

**PĀKŠAUGI LOPBARĪBAI:
AUDZĒŠANA
UN IZMANTOŠANA**

S. Zutes un E. Aplociņas redakcijā

UDK 631

Agroresursu un ekonomikas institūts, 2018



Autori:

Sanita Zute, Dr. agr.,
Elita Aplociņa, Mg. lauks.
Ina Alsīņa, Dr. biol.
Māra Bleidere, Dr. agr.
Elīna Anna Brauna, Mg. biol.
Skaidrīte Būmane, Dr. agr.
Lilija Degola, Dr. agr.,
Laila Dubova, Mg. lauks.
Indra Eihvalde, Mg. lauks
Inga Jansone, Dr. agr.
Daina Kairiša, Dr. agr.
Līga Lepse, Dr. agr.
Laura Ozoliņa-Pole, Mg. biol.
Kristīne Piliena, Mg. lauks.
Vita Šterna, Dr. sc. ing.
Olga Treikale, Dr. biol.
Alise Šenbergam Mg. agr.
Līvija Zariņa, Dr. agr.

Izdevums sagatavots ar LR Zemkopības ministrijas atbalstu

© Sanitas Zutes un Elitas Aplociņas redakcija

© Biedrība "Aleksandra Pelēča lasītava"

PĀKŠAUGI LOPBARĪBAI: AUDZĒŠANA UN IZMANTOŠANA

S. Zutes un E. Aplociņas redakcijā



SATURS	lpp
Ievads	5
Pākšaugu kā proteīnaugu perspektīva	6
I daļa. Pākšaugu audzēšana	11
Lauka pupas	11
Bioloģiskais raksturojums	11
Prasības augšanas videi	12
Pupu ķīmiskais sastāvs	13
Šķirņu izvēle un ražība	16
Audzēšanas tehnoloģiskās prasības	18
Slimības, kaitēkļi un to ierobežošana	23
II daļa. Gumiņbaktērijas un to loma	
simbiotiskajā slāpekļa saistīšanā	37
III daļa. Pākšaugu nozīme lauksaimniecības	
dzīvnieku ēdināšanā	49
Liellopu ēdināšana	59
Kazu ēdināšana	73
Nobarojamo cūku ēdināšana	86
Aitu ēdināšana	98

Ievads

Laika periodā no 1980. gadiem pagājušajā gadsimtā līdz par 2012. gadam Latvijā nebija nopietnu jaunu pētījumu, par pākšaugu audzēšanu vai izmantošanu. Lai arī visiem agronomiem bija labi zināmas tauriņziežu, t. sk., pākšaugu labās īpašības – augstais proteīna saturs sēklas, augsnes bagātināšana ar slāpekli, pieprasījums pēc vietējiem pākšaugiem bija zems un pākšaugu audzēšana likās sarežģīta, neprognozējama un neperspektīva. Un bija jāpaiet teju četrdesmit gadiem, lai atgrieztos pie šīm sen zināmajām vērtībām un ar nu jau ar mūsdienu tehnoloģiju iespējām atkal ķertos klāt pie jaunu zināšanu uzkrāšanas par Latvijā labi zināmu pākšaugu – lauka pupu, zirņu, vīķu, lupīnas audzēšanu un izmantošanu, kā arī pieņemtu izaicinājumu audzēt soju Latvijas apstākļos. Šajā laikā ir mainījušās ne tikai pākšaugu audzēšanas tehniskās iespējas, bet ir radušās arī jaunas augstražīgākas un lopbarībai piemērotākas šķirnes. Līdzās konvencionālai saimniekošanai stabilu vietu ieņem bioloģiskā lauksaimniecība, kur arī nepieciešams ražot proteīnu ar bioloģiskā saimniekošanas metodēm. Un pārmaiņas ir skārušās arī klimatu mūsu reģionā. Tieši tāpēc pēc lauksaimnieku ierosinājumā 2013. gadā uzsākts Zemkopības ministrijas finansēts praktiski pielietojamais pētījuma projekts “Pākšaugi – alternatīva sojas izmantošanai proteīnbagātas spēkbarības ražošanā: audzēšanas agrotehniskais un ekonomiskais pamatojums Latvijas apstākļos”. Šajā pētījumā uzkrātās zināšanas līdzās citu valstu pētījumos secinātajam un praktiķu ieteikumiem apkopoti šajā grāmatā. Projektu īstenoja Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) zinātnieki (vietējo pākšaugu audzēšana un bioķīmiskais sastāvs) sadarbībā ar Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes (vietējