējie. Nosacīti to var apzīmēt par fona variantu atbilstošam barības elementam. Piemēram, attiecībā uz slāpekli, tas būs variants $N_0P_{60}K_{80}$, jo tajā slāpekļa mēslojums nav dots, taču PK – ir.

Slāpekļa iznesa abos šajos variantos nav vienāda, jo pielietotais PK mēslojums ir stimulējis N uzņemšanu no augsnes un uzkrāšanos ražā. Tāpēc mēslojuma izmantošanās koeficients relatīvi ir zemāks, ja par atskaites punktu tiek pieņemts fona variants. Analōģiskas likumsakarības ir arī aprēķinos par fosforu un kāliju izmantošanās koeficientiem.

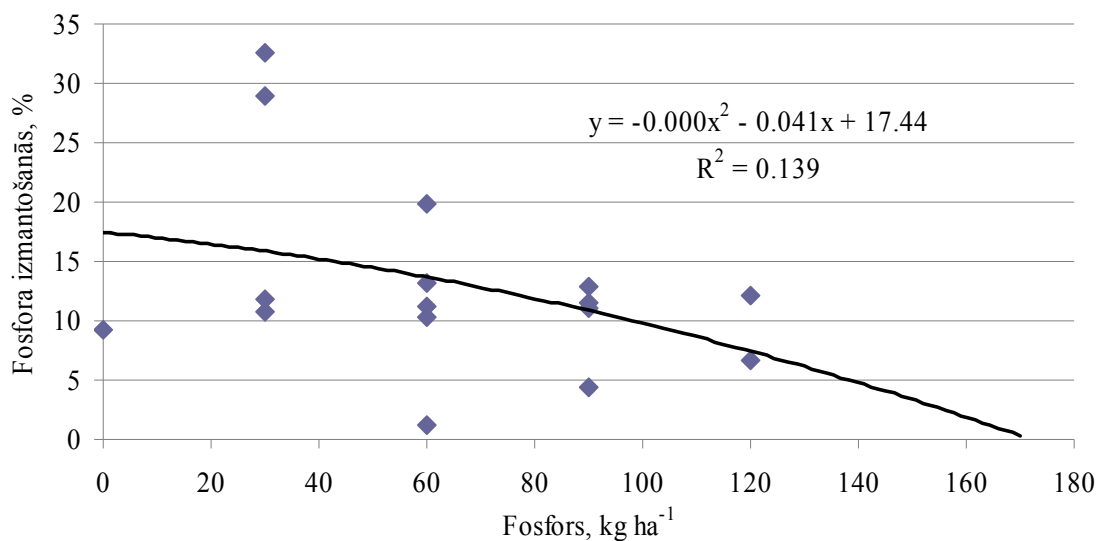
Slāpekļa izmantošanās koeficienta saistība ar pielietoto N mēslojumu ir parādīta 3.9. attēlā. Šajā gadījumā kā atskaites punkts ir ņemts fona variants. Determinācijas koeficients nav augsts, jo N iznesi un līdz ar to izmantošanos ietekmē arī P un K mēslojuma normas (faktoru mijiedarbība).



3.9. att. Slāpekļa izmantošanās atkarībā no N mēslošanas normas ($p < 0.01$).

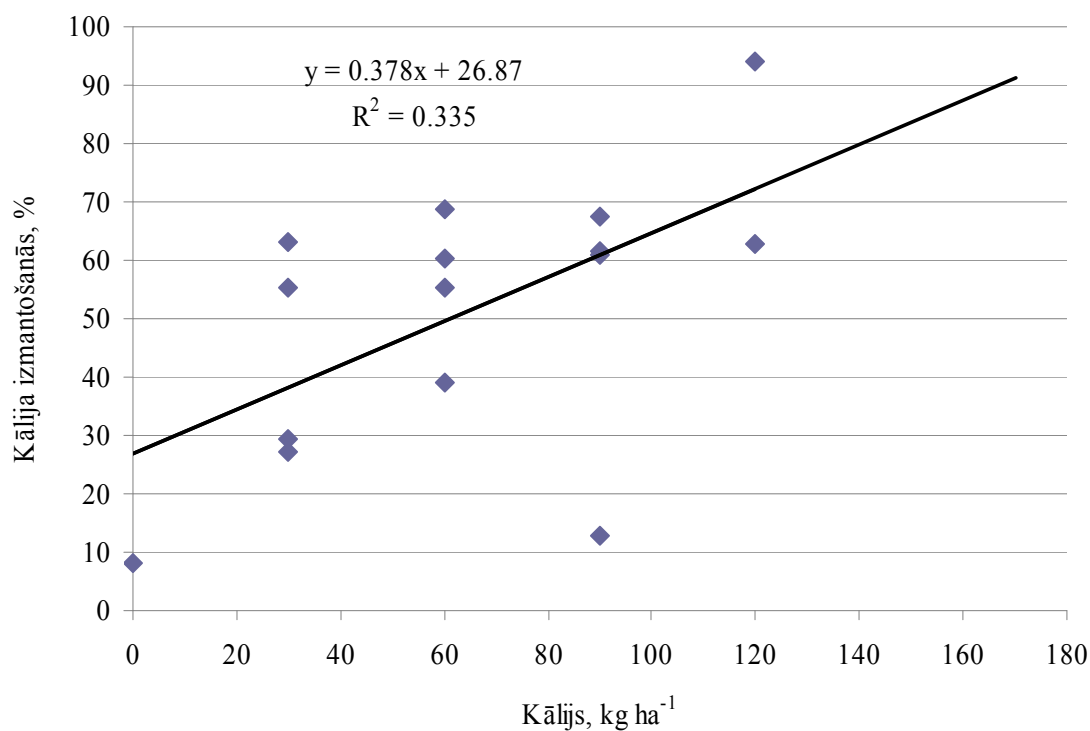
Vērtējot slāpekļa izmantošanās koeficientu (42. pielikums), kas atsevišķos variantos pārsniedz 40% no ar mēslojumu dotā daudzuma, to var apzīmēt kā pietiekoši augstu. Ja šajā pētījumā tika rēķināta tikai saimnieciskā iznesa, tad skatot no augu barošanās viedokļa, aīrenei slāpekļis bija nepieciešams arī sakņu masas veidošanai. Tādējādi var pieņemt, ka reālā slāpekļa uzņemšana un izmantošanās no pielietotā slāpekļa mēslojuma tuvojas 100%. Tādējādi ar minerālmēsliem pielietotais slāpekļa daudzums tika izmantots pilnībā un neradīja ekoloģisku risku to nelietderīgu zudumu dēļ. Aptuveni puse pielietotā daudzuma tiek saistīta sakņu sistēmā un tiks atbrīvota turpmākajos gados augsni apstrādājot un audzējot atbilstošu kultūraugu.

Aprēķinos iegūtais fosfora izmantošanās koeficients ievērojami svārstās, atkarībā no tā, kas tiek lietots par atskaites punktu. Ja tas ir kontroles variants, tad fosfora vidējā iznesa gadā sastāda $4.38 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, ja fona variants – tad $9.97 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ jeb 2.3 reizes vairāk (43. pielikums). Tas liecina, ka slāpekļa mēslojums ir ievērojami paaugstinājis aīrenes spēju uzņemt fosforu no augsnē esošajiem krājumiem. Ja par atskaites punktu tiek ņemts fona variants, atsevišķos variantos, kur fosfora mēslojums ir lietots, bet N norma ir bijusi zema – 30 kg ha^{-1} , iegūst negatīvas P izmantošanās vērtības. Fosfora izmantošanās koeficienta kopsakarība ar doto fosfora mēslojumu, par bāzi pieņemot kontroles variantu, ir parādīta 3.10. attēlā. Visaugstākās koeficienta vērtības – 28.87 un 32.62% tika iegūtas variantos $\text{N}_{90}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$ un $\text{N}_{90}\text{P}_{30}\text{K}_{120}$, tas ir tur, kur tika lietotas samērā augstas slāpekļa normas, bet mērenas fosfora mēslojuma normas. Tos var vērtēt kā ļoti labus rādītājus, jo viengadīgiem kultūraugiem (arī daudzgadīgām zālēm skatot viena gada griezumā) fosfora izmantošanās no dotā minerālmēslojuma reti kad pārsniedz 10 – 15% (Līpenīte, Kārklīšs, 2001). Arī tad, ja šos lielumus izskaitļotu, par bāzes vērtību ņemot iznesi fona variantā, to vērtības atbilstošos variantos būtu 10.25 un 14.00%, kas vienalga ir ļoti labi rādītāji un liecina par aīrenes spēju labi izmantot fosfora mēslošanas līdzekļus gan pirmajā, gan arī otrajā tās izmantošanas gadā.



3.10. att. Fosfora izmantošanās atkarībā no P mēslošanas normas ($p < 0.01$).

Līdzīga likumsakarība ir vērojama attiecībā uz kālija izmantošanos (3.11. att.). Kontroles variantā gada vidējā K₂O iznesa sastāda 23.18 kg ha⁻¹, fona variantā (N₆₀P₆₀) – ievērojami (2.75 reizes) vairāk – 63.75 kg ha⁻¹ (44. pielikums). Līdz ar to, aprēķinos par bāzi izmantojot fona variantu, pie N lietošanas normām zem 60 kg ha⁻¹ iegūst negatīvas kālija mēslojuma izmantošanās koeficienta vērtības. Kālija izmantošanās koeficientam nevarēja novērot loģisku kopsakarību ar doto kālija mēslojumu, taču pastāvēja zināmas likumsakarības ar pielietoto slāpekļa mēslojumu. Šīs likumsakarības, par bāzi pieņemot kontroles variantu, ir parādītas 3.11. attēlā.



3.11. att. Kālija izmantošanās atkarībā no slāpekļa mēslošanas normas ($p < 0.01$).

Visaugstākais izmantošanās koeficients (94.09%) ir sasniegts variantā N₁₂₀P₆₀K₈₀, t.i., tad kad lietoja pietiekoši augstu slāpekļa minerālmēsļu normu, bet mēreni – kālija mēslojumu. Vairumā gadījumu variantos, kur slāpekļa norma bija 60 kg ha⁻¹ un vairāk, šis koeficients svārstījās robežās 60 – 68%, ko var vērtēt kā labu rādītāju. Pat variantā, kur ar minerālmēsliem tika dots 160 kg ha⁻¹ K₂O, tā izmantošanās gada laikā sastādīja 62.70%. Tas liecina, ka izmēģinājumā lietotās kālija minerālmēsļu normas nav bijušas pārmērīgas. Ja airesnes mēslošanā tiek sabalansētas visu trīs lietoto augu barības elementu normas, tad iespējams sasniegt augstu lietotā mēslojuma izmantošanos, gan pirmajā, gan arī otrajā tās izmantošanas gadā.

3.5.3. Augu barības elementu bilance

Augu barības elementu bilance ir starpība starp noteiktā laika periodā kādā pieņemtā uzskaites vienībā ienesto un no turienes iznesto augu barības elementu masu. Atkarībā no aprēķinu metodes un datu ieguves veida un precizitātes izšķir vairākus augu barības elementu bilances veidus, pie kam savstarpēji salīdzināmi ir tikai tie dati, kas iegūti, izmantojot vienotu datu ieguves un aprēķina metodiku. Pētījumu specifika dod iespēju aprēķināt tā saukto kopējo augu barības elementu bilanci, t.i., starpību starp gada laikā augsnei ar minerālmēsliem ienesto augu barības elementu masu un to šo elementu daudzumu, kas šajā pat laika periodā atstāj augsni (tiek aizvākts kopā ar ražu). 3.28. tabulā ir doti divu veidu aprēķinu rezultāti.

3.28. tabula

NPK bilance ganību airesnes sējumā, vidēji divos zemeņa izmantošanas gados

Variants	Balance, kg ha ⁻¹ gadā			Balances intensitāte, % gadā		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	-10.40	-4.38	-23.18	0	0	0
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	-12.19	54.89	50.41	0	1174	270
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	10.30	22.09	-5.30	152	379	88
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	9.85	22.40	64.35	149	395	216
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	9.28	81.64	-8.47	145	1076	83
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	5.92	80.64	61.71	125	962	206
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	30.97	-9.97	12.63	207	0	119
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	29.78	49.41	-63.75	199	567	0
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	27.96	48.92	8.51	187	542	112
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	25.06	47.75	74.53	172	490	187
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	23.63	107.68	1.90	165	974	102
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	51.26	16.96	-38.28	232	230	51
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	45.11	15.84	23.54	200	212	124
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	46.25	75.29	-38.71	206	612	51
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	41.99	73.97	15.67	187	561	115
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	67.61	43.72	-18.45	229	369	81
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	57.02	101.06	36.50	191	634	130

Pirmajā gadījumā balance ir izskaitļota kā starpība starp augsnē ar minerālmēsliem ienesto NPK daudzumu un to saimniecisko iznesi ar ganību airesnes ražu (sēklas, salmi, pelavas), bet otrajā gadījumā ir aprēķināta balances intensitāte – iedotais barības elementu daudzums ir dalīts ar iznesi un reizināts ar 100. Šajā gadījumā var spriest, kuros izmēģinājuma variantos augsnē veidojas kāda barības elementa pārpalikums vai iztrūkums (balance ar mīnus zīmi un balances intensitāte < 100%), kā arī kādas vērtības tas sasniedz. Nosacīti var pieņemt, ka tas attiecas tikai ar to NPK daļu, ko aizvāc projām no lauka ar ražu. Visi citi iespējamie augu barības elementu translokācijas veidi (uzņemšana un deponēšanās saknēs un pēcplaujas atliekās, zudumi no sakņu zonas) šajā gadījumā netiek skatīti.

Vērtējot iegūtos rezultātus, var teikt, ka variantos, kuros iegūta augstākā ganību airesnes sēklu raža (3.1. tabula) ikgadējā slāpekļa mēslojuma norma bija 90 – 120 kg ha⁻¹ N. Slāpekļa kopējā balance šajos variantos svārstījās 45 – 67 kg ha⁻¹, jeb balances intensitāte sastādīja 187 – 232%, kas daudzgadīgām zālēm ir pieņemams rādītājs. Agronomiski labvēlīga fosfora balance veidojas variantos N₉₀P₃₀K₁₂₀ un N₉₀P₃₀K₄₀, t.i., pietiekoši slāpekļa, bet mēreni fosfora mēslojuma. Ja fosfors tiek izslēgts no mēslojuma (variants N₆₀P₀K₈₀), tas negatīvi atsaucas uz iegūto sēklu ražu. Ja kālija mēslojuma norma ir mazāka par 80 kg ha⁻¹ K₂O, tad tā balance veidojas negatīva. Taču ņemot vērā arī citu barības elementu mijiedarbību, kas ietekmē ražas lielumu, kālija daudzumam, ko ik gadus lieto ganību airenei, būtu jābūt ne mazākai par 120 kg ha⁻¹ K₂O.

3.5.4. Augu barības elementu izmantošanās no augsnē esošajiem to krājumiem

Ņemot vērā izmēģinājumu lauku augsnes īpašības, trūdkārtas dziļumu un augiem izmantojamā fosfora un kālija saturu augsnē, tika aprēķināti šo augu barības elementu krājumi trūdkārtā (3.29. tabula). Izmēģinājumu lauks, kas atradās netālu no Slavišānu mājām, raksturojās ar ievērojami labāku iekultivēšanas pakāpi, dziļu aramkārtu un augstu PK saturu tajā, tāpēc arī augiem izmantojamā fosfora un kālija krājumi tajā bija visaugstākie.

3.29. tabula

Augiem viegli izmantojamā fosfora un kālija krājumi augsnē

Trūdkārtas biezums, cm	Sakārtas blīvums, t m ⁻³	P ₂ O ₅		K ₂ O	
		mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
1999 – Okņas					
25	1.55	92.5	358	110.7	429
2000 – Meteņi					
24	1.45	99.3	346	66.6	232
2001 – Slavišāni					
35	1.50	156.0	819	142.3	747

Augsnē esošā, augiem izmantojamā fosfora un kālija izmantošanās tika aprēķināta tajos variantos, kuros attiecīgais barības elements ar mēslojumu netika lietots. Saimniecisko PK iznesi (sēklas, salmi un pelavas) attiecinot pret šo elementu krājumiem augsnē, tika aprēķināts PK izmantošanās koeficients. Tas rāda procentuāli cik šo augu barības elementu gada laikā no kopējiem augsnē esošajiem krājumiem tiek aizvākti no lauka ar ražu. Aprēķinu rezultāti ir sakopoti 3.30. tabulā.

3.30. tabula

PK izmantošanās no augsnes vidēji divos aires izmantošanas gados, %

Variants	1999		2000		2001	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	0.69	4.21	0.62	7.56	0.41	3.32
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	1.19	×	1.84	×	0.81	×
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	×	9.38	×	27.58	×	7.87

Ikgadējā augsnes fosfora izmantošanās nav augsta, tā svārstās robežās no 0.41 līdz 1.84%, pie kam izteikti augstāka tā ir variantā, kur tiek lietots slāpekļa un kālija mēslojums. Kālija izmantošanās ir ievērojami augstāka un sevišķi liela tā ir variantos, kur tiek lietots slāpekļa un fosfora mēslojums. Piemēram, ja Meteņu laukā slāpekļa un fosfora mēslojuma ietekmē tika stimulēta relatīvi augstas ražas veidošanās, tad airene gada laikā šeit ir izmantojusi 27.58% no aramkārtā esošā augiem viegli pieejamā kālija. Ja šāda prakse tiek ilgstoši turpināta, t.i., NP mēslojuma lietošana, taču nedodot kālija mēslojumu, tad sagaidāma progresējoša ražas samazināšanās kālija trūkuma dēļ, kā arī augsnē esošo kālija krājumu samazināšanās, kas var negatīvi ietekmēt citu kultūraugu augšanas apstākļus.

Tāpēc kālija nodrošināšanai ar mēslošanas līdzekļiem ir jāpievērš pienācīga vērība, jo ganību airene ir pieskaitāma pie kultūraugam, kas ir prasīgi attiecībā pret šo barības elementu.

3.5.5. Ražas pieaugums no 1 kg pielietotā mēslojuma

Ražas pieaugums, rēķinot uz vienu kg pielietotā mēslojuma ir vēl viens rādītājs, kuru var izmantot mēslošanas efektivitātes vērtējumam. Arī tas dod relatīvu salīdzinājumu, jo ne vienmēr augstas tā vērtības būs saimnieciski izdevīgas, piemēram, ja iegūts samērā krass ražas pieaugums salīdzinot ar nemēsloto variantu (kontroli), dodot tikai ļoti mērenas mēslojuma normas, kas nenodrošina iespējami augstas ražas ieguvu (3.31. tabula).

3.31. tabula

Ganību aires sēklu ražas pieaugums no 1 kg lietotās minerālmēslu tīrvielas, kg

Mēslojums	1. izmantošanas gads			2. izmantošanas gads			Vidēji abos izmantošanas gados		
	vidējā raža	ražas pieaugums		vidējā raža	ražas pieaugums		vidējā raža	ražas pieaugums	
		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK
N ₀ P ₀ K ₀	311	—	—	102	—	—	207	—	—
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	379	68	0.49	148	46	0.33	264	57	0.40
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	536	225	2.25	226	124	1.24	381	174	1.74
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	551	240	1.33	220	118	0.66	386	179	0.99

Mēslojums	1. izmantošanas gads			2. izmantošanas gads			Vidēji abos izmantošanas gados		
	vidējā raža	ražas pieaugums		vidējā raža	ražas pieaugums		vidējā raža	ražas pieaugums	
		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK		kg ha ⁻¹	kg uz kg NPK
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	538	227	1.42	237	135	0.84	388	181	1.13
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	572	261	1.09	273	171	0.71	423	216	0.90
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	598	287	2.05	359	257	1.84	479	272	1.94
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	569	258	2.15	380	278	2.32	475	268	2.23
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	617	306	1.53	411	309	1.55	514	307	1.54
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	658	347	1.24	425	323	1.15	542	335	1.19
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	594	283	1.09	409	307	1.18	502	295	1.13
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	625	314	1.96	504	402	2.51	565	358	2.23
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	642	331	1.38	523	421	1.75	583	376	1.56
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	713	402	1.83	519	417	1.90	616	409	1.86
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	693	382	1.27	561	459	1.53	627	420	1.40
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	700	389	1.50	593	491	1.89	647	440	1.69
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	727	416	1.04	617	515	1.29	672	465	1.16
Vidēji	591	296	1.48	384	298	1.42	486	279	1.44

Ja saimnieciskā prioritāte ir iegūt iespējami lielāku sēklu ražu, tad lietojamām minerālmēsļu normām ir jābūt pietiekoši augstām. Līdz ar to sēklu ražas pieaugums uz katru pielietoto NPK tīrvielas vienību nav augsts – tas svārstījās no 1.16 līdz 1.69 kg sēklu. Lai celtu mēslošanas efektivitāti, normu samazinājums acīmredzami nav risinājums, jo tad, atbilstoši eksperimenta rezultātiem, būtu ievērojami jāierobežo kālija minerālmēsļu lietošana, kas negatīvi atsauktos uz tā bilanci augsnē, jo kā liecina 3.30. tabulas dati, kālija iznesa ar ganību airesnes ražu bija ievērojama.

3.6. Ganību airesnes sēklaudzēšanas ekonomiskais vērtējums

Lai salīdzinoši novērtētu ganību airesnes sēklaudzēšanas ekonomiskos aspektus, kā arī noskaidrotu mēslošanas ietekmi uz šiem rādītājiem, tika veikts vienkāršots izmaksu – bruto ieņēmumu aprēķins. To var veikt balstoties uz šādiem pieņēmumiem.

1. Izmaksas, kas ir saistītas ar ganību airesnes audzēšanu un aptver visus agrotehniskos pasākumus, neskaitot mēslošanas līdzekļu lietošanu un ar tiem saistītās izmaksas, attiecināt kā **pastāvīgās izmaksas** – t.i., augkopības produkcijas ražošanas kopējās izmaksas (audzēšana, ražas novākšana, pirmapstrāde, realizācija).
2. Savukārt papildus izmaksas, kas ir saistītas ar mēslošanas līdzekļu lietošanu, un kuru lielums ir atkarīgs no pielietotā mēslojuma daudzuma un kvalitātes attiecināt kā **mainīgās izmaksas**. Tās atšķirsies pa izmēģinājuma variantiem un būs:

- mēslošanas līdzekļu vērtība (cena).
- izmaksas transportam līdz saimniecībai, uzglabāšana, sagatavošana un transports līdz laukam;
- minerālmēsļu izsējas izmaksas;
- papildus iegūtās ražas novākšanas, pirmapstrādes un realizācijas izmaksas.

Balstoties uz Latvijā vidējām ražošanas izmaksām, kas sakopotas 3.32. tabulā, tika veikts pastāvīgo izmaksu aprēķins, pieņemot, ka ganību aireses sēklu ieguvei tiek pielietoti zemāk minētie agrotehniskie pasākumi un darba operācijas.

3.32. tabula

Ganību aireses sēklaudzēšanas izmaksas

Veicamie darbi	Apjoms, materiāli	Izmaksas, Ls
Nezāļu ierobežošana pirmssējas gadā	Raundaps, 4 L ha ⁻¹	32.00
	Izsmidzināšana, ha	11.16
Augsnes aparšana	20 – 22 cm dziļi	32.74
Augsnes kultivēšana	10 – 12 cm dziļi	17.61
Minerālmēsļu izkliešana	N, P un K mēslojuma izkliešana	9.34
Sēkla ierīkošanai	12 kg ha ⁻¹	18.00
Ganību aireses sēja	Sēja	16.79
Minerālmēsļu sēja	N mēslojuma izkliešana	9.34
Nezāļu ierobežošana	MCPA 750 1.5 L ha ⁻¹	7.50
	Granstars Prēmija 15 g ha ⁻¹	3.75
	Izsmidzināšana, ha	11.16
Ražas novākšana	Kombains, sēklu transports	36.54
Sēklu kaltēšana		2.10
Sēklu tīrīšana, iesaiņošana		5.15

Balstoties uz iepriekšminēto loģiku, var pieņemt, ka izmaksas ganību aireses izaudzēšanai sēklu ieguvei un ražas novākšanai ar tiešo kombinēšanu labi iekultivētās tīrumu augsnēs, sastādīs aptuveni 213 Ls ha⁻¹. Savukārt mēslojuma izmaksas galvenokārt ir atkarīgas no tā lietošanas normas. Pašu mēslošanas līdzekļu cena ir būtiskākais izmaksu postenis.

Šajā aprēķinā tiek pieņemts, ka ganību aireses tiek mēslota ar Latvijā plaši lietotajiem mēslošanas līdzekļiem: amonija nitrātu, vienkāršo superfosfātu un kālija hlorīdu. To cena (atbilstoši uz 27.03.2008) par fizisko tonnu attiecīgi sastādīja 241.30; 167.90 un 300.00 Ls (LTVC, 2008). Attiecīgi 1 kg minerālmēsļu tīrvielas maksāja: N – 0.70 Ls, P₂O₅ – 0.90 Ls un K₂O – 0.54 Ls. Šos lielumus attiecinot uz izmēģinājumā lietotajām mēslojuma normām, iegūstam datus par tā vērtību katrā pētījumu variantā (3.33. tab.).

Tādējādi var teikt, ka mēslojuma vērtība variantos, kuros tika iegūta augstākā ganību aireses sēklu raža un kuri no agronomiskā viedokļa tika uzskatīti par labākajiem, ir līdzvērtīga ražošanas patstāvīgajām izmaksām, vai pat ievērojami pārsniedz tās. Jebkurš no augu barības elementiem, ja tiek paaugstinātas tā lietošanas normas, ievērojami ceļ kopējās izmaksas.

Lietotā mēslojuma vērtība, Ls ha⁻¹

Variants	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kopā
N ₀ P ₀ K ₀	×	×	×	×
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	×	54.00	43.20	97.20
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	21.00	27.00	21.60	69.60
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	21.00	27.00	64.80	112.80
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	21.00	81.00	21.60	123.60
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	21.00	81.00	64.80	166.80
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	42.00	×	43.20	85.20
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	42.00	54.00	×	96.00
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	42.00	54.00	43.20	139.20
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	42.00	54.00	86.40	182.40
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	42.00	108.00	43.20	193.20
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	63.00	27.00	21.60	111.60
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	63.00	27.00	64.80	154.80
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	63.00	81.00	21.60	165.60
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	63.00	81.00	64.80	208.80
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	84.00	54.00	43.20	181.20
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	84.00	108.00	86.40	278.40

Zināms izmaksu patēriņš ir saistīts arī ar minerālmēsli sēju. Var pieņemt, ka jebkuru granulēto minerālmēsli sēja sastāda 9.34 Ls ha⁻¹. PK minerālmēsli dodot pirms aireses sējas, var veidot mehānisku maisījumu un abus komponentus izsēt kopā, tādējādi ekonomējot izmaksas. Taču slāpekļa minerālmēsli ir jāsej atsevišķi, tas izsējas izmaksas palielina.

Pārējo izmaksu lielumi, kas izmantoti šajā aprēķinā, ir šādi.

- Minerālmēsli iegāde, glabāšana un transports līdz laukam – 2% no to vērtības.
- Sēklu transports līdz kaltei – uzglabāšanai – 0.51 Ls km⁻¹ par tonnu.
- Kaltēšana – 2.10 Ls t⁻¹.
- Tīrīšana, kondicionēšana, iesaiņošana – 5.15 Ls t⁻¹.

Ganību aireses sertificētās (C kategorija) sēklu realizācijas cena tika pieņemta 1.50 Ls kg⁻¹.

Balstoties uz iepriekšminētajiem nosacījumiem, tika veikts ganību aireses sēklaudzēšanas izmaksu–ieņēmumu aprēķins, atsevišķi izdalot pirmo izmantošanas gadu, kā arī dodot kopējo novērtējumu pa abiem sēklu ieguves gadiem (3.34., 3.35. tab.).

Mūsu izmēģinājumos ganību airenei 1. izmantošanas gada sēklaudzēšanas izmaksas sastādīja no 168.52 Ls ha⁻¹ (N₀P₀K₀) līdz 491.58 Ls ha⁻¹ variantā N₁₂₀P₁₂₀K₁₆₀. Augstāko bruto ieņēmumu ieguva variantā N₉₀P₉₀K₄₀ – 690.72 Ls ha⁻¹. Šādas izmaksas un ieņēmumi tiek iegūti tad, ja ganību aireses sēklu laukus izmanto tikai 1 gadu.

Ja sēklu laukus izmanto 2 gadus, tad pastāvīgās izmaksas (zelmeņa ierīkošanas izdevumi) samazinās 1.3 reizes, kopumā zināmā mērā pazeminot kopējās izmaksas (no 168.52 līdz 130.35 Ls ha⁻¹).

Vidēji divu izmantošanas gadu ganību aireses sēklaudzēšanas kopējās izmaksas sastādīja no 130.35 Ls ha⁻¹ (N₀P₀K₀) līdz 427.43 Ls ha⁻¹ (N₁₂₀P₁₂₀K₁₆₀). Augstāko bruto

ieņēmumu 1609.27 Ls ha⁻¹ ieguva variantā N₁₂₀P₆₀K₈₀ jeb par 3.4 reizēm vairāk nekā kontroles variantā (3.35. tabula).

3.34. tabula

Pirmā izmantošanas gada sēklaudzēšanas izmaksu–ieņēmumu balance, Ls ha⁻¹

Variants	Kopējās izmaksas, Ls ha ⁻¹	Raža, kg ha ⁻¹	Ražas vērtība, Ls ha ⁻¹	Bruto ieņēmumi, Ls ha ⁻¹
N ₀ P ₀ K ₀	168.52	311	466.50	253.32
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	275.06	379	568.50	293.44
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	282.78	536	804.00	521.22
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	325.98	551	826.50	500.52
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	336.78	538	807.00	470.22
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	379.98	572	858.00	478.02
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	289.04	598	897.00	607.96
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	299.84	569	853.50	553.66
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	352.38	617	925.50	573.12
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	395.58	658	987.00	591.42
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	406.38	594	891.00	484.62
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	324.78	625	937.50	612.72
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	367.98	642	963.00	595.02
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	378.78	713	1069.50	690.72
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	421.98	693	1039.50	614.52
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	394.38	700	1050.00	655.62
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	491.58	727	1090.50	598.92
Vidēji				535.00

Ja izmanto ganību aireses sēklu laukus tikai 1 gadu, tad vidējie ieņēmumi pa visiem izmēģinājumu variantiem sastāda 535.00 Ls ha⁻¹, ja sēklu laukus izmanto 2 gadus, vidējie ieņēmumi no ha ir 1173.71 Ls, t.i. par 638.71 Ls ha⁻¹ vairāk.

3.35. tabula

Vidēji divu izmantošanas gadu sēklaudzēšanas izmaksu–ieņēmumu balance, Ls ha⁻¹

Variants	Kopējās izmaksas, Ls ha ⁻¹	Sēklu raža 2 gados kopā, kg ha ⁻¹	Ražas vērtība, Ls ha ⁻¹	Bruto ieņēmumi, Ls ha ⁻¹
N ₀ P ₀ K ₀	130.35	413	619.5	489.15
N ₀ P ₆₀ K ₈₀	236.89	527	790.5	553.87
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	218.63	762	1153.5	934.87
N ₃₀ P ₃₀ K ₁₂₀	261.83	771	1156.5	894.67
N ₃₀ P ₉₀ K ₄₀	272.63	775	1162.5	889.87
N ₃₀ P ₉₀ K ₁₂₀	315.83	845	1267.5	951.67
N ₆₀ P ₀ K ₈₀	224.89	957	1435.5	1210.61
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	235.69	949	1423.5	1187.81
N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	288.23	1028	1542.5	1254.27
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₆₀	331.43	1083	1624.5	1293.07
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₈₀	342.23	1003	1504.5	1162.27

3.35. tabulas nobeigums

Variants	Kopējās izmaksas, Ls ha ⁻¹	Sēklu raža 2 gados kopā, kg ha ⁻¹	Ražas vērtība, Ls ha ⁻¹	Bruto ieņēmumi, Ls ha ⁻¹
N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	260.63	1129	1693.5	1432.87
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	303.83	1165	1747.5	1443.67
N ₉₀ P ₉₀ K ₄₀	314.63	1232	1848.0	1533.37
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	357.83	1254	1881.0	1523.17
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₈₀	330.23	1293	1939.5	1609.27
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	427.43	1344	2016.0	1588.57
Vidēji				1173.71

Tātad izvērtējot no ekonomiskā viedokļa, pierādās, ka saimnieciski izdevīgi ir ganību aireses sēklu laukus izmantot 2 gadus, – neraugoties uz nedaudz zemāko sēklu ražu, tiek panākts zināms izdevumu samazinājums pie sēklu lauku ierīkošanas un kopumā tiek sasniegti lielāki bruto ieņēmumi.

SECINĀJUMI

Balstoties uz izmēģinājumu gadu lauka eksperimentiem un veiktajām analīzēm, tiek izdarīti šādi secinājumi:

1. Ganību aireses sēklu ražas līmeni būtiski ietekmēja vairāki faktori:
 - mēslojums, – vidēji pa visiem NPK variantiem 1. izmantošanas gada sēklu lauku produktivitāte salīdzinājumā ar kontroli ($N_0P_0K_0$) palielinājās 1.9 reizes (591 kg ha^{-1} pret 311 kg ha^{-1} sēklu) 2. izmantošanas gadā – 3.8 reizes (384 kg ha^{-1} pret 102 kg ha^{-1} sēklu);
 - sēklaudzēšanas sējumu vecums, – 1. izmantošanas gada sēklu laukos vidējā 3 izmēģinājumu gadu sēklu raža sastādīja 591 kg ha^{-1} , bet 2. izmantošanas gadā – 384 kg ha^{-1} , t.i. par 35% mazāk;
 - meteoroloģiskie apstākļi sēklu veidošanās un sēklu ražas novākšanas laikā, – vislabvēlīgākajā ganību aireses augšanai 2002. gadā 1. izmantošanas gada zelmenī ieguva vidēji 646 kg ha^{-1} , bet samērā nelabvēlīgākajā 2000. gadā – 485 kg ha^{-1} , t.i. par 25% mazāk.
2. No NPK mēslojuma komponentiem vislielākā ietekme uz ganību aireses sēklu ražu bija slāpeklim, pie kam tā efektivitāte atšķirīga dažādos sēklu lauku izmantošanas gados, – ievērojami lielāka tā bija 2. izmantošanas gadā: 1. izmantošanas gadā palielinot N normas no N_{30} līdz N_{120} salīdzinājumā ar kontroles variantu tika iegūts sēklu ražas pieaugums par 59.4 – 107.0%, bet 2. izmantošanas gadā tas attiecīgi bija 91.4 – 384.0 procenti.
3. Ganību aireses zāles ražas līmeni NPK mēslojuma līdzekļi ietekmēja šādi:
 - vislielākā iedarbība bija N mēslojumam, – tā ietekmē zāles raža pakāpeniski pieauga līdz ar N minerālmēsļu normu palielināšanu: palielinot normu no 30 līdz 120 kg ha^{-1} zāles raža attiecīgi pieauga par 67 – 160%, salīdzinot ar kontroli, tomēr zāles ražas pieaugums uz 1 kg dotā N līdz ar mēslojuma normu palielināšanu zināmā mērā samazinājās, – dodot N_{30} uz 1 kg N tika iegūti 52.0 kg zāles sausnas, bet dodot N_{120} – tikai 31.0 kg ;
 - fosfora mēslojums pozitīvi ietekmēja zāles sausnas ražību, taču tikai līdz zināmam līmenim – P_2O_5 30 kg ha^{-1} . Turpmāka fosfora minerālmēsļu normu palielināšana zāles ražas palielināšanā uzrādīja tikai pozitīvas tendences, taču nebija būtiska.
 - kālija mēslojums salīdzinājumā ar fosfora, zāles ražu ietekmēja vairāk, – zāles sausnas raža būtiski palielinājās līdz pat maksimāli lietotajai normai.
4. Zāles ražas kvalitātes rādītājus visvairāk ietekmēja N mēslojums: tā iedarbībā ievērojami pieauga gan proteīna saturs zāles sausnā, gan arī proteīna ieguve no hektāra. N_{60} un N_{120} variantos ($P_{60}K_{80}$ fonā) kopproteīna saturs zāles sausnā palielinājās par 0.14 un 2.66%, bet kopproteīna ieguve no ha – attiecīgi par 98 un 226%; paaugstinātas N mēslojuma normas relatīvi vairāk sekmēja kopproteīna līmeņa paaugstināšanos un tā ieguvi no ha nekā zāles sausnas ražas pieaugumu.
5. Slāpekļa mēslojums būtiski ietekmēja sēklu lauku zelmeņa veidošanos: tā iedarbībā palielinājās zelmeņa biezība, stiebru garums, līdz ar ko samazinājās veldres izturība. 1. izmantošanas gadā tas radīja negatīvas sekas un daļēji samazināja sēklu ražu, bet 2. izmantošanas gadā, tas veicināja cerošanos. Vārpiņu skaits vārpā, sēklu skaits vārpiņā, 1000 sēklu masa maz mainījās NPK mēslojuma ietekmē.
6. Ganību airene ir ātras attīstības stiebrzāle, – par to liecināja ievērojami intensīvākā fotometriskā darbība zelmeņa 1. izmantošanas gadā salīdzinājumā ar

2. izmantošanas gadu, jo veidojās lielāka lapu laukuma virsma (vidēji 7.11 pret 3.87 m² m⁻²), bija augstāka fotosintēzes produktivitāte (vidēji 5.30 pret 3.30 g m² diennaktī).
7. Lapu laukuma virsmas indeksu un fotosintēzes tīro produktivitāti būtiski palielināja slāpekļa mēslojums, kā arī paaugstināts kālija mēslojums, bet neietekmēja fosfora mēslojums, tomēr vislielākā mērā šos rādītājus ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi lapu veidošanās laikā un zelmeņa vecums. LLI ievērojami samazinājās nelabvēlīgos laika apstākļos un jau 2. izmantošanas gada (3. dzīvības gada) zelmeņos.
 8. No izmēģinājumos pielietotajām NPK mēslojuma normām agronomiski labvēlīgākā bija – N₉₀P₃₀K₁₂₀, šajā variantā tika sasniegta augstākā mēslojuma izmantošanās gan 1., gan 2. ganību aireses sēklu lauku izmantošanas gadā.
 9. Saimnieciski izdevīgāk ganību aireses sēklu laukus izmantot 2 gadus, jo neraugoties uz neredz zemāko sēklu ražu, tiek panākts zināms izdevumu samazinājums un līdz ar to ieņēmumi no ha zināmā mērā ienākumi pieaug.
 10. Lai panāktu racionālu un ekoloģiski drošu NPK minerālmēslojuma izmantošanos ganību aireses sēklaudzēšanas sējumos jācenšas pielietot mēslojuma normas, tuvinātas augu barības vielu iznesām ar ražu (sēkla + salmi), nodrošinot N:P:K attiecību 1:0.3:2.0.

ATZINĪBA

Paldies LLU aģentūras Zemkopības zinātniskā institūta Selekcijas nodaļas kolektīvam, īpaši Veltai Lejiņai, par sniegto palīdzību lauku izmēģinājumu darbos un ganību airesnes paraugkūļu analīzē. Liels paldies manam konsultantam, Dr. agr. Pēterim Bērziņam, par pacietību, morālo atbalstu un konsultācijām darba izstrādes gaitā. Izsaku pateicību Dr. habil. agr. Astrīdai Runcei par sniegto atbalstu promocijas darba rediģēšanā.

INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Adamovich A., Kreismane Dz. (2000) Phytometric indices of yield formation in legume – grass swards. *In: Conventional and ecological grassland management: proceedings of the international symposium*. Tartu, July 4 – 6, 2000. Estonian Agricultural University. Tartu, p. 153 – 156.
2. Adamovičs A. (1995) Zālāju fotosintētiskās darbības rādītāji zālāju agrocenozēs. *No: Augkopība un laukkopība: praktiskās konferences* (1995. gada 9. un 10. februārī) materiāli. LLMZA, LLU. Jelgava: LLU, 6. – 7.lpp.
3. Adamovičs A. (1998) Zālaugi – stabilas lopbarības bāzes pamats. *Latvijas Lopkopis un Piensaimnieks*, Nr. 2., 4. – 5. lpp.
4. Adamovičs A., Driķis J. (1999) Zālāju sastāva un produktivitātes vērtējums tilpumainās lopbarības ražošanai. *No: Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija*. Jelgava: LLU, 7.64. – 7.73. lpp.
5. Akmal M., Janssens M. J. J. (2004) Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research*, Vol. 88, p.143 – 155.
6. Akmentiņa R. (1969) Slāpekļa mēslojuma un izsējas normu ietekme uz pļavas auzenes un ganību aireses sēklu ražu. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*, Februāris, Nr. 50, 11. – 12. lpp.
7. Antonija A. (1969) Kā jaunas ganības mēslot ar slāpekli. *Padomju Latvijas Lauksaimnieks*, Nr. 4, 18. – 19. lpp.
8. Avola R. (2006) Herbage quality of perennial and Italian ryegrass at different mineral fertilisation levels and defoliation frequencies. *In: 60 years of Research at the Latvian Agricultural Institute*. Skriveri, p. 103 – 109.
9. Bauer U., Pätzold H., Titze E. (1985) Die Zeistungsdauer der Saatgrasbestände kann verlängert werden. *Feldwirtschaft*, Vol. 26, No.4, S. 143 – 145.
10. Bērziņš P. (1970) *Kultivēto ganību ierīkošana Latvijas PSR Dienvidaustrumu daļas erodētās augsnēs*: autoreferāts lauks. zin. kand. grāda ieguvei. Skrīveri. 30 lpp.
11. Bērziņš P. (1984) Jauna ganību aireses šķirne ‘Spīdola’. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*, Nr.4., 25. – 26. lpp.
12. Bērziņš P. (1985) Stiebrzāļu šķirnes un sēklaudzēšanas agrotehnika. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*, Nr.11., 51. – 53. lpp.
13. Bērziņš P., Būmane Sk., Antonija A. (2001) Fosfora un kālija efektivitāte ganībās atkarībā no šo uzturvielu nodrošinājuma augsnē. *Agronomijas Vēstis*, Nr.3., Jelgava: LLU, 180. – 185. lpp.
14. Bērziņš P., Jansone B., Būmane S., Spārniņa M., Lukša S. (2002) Daudzgadīgo stiebrzāļu un tauriņziežu selekcijas darba rezultāti. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 4., Jelgava: LLU, 181. – 185. lpp.
15. Boruks A. (1982) *Zemes izmantošanas efektivitāte*. Rīga: Zinātne. 223 lpp.
16. Boruks A. (1996) *Lauksaimniecības reģionālā specializācija un teritoriālais izvietojums Latvijā*. Rīga: Auditorfirma ‘Grāmatvedis’. 168 lpp.
17. Boruks A. (2004) *Dabas apstākļi un to ietekme uz agrovīdi Latvijā*. Rīga. 166 lpp.
18. Boruks A., Kārklīšs A., Nikodemus O. (2002) *Augsnes izpētes un zemes novērtējuma metodikas pilnveidošanas problēmas*. Skrīveri. 148 lpp.
19. Būmane S., Bughrara S. (2003) Optimization of mineral nutrition for perennial ryegrass seed production. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Jelgava: LLU, Nr. 8 (303), 70. – 73. lpp.

20. Būmane Sk., Adamovičs A. (2000) Timotiņa un niedru auzenes šķirņu fotosintēzes tīrā produktivitāte. *Agronomijas Vēstis*, Nr.2, Jelgava: LLU, 16. – 18. lpp.
21. Burbidge A. (1977) *Lodging and its control in Lolium perenne grown for seed*: PhD thesis paper. University of Nottingham. 64 p.
22. Chilcote D. O., Youngberg H. W., Stanwood P. C., Kim S. (1980) Post-harvest residue burning effects on perennial grass development and seed yield. *In: Seed Production*. Hebblethwaite P. D. (ed.) Butterworths, London, p. 91 – 103.
23. Čirkovs J. (1978) Lauksaimniecības meteoroloģijas pamati. Rīga: Zvaigzne. 186 lpp.
24. Claessens A., Michaud R., Belanger G., Mather D. E. (2005) Leaf and stem characteristics of timothy plants divergently selected for the ratio of lignin to cellulose. *Crop Science*, Vol. 45, p. 2425 – 2429.
25. Conrad H. R., Prattand A. D., Hibbs J. W. (1964) Regulation feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science*, Vol. 47, p. 54 – 62.
26. Cookson W. R., Rowarth J. S., Cameron K. C. (2000) The response of a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop to nitrogen fertilizer application in the absence of moisture stress. *Grass Forage Science*, No. 55 (4), p. 314 – 325.
27. Doyle C. J., Morrisison J., Camm B. M., Reeks J. (1984) Practical potential of legumes: an economic assessment. *In: Forage legumes: proceedings of a symposium organised by the British Grassland Society*, 21– 23 February 1984, Berkshire College of Agriculture, Burchett's Green, Maidenhead. Maidenhead, Berkshire: British Grassland Society, p. 152 – 165.
28. Emmenger J. (1985) Effects de la fumure ayotee du nombre de conpres sur des types de melange pour prairies temporaries. *Rev. Suisse Agronomy*, No. 17 (12), p. 121 – 125.
29. Evans D. R., Hill J. (1984) Co adaptation and the performance of white clover / perennial ryegrass mixtures. *In: Forage legumes: proceedings of a symposium organised by the British Grassland Society*, 21– 23 February 1984, Berkshire College of Agriculture, Burchett's Green, Maidenhead. Maidenhead, Berkshire: British Grassland Society, p. 191 – 192.
30. Evans L. T. (1964) *Reproduction Grasses and Grasslands*. London–Melbourne. 153 p.
31. Evans L. T. (1993) *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge: Cambridge University Press. 145 p.
32. Falkowski M., Olszewska L., Kukułka I., Kozłowski S. (1986) Response of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars to nitrogen and water. *Biuletyn Oceny Odmian*, No.11, p. 103 – 111.
33. Fisher G. J., Waterhouse A., Wyllie I., Robertson, A. D. (1993) Intensification and Botanical Change. *In: Semi – Natural Hill Pastures: Occasional Symposium of British Grassland Society*, No. 28, p. 269 – 171.
34. Gardner E. H. (1960) *Potassium release from several western Oregon soils and its relationship to crop growth and soil mineralogy*. Thesis. Oregon State College, Corvallis. 33 p.
35. Geipele B. (1970) *Dažu lopbarības kultūru ražas atkarībā no organiskām vielām bagātā augšņu agroķīmiskajām īpašībām un minerālmēslu devām*: autoreferāts lauks. zin. kand. grāda ieguvei. Jelgava: LLA. 48 lpp.

36. Gemste I. (1991) *Augsnes organiskā viela intensīvas zemkopības apstākļos*. Rīga: Zinātne. 109 lpp.
37. Goliński P. (2001) Effectiveness of nitrogen fertilization in seed production of *Lolium perenne* L. **In:** *Rocz. Nauk. Poznań: Rozp. Nauk*, p. 5 – 103.
38. Goliński P. (2002) Potential for increasing the yielding of seed plantations of *Lolium perenne* L. *Łśkarstwo w Polsce*, No. 5, p. 65 – 74.
39. Golinski P. (2003) Effectiveness of pasture overdrilling with *Lolium perenne* using different methods of sod preparation. **In:** *Optimal Forage Systems for Animal production and the Environment: Grassland Science in Europe*. Bulgaria, Vol. 8, p. 134. – 137.
40. Greenwood D.J. (1982) Modeling of crop response to nitrogen fertilizer. *Phil. Trans. Soc. B* 296, p. 351 – 362.
41. Greenwood D. J., Gastal F., Lemaire G. et al. (1991) Growth rate and % nitrogen of field grown crops. Theory and experiments. *Annals of Botany*, Vol. 67, No.2, p. 181 – 190.
42. Griffiths D. J., Lewis J., Bean E. W. (1978) Problems of breeding for seed production in grasses. **In:** *Seed production*. London – Boston: Butterworths, p. 694.
43. Gutmane I., Adamovich A. (2004) Productivity and yield of *Festulolium* and *Lolium* × *Boucheanum* varieties. *Grassland Science in Europe*, Vol. 9, Switzerland, p. 1231.
44. Gutmane I., Adamovich A. (2005) *Festulolium* and *Lolium* × *Boucheanum* dry matter yield formation under climatic conditions of Latvia. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 8, Jelgava: LLU, p. 266 – 271.
45. Hampton J. G., Clemence T. G. A., Hebblethwaite P. D. (1983) Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. Response of amenity types and influence of growth regulator. *Grass Forage Science*, No. 38 (4), p. 97 – 105.
46. Harvey M. R., Grothes S. H., Hayes P. (1984) Dry matter and quality of herbage harvested from *Hilcus lanatus* and *Lolium perenne* grown in monocultures and in mixtures. *Grass Forage Science*, No. 39. (2), p. 159 – 165.
47. Hastvald L. T. (1998) Use of regrowth for forage in seed crops of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.). *Grass Forage Science*, No. 53, p. 129 – 136.
48. Hebblethwaite P. D., Ahmed M. (1978) Optimum time of combine harvesting for amenity grasses grown for seed. *Journal of British Grassland Society*, No. 33, p. 35 – 40.
49. Hebblethwaite P. D., Ivins J. D. (1977) Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. I. Level of application. *Journal of the British Grassland Society*, No. 32, p. 195 – 204.
50. Hebblethwaite P. D., Ivins J. D. (1978) Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. II. Timing of nitrogen application. *Journal of the British Grassland Society*, No. 33, p. 159 – 166.
51. Hebblethwaite P. D., Wright D., Nobel A. (1980) Some physiological aspects of seed yield in *Lolium perenne* L. (perennial ryegrass). **In:** *Seed production*. Ed. by P. D. Hebblethwaite. London: Butterworths. p. 71 – 90.
52. Heinackis I. (1975) *Labāko zāļu maisījumu noskaidrošana kultivēto pļavu ierīkošanai Latvijas PSRS piejūras zemes kūdres augsnēs*: autoreferāts lauks. zin. kand. grāda ieguvei. Skrīveri. 53 lpp.
53. Heinackis I. (1978) Dažu stiebrzāļu ķīmiskais sastāvs. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*, Nr. 10., 63. lpp.

54. Heinackis I. (1987) Pļavu zelmeņu mēslošana jaunapgūtos mazsadalījušos kūdrājos. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*, Nr. 4., 47. – 48. lpp.
55. Hill M. J., Watkin B. R. (1975) Seed production studies on perennial ryegrass, timothy and prairie grass. 2. Changes in physiological components during seed development and time and method of harvesting for maximum seed yield. *Journal of the British Grassland Society*, No. 30, p. 133 – 143.
56. Hinders R. (1999) Forage NDF digestibility improves predictability of milk response. *In: Feedstuff: the weekly newspaper for agribusiness*, Vol. 71, No. 19.
57. Holms I. (1974) Ganību airene. *No: Daudzgadīgo zāļu sēklkopība*. Sast. E. Dambergs. Rīga: Liesma, 112. – 120. lpp.
58. Hopkins A. (2004) Climate change impacts and grassland. *In: IGER Innovations*, p. 47 – 51.
59. Horneck D., Hart. J. (2001) Spring Potassium application on grass grown for seed. *In: Crop & Soil News/Notes*, Vol.15, No.8, Corvallis: Oregon State University Extension Service, p. 38 – 42.
60. Jansone R. (1973) *Timotiņa un kamolzāles sēklaudzēšanas agrotehnika*. Rīga: Zinātne. 86 lpp.
61. Jansone R., Bebre G. (2006) Zāļu selekcija un sēklaudzēšana Priekuļu selekcijas stacijā. *No: Zemkopības institūta zinātnei – 60*. Skrīveri, 37. – 43. lpp.
62. Jurek M. (1987) Development properties and way of use as stability factors of *Lolium perenne* L. *In: Biological IHA*, Vol. 162, p. 105 – 111.
63. Jurek M. (1987) Natural habitat factors limiting stability of *Lolium perenne* L. *In: Biological IHA*. Vol. 162, 113 – 122 p.
64. Kadziulis L. (1972) Value of grasses. *In: Cultivation and utilization of perennial fodder crops*. Mintis, p. 22 – 41.
65. Kaldmāe H., Kirsē R., Kārt O., Vadi M. (1999) Determination of fibre content and digestibility of silage. *In: Proceedings of 12th International Silage Conference*, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden, 5 – 7 July, 1999. Uppsala, p. 191 – 192.
66. Kaldmāe H., Vadi M. (2002) Effects of the growth stage of grasses and legumes on nutritive value and digestibility of silage. *In: Proceedings of 13th International Silage Conference*, Scottish Agricultural College, Auchincruive, Scotland, September 11– 13, 2002. Auchincruive, p. 122 – 123.
67. Kalējs A. (1996) Zāles lopbarības barotāvērtība atkarībā no sagatavošanas tehnoloģijas. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Jelgava: LLU. Nr. 4: 1(281), 13. – 16. lpp.
68. Kārkliņš A. (1995) *Starptautiskās augsnes klasifikācijas sistēmas*. Jelgava: LLU. 243 lpp.
69. Karklins A. (2001) Model for the calculation of nutrient offtake by crop: 'OFTAKE' model. *Journal of the Polish Fertilizer Society* (Nawozy i nawożenie), No. 1 (6), p. 63 – 74.
70. Karklins A., Lipenite I. (2001) Validation of standard values for crop nutrient off-take. *Journal of the Polish Fertilizer Society* (Nawozy i nawożenie), No. 2 (7), p. 27 – 34.
71. Katova A., Baert J., Tomov P., Van Bockstaele E. (2003) Comparison of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties and populations for dry matter productivity and ecological stability. *In: Optimal Forage Systems for*

- Animal production and the Environment. Grassland Science in Europe*, Vol. 8, p. 130 – 133.
72. Keady T.W.I, Maine C. S., Fitzpatrick D. A. (1999) Prediction of the feeding value of grass silage from analysis of herbage at the point of ensilage. **In:** *Proceedings of 12th International Silage Conference*, Uppsala, Sweden, p. 195 – 196.
 73. Krauss A. (2000) Potassium, integral part for sustained soil fertility. **In:** *Potassium and phosphorus: fertilisation effect on soil and crops*. Lithuania, Dotnuva – Akademija, p. 7 – 19.
 74. Krūklande M., Priekulis J. (1981) *Zālaugu konservēšana hermetizētās glabātuvēs*. Rīga: Avots. 162 lpp.
 75. Kryzeviciene A., Zemaitis V. (1999) Cereal seed–grass species productivity at stand aging. *Biologija*, No. 1, p. 12 – 14.
 76. *Kultivētās ganības* (1977). Sast. J.Vaivars. Rīga: Liesma. 140 lpp.
 77. Lācis A. (1968) *Lopbarības pupu audzēšana velēnu vāji podzolētā augsnē Latvijas PSR: autoreferāts lauks. zin. kand. grāda ieguvei*. Skrīveri. 46. lpp.
 78. Lācis H. (1942) Mēslojuma ietekme uz pļavas auzenes un timotiņa sēklu ražu. **No:** *Lauksaimniecības izmēģinājumi un pētījumi*, Nr. 1, 3. – 14. lpp.
 79. Lambert R., Peeters A., Toussaint B. (2004) Modelling leaf area index of perennial ryegrass according to nitrogen status and temperature. **In:** *Grassland Science in Europe*, Switzerland, p. 793 – 795.
 80. Lane G.P.F., Wilkinson J.M. eds. (1998) *Alternative Forage for Ruminants*. Chalcombe Publications. 151 p.
 81. Latvietis J. (1991) *Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšana*. Rīga: Zvaigzne. 196 lpp.
 82. *Latvijas Statistikas Gadagrāmata* (2008). Rīga: Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde. 568 lpp.
 83. Lemežiene N., Kanapeckas J., Tarakanovas P., Nekrošas S. (1997) Productivity of most important perennial forage grasses in the central lowland of Lithuania. **In:** *Proceeding of the international Conference*, Dotnuva–Akademija, p. 124 – 129.
 84. Liepa I. (1974) *Biometrija*. Rīga: Zvaigzne. 336 lpp.
 85. Līpenīte I., Kārklīšs A. (2001) Augu barības elementu iznesu aprēķins normatīvu precizēšanai. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*. Jelgava, Nr. 4., 35. – 39. lpp.
 86. Lucerno D. W., Grieu P., Gürkert A. (1999) Effect of water deficit and plant interaction on morphological growth parameters and yield of white clover (*Trifolium repense* L.) and ryegrass (*Lolium perenne*) mixtures. *European Journal of Agronomy*, No. 11, p. 167 – 177.
 87. Martyniak J. (1981) Changes in some elements of yield structure in cultivars of selected grass species under the influence of nitrogen fertilization. *Biul. Oceny Odmian*, No. 9, 1 – 2 (13 – 14), p. 89 – 99.
 88. Martyniak J., Domański P. (1983) Seed yield fluctuations in cultivars and species of forage grasses. **In:** *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, No. 282, p. 67 – 79.
 89. Martyniak J., Żyłka D. (1997) Variability of reproduction coefficient of wild forms and cultivars of selected grass species. **In:** *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, No. 451, p. 183 – 205.
 90. Meijer W. J. M., Vreeke S. (1988) The influence of autumn cutting treatments on canopy structure and seed production of first – year crops of *Poa pratensis*

- L. and *Festuca rubra* L. *Neth. Journal of Agriculture Science*, Vol. 36, p. 315 – 325.
91. Michalovsky O. (1962) Russian wild rye grass. *In: Seed World*, No. 9, p. 6 – 8.
 92. Mičulis J., Kravale D., Ramane I. (1998) Veģetācijas fāzes ietekme uz proteīna kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu dažāda sastāva zelmeņos. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*. Jelgava: LLU, Nr. 17, 52. – 56. lpp.
 93. Morrison J. (1972) Botanical deterioration of some sown grassland in England. *Journal of the British Grassland Society*, No. 27, p. 202 – 207.
 94. Munson R. D. (1972) Interaction of potassium and other ions. *In: The Role of Potassium in Agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, p. 321 – 354.
 95. Naydenova Y., Pavlov D., Katova A., Day P. (2003) Estimation of chemical composition and digestibility of perennial grasses by regression equations. *In: Optimal Forage Systems for Animal production and the Environment. Grassland Science in Europe*, Vol. 8, p. 211 – 214.
 96. Nodrestgaard A. (1992) Split nitrogen application in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for seed production in Denmark. *Tidsskr. Planteavl.*, No. 96, p. 163 – 168.
 97. Nordestgaard A. (1974) Experiments with autumn and spring application of increasing amounts of nitrogenous fertilizer to meadow fescue (*Festuca pratensis*) for seed growing. *Tidsskr. Planteavl.*, No. 78, p. 395 – 407.
 98. Oke T. R. (1978) *Boundary layer climates*. London – New York. 354 p.
 99. Orskov E. (1987) *The Feeding of Ruminants*. Chalcombe Publications. 90 p.
 100. Osītis U. (1996) *Barības līdzekļu enerģētiskā un proteīna vērtēšanas sistēmas dažādās Eiropas valstīs*. Jelgava: LLU. 95 lpp.
 101. Osītis U. (2005) *Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā*. Jelgava: LLU. 320 lpp.
 102. Ošmane B. (2004) *Veģetācijas fāzes ietekmes likumsakarības uz Latvijā audzējamo stiebrzāļu skābējamību un barotājvērtību*. Promocijas darbs Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava: LLU. 174 lpp.
 103. Ošmane B., Ramane I. (2002) Buferkapacitātes izmaiņas dažādās stiebrzāļu veģetācijas fāzēs un iegūto skābbarību fermentācijas intensitāte. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 4, Jelgava: LLU, 116. – 120. lpp.
 104. Ošmane B., Ramane I. (2003) Influence of conservation methods on protein losses in grass silages harvested at different stages of maturity. *In: Proceedings of the NJF's 22nd Congress "Nordic Agriculture in Global Perspective", July 1 – 4, 2003, Turku, Finland. – Turku, 2003*. Turkey, Finland, p. 64.
 105. Ozoliņa G. (1975) *Kā augs izmanto saules enerģiju*. Rīga: LPSR ZA izdevn. 20 lpp.
 106. Paul R. A. (1986) *Meteorology*. London – New York: MacMillan Publishing Co. 262 p.
 107. Pommers P. (1955) *Daudzgadīgās zāles un to paātrināta pavairošana*. Rīga: LVI. 154 lpp.
 108. Pommers P. (1956) *Ilggadīgās ganības, to ierīkošana un izmantošana*. Rīga: LVI. 230 lpp.
 109. Pommers P. (1959) *Paātrināta kultivēto ganību ierīkošana minerālaugsnēs*. Rīga: Latvijas PSR Lauks. ministrija. 201 lpp.

110. Prończuk S., Prończuk M., Krawczyk M., Osiński R. (1996) Seed yielding ability of perennial ryegrass cultivars different in earing time. *Biul. IHAR*, No. 199, p. 93 – 99.
111. Ramane I. (1999) Lopbarības kvalitātes nozīme augstvērtīga piena ieguvei. **No:** Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniska monogrāfija. LLU, 7.73. – 7. 80. lpp.
112. Raymond F., Waltham R. (1996) *Forage Conservation and Feeding*. Farming Press. 238 p.
113. Rost I. (1993) The composition of feeds. *Veepro Hollan.*, No. 18, p. 22 – 23.
114. Rowarth J. S., Archie W. J., Cookson W. R. et al. (1999) The link between nitrogen application, concentration of nitrogen in herbage and seed quality in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *J. App. Seed Prod.*, Vol. 17, p. 1 – 6.
115. Rudze M. (1975) Lopbarība un tās izēdināšana. **No:** *Novākšanas laika ietekme uz daudzgadīgo zāļu skābbarības kvalitāti, barības vērtību un apēdamību*. Rīga: Zvaigzne, 5. – 22. lpp.
116. Rulle S. (1996) Minerālmēslu lietošanas pēctiekme applūstošajās palieņu pļavās. **No:** *Zinātniskās konferences raksti. LLU, LLMZA*. Jelgava: LLU, 98. lpp.
117. Runce A. (1999a) Daudzgadīgās zāles – lopbarības pamats. **No:** *Lopkopības gadagrāmata*. Ozolnieki: LLKC, 39. – 45. lpp.
118. Runce A. (1999b) Zālāju optimālā zelmeņa botāniskā sastāva struktūra augstvērtīgas lopbarības ieguvei. **No:** *Augstvērtīgas lopbarības produkcijas ieguves nosacījumi: zinātniski praktiskās konferences materiāli*, Sigulda, 4. – 11. lpp.
119. Ruža A. (1986) *Laukaugu ražošanas programmēšanas pamatprincipi*. Jelgava: LLA. 42 lpp.
120. Ruža A. (1999) Phytometric indices of yield formation of barley. **In:** *Agro ecological optimization of husbandry technologies: Proceedings of International Scientific Conference of Baltic states agricultural universities*, 8 – 10 July 1999, Jelgava. Jelgava: LUA, p. 240 – 249.
121. Salisbury F. B., Ross C. W. (1985) *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Co., USA. 310 p.
122. Skuodiene R. (2003) Chemical composition and nutritive value of grasses in relation to management regimes. *Grassland Science in Europe*, Bulgaria, Vol. 8, p. 207 – 210.
123. Sokolovič D., Tomič Z., Ignjatovič S., Šurlan– Momirovič G., Žinovič T. (2002) Genetic variability of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) autochthonous populations. II. Dry matter yield and chemical composition. *Grasslands Science in Europe*, Vol. 7, p. 92 – 93.
124. Sovers E. (1982) *Zāles lopbarība*. Rīga: Avots. 106. lpp.
125. Steigens A. (1999) Nākotne sākas šodien: ceļā uz ilgtspējīgu attīstību. Rīga: Nordic. 221 lpp.
126. Stoddart J. L. (1968) Biochemical aspects of seed ripening in grasses. *J. Natn. Inst. Agric. Bot.*, No.11, p. 370 – 377.
127. Szczepanek M. (2006) Stability of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) plants cultivated for seeds at varied levels of nitrogen fertilization. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU)*, Vol. 9(4), No. 56, p. 38 – 46.

128. Szczepanek M., (2005) Stability of *Lolium perenne* L. cultivated for seeds depending on a way of sowing and row spacing. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, No. 4 (2), p. 101 – 112.
129. Szczepanek M., Skinder Z. (2004) Effect of the sowing method, date and row spacing on the yielding of 'Stadion' perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivated for seed. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 7, Issue 2, Series Agronomy, p. 26 – 32.
130. Szczepanek M., Skinder Z., (2006) Effect of agro technical factors on seed yield quality in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in three-year period of use. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, No. 5 (1), p. 63 – 70.
131. Tamminga S., Hof G. (1999) Feeding systems for dairy cows. **In:** *Animal Nutrition*, 2nd ed. Wageningen Agricultural University, Department of Animal Science, p. 25 – 35.
132. Tērauds V. (1972) *Pļavas un ganības*. Rīga: Zvaigzne. 304. lpp.
133. Vaivars J. (1968) *Ar atsevišķām stiebrzāļu sugām un zāļu maisījumiem ierīkoto kultivēto ganību ražība atkarībā no slāpekļa mēslojuma*: autoreferāts lauks. zin. kand. grāda ieguvei. Skriveri. 45 lpp.
134. Valentine J., Charles A. H. (1979) The association of dry matter yield with nitrogen and soluble carbohydrate concentration in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of Agriculture Science*, No. 93, p. 657 – 667.
135. Vītola Ā. (1970) Lapu laukuma, fotosintētiskā potenciāla un fotosintēzes tīrās produktivitātes noteikšana sējumos. **No:** *Fotosintēzes pētīšana sējumos*. Rīga: Zvaigzne, 21. – 35. lpp.
136. Vītola Ā. (1975) *Fotosintēze – dzīvības pamats uz zemes*. Rīga: Zinātne. 52 lpp.
137. Vuckovic S., Simic A., Eric P. et al. (2003) Relationships between forage yield and quality of perennial ryegrass and different rates of nitrogen fertilizer. *Grassland Science in Europe*, Vol. 8, p. 198 – 199.
138. Weigand E., Daniel P., Adelmann R. (1994) Futterwert von Anwelksilagen wit abgestuften Auteile an Deutschen Weidelgras und weissklee. *Wirtschaftseigene Futter.*, Vol. 40, S. 288 – 303.
139. Weston R.H. (1982) Animal factors affecting feed intake. **In:** *Nutrition limits to animal production from pastures*. J.B. Hacker (ed.). Commonwealth Agricultural Byreux, Farmham Royal, p. 183 – 198.
140. Wilkins P.W. (1991) Breeding perennial ryegrass for agriculture. *Euphytica*, Vol. 52, No. 3, p. 201 – 214.
141. Wilkins P., Allen A., Mytton E. (2000) Differences in the nitrogen use efficiency of perennial ryegrass varieties under simulated rotational grazing and their effects on nitrogen recovery and herbage nitrogen content. *Grass and Forage Science*, No. 55, p. 69 – 76.
142. Wilkins, P. (1991) Breeding perennial ryegrass for agriculture. *Euphytica*, Vol. 52, No. 3, p. 201 – 214.
143. Wong D.K. (2005) *World Forage, Turf and Legume Seed Markets*. Rome: FAO. 86 p.
144. World Forage, Turf and Legume Seed Markets – March 8, 2005. **In:** *Report on world production of forage, grass and legume seed* [tiešsaiste] [skatīts 2009. gadā 29. maijā].
Pieejams: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sis9770](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sis9770)

145. World Reference Base for Soil Resources (2006) A framework for international classification, correlation and communication. *World Soil Resources Reports*, No. 103, Rome: FAO. 128 p.
146. Wright H. (1976) Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agronomy*, Vol. 16, p. 197 – 247.
147. Young W. C, Youngberg H. W, Chilote D. O. (1996) Spring nitrogen rate and timing influence on seed components of perennial ryegrass. *Agronomy Journal*, No. 88, p. 947 – 951.
148. Young W. C., Chilcote D. O., Youngberg H. W. (1999) Chemical dwarfing and the response of cool-season grass seed crops to spring-applied nitrogen. *Agronomy Journal*, No. 91 (2), Dep. of Crop and Soil Sci., Oregon State Univ., Corvallis, p. 344 – 350.
149. Zeile V. (1977) Slāpekļa minerālmēslu ietekme uz ganību airesnes ķīmisko sastāvu. *Padomju Latvijas Lauksaimniecība*. Nr. 5, 21. – 22. lpp.
150. *Ziņojums par Latvijas tautsaimniecības attīstību* (2002). Rīga: LR Ekonomikas ministrija. 146 lpp.
151. Zirņītis A. (1968) *Meteoroloģija*. Rīga: Zvaigzne. 367 lpp.
152. Алексажова В.С. (1973) *Пути повышения сбора протеина в кормовых растениях*. Москва. 63 с.
153. Алиев Д.А. (1971) *Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений*: автореферат диссертации доктора биологических наук. Баку. 58. с.
154. Андреев Н.Г. (1970) *Орошаемые культурные пастбища*. Москва: Колос. 312 с.
155. Апените Р.О., Латвиетис Я.Я. (1989) *Пастбищная трава и подкормка коров*. Рига: Знание. 248 с.
156. Басюлис А.Й. (1991) *Особенности роста и развития культурных многолетних злаковых трав на первом и втором году жизни в условиях Литвы*: автореферат диссертации кандидата биологических наук: Вильнюс. 23 с.
157. Богатова М.Г. (1983) Кормовая ценность различных видов райграса. *Бюлл. ВИР*, Вып. 136. Ленинград, с. 37 – 40.
158. Вейсберг Дж. (1980) *Погода на Земле. Метеорология*. Ленинград: Гидрометеиздат. 247 с.
159. Виноградова Т.А. (1984) *Определитель луговых злаковых трав Нечерноземной зоны*. Ленинград: Колос. 112 с.
160. Воробьев Е.С. (1991) Качество травы культурных пастбищ. *Кормовые культуры*, № 2, с. 24 – 25.
161. Гриффит Р.Г. (1971) *Основы семеноводства трав*. Москва: Колос. 111 с.
162. Дмитриева И.С. (1989) *Создание злаковых и бобово-злаковых травостоев для интенсивного укосного использования*: диссертация доктора сельскохозяйственной наук. Москва. 240 с.
163. Драбо Г.А. (1985) Агротехника возделывания тетраплоидного райграса многолетнего сорта Орлинский на семена. **В кн.: Доклады 111 Всесоюзной научной конференции молодых ученых и аспирантов по проблемам кормопроизводства**. Москва: ВИК, с. 134 – 143.
164. Драбо Г.А., Глазко Л.А. (1983) Влияние норм и способов посева на семенную продуктивность райграса многолетнего сорта Орлинский. **В кн.: Селекция, семеноводство и сортовая агротехника многолетних**

- трав в Северо-Западной зоне РСФСР.* Ленинград: СЗНИИСХ, с. 97 – 102.
165. Дроздов И.П., Седяков В.М., Кокорина А.Л. (1987) *Культурное лугопастбищное хозяйство в Нечерноземной зоне.* Ленинград: Агропромиздат. 208 с.
 166. Зотов А.А. (2006) *Райграс пастбищный в луговом кормопроизводстве.* Тверь: Чудо. 179 с.
 167. Иванов Д.Ф., Пенькова В.С. (1960) Эффективность использования минерального и биологического азота на долголетних культурных пастбищах. *Вестн. с.-х. Наук*, № 8, с. 73 – 79.
 168. Каджюлис Л.Ю. (1977) *Выращивания многолетних трав на корм.* Ленинград: Колос. 247 с.
 169. Киршин И.К. (1985) *Рост и развитие многолетних злаков.* Красноярск: Изд-во Красноярского университета. 200 с.
 170. Кремптон Е.У., Харрис Л.Э. (1972) *Практика кормления сельскохозяйственных животных.* Москва: Колос. 372 с.
 171. Крижеввичене А.К. (1975) *Способы посева, нормы высева и удобрение азотом семенников тимopheевки луговой, мятлика лугового и овсяницы луговой:* автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Каунас. 46 с.
 172. Куделин Б.П. (1988) *Сеяные многолетние травы.* Рига: Зинатне. 334 с.
 173. Кулик И.Д. (1983) Влияние минеральных удобрений на рост и развитие райграса многолетнего в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского Края. *В кн.: Труды с.-х. института*, с. 70 – 74.
 174. Малинаускас А.К. (1983) *Исследование основных агроприемов семенной ежи сборной в Литовской ССР:* автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Каунас. 22 с.
 175. Матвеев Л.Т. (1976) *Курс общих метеорологии. Физика атмосферы.* Ленинград: Гидрометеиздат. 639 с.
 176. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. (1961) *Фотосинтетическая деятельность растений в посевах.* Москва: Гос. изд. АН СССР. 135 с.
 177. Переправо Н.И., Золотарёв В.Н., Рябова В.Э. и др. (2004) *Рекомендации по производству семян лугопастбищных трав.* Москва: Россельхозакадемии. 28 с.
 178. Работнов Т. А. (1985) *Экология луговых трав.* Москва: МГУ. 176 с.
 179. Ракоца Э. Ю. (2006) *Агроэкологическая эффективность поливидовых агрофитоценозов костреца безостого (Bromopsis inermis Holub.) в условиях приангарья:* автореферат диссертации кандидата биологических наук. Иркутск. ЛСХА. 19 с.
 180. Ромашов П. И. (1969) *Удобрение лугов и пастбищ.* Москва: Колос. 184 с.
 181. Росс Ю.К. (1965) Основные принципы построения математической модели фотосинтеза сельскохозяйственных посевов. *В кн.: Фотосинтез и продуктивность растений.* Рига: Знание, с. 9 – 15.
 182. Рудницкий В.А. (1985) Приемы повышения семенной продуктивности многолетних трав. *Корма и кормопроизводство*, № 19, с. 16 – 21.
 183. Ружило Б.П. (1975) *Влияние основных агротехнических приемов на урожай и качество семян ежи сборной в условиях Предкарпатья:* автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Львов. 23 с.

184. Рунце А. (1982) Влияние травосмеси и азота на продуктивность и долголетие трав. *В кн.: Сельское хозяйство Советской Латвии*. Рига: Авотс. 173 с.
185. Рунце А.Б. (1986) *Интенсивное возделывание многолетних трав – основа рационального использования мелиорированных дерново-глеевых перегнойных почв*: диссертации доктора сельскохозяйственной наук: Скривери. 441 с.
186. Савицкая В.А., Ткач А.Ф. (1989) *Урожайность и питательная ценность костреца безостного в зависимости от кратности скашивания и норм удобрений*. Москва: Агропромиздат. 29 с.
187. Слесаравичюс А.К. (1992) *Генетические методы в селекции злаковых трав*. Санктпетербург: МП Издатель. 160 с.
188. Спасов В.П. (1983) *Овсяница тростниковая на Северо-Западе Европейской части ССР*: диссертации доктора сельскохозяйственной наук. Великие Луки. 541 с.
189. Тараканов Г.И., Литовкин А.А. (1989) Фотосинтетическая деятельность репчатого лука при разной густоте стояния растений. *Известия. ТСХА (Тимирязевской сельскохозяйственной академии)*, № 6, с. 78 – 85.
190. Тонкунас И., Каджюлис Л. (1969) *Особенности удобрения культурных пастбищ в Литовской ССР*. Москва: ВИК. 49 с.
191. Тоомре Р.И. (1970) Резервы зеленого луга. *В кн.: Луга и пастбища*, с. 28 – 30.
192. Тоомре Р.И., Рааве Л. (1985) Урожайность трав в зависимости от способа внесения азота. *Кормопроизводство*, № 6, с. 7 – 9.
193. Фролова А.И. (1989) *Фотосинтез и продуктивность: методы определения*. Москва: Агропромиздат. 448 с.
194. Хикс Ч. 1967. *Основные принципы планирования эксперимента*. Москва: Мир. 224 с.
195. Циркунова Е.И. (1974) *Изучение приемов агротехники возделывания злаковых трав на семена в условиях БССР*: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственной наук. Жодино. 23 с.
196. Чирков Ю.И. (1986) *Агрометеорология*. Ленинград: Гидрометеиздат. 296 с.
197. Шатилов И.С., Долгодворов В.Е., Мухана А. (1989) Фотосинтетическая деятельность посевов яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания. *Изв. ТСХА*, № 5, с. 28 – 34.
198. Шатилов И.С., Шаров А.Ф., Татусова Л.А. (1987) Фотосинтетическая деятельность и продуктивность посевов озимой пшеницы в Центральном районе. *Изв. ТСХА*, № 2, с. 3 – 13.
199. Шингарева С.В. (1980) *Приемы выращивания овсяницы луговой и райграс пастбищного на семена на дерново-подзолистых слабооползоленных супесчаных почвах Гродненской области*: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Скривери. 21 с.
200. Шульгин И.А. (1973) *Растение и Солнце*. Ленинград: Гидрометеиздат. 251 с.
201. Юрген Х.О. (1972) *О повышении урожайности и улучшении качества урожая культурных лугов на торфяных почвах*: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Таллин. 41 с.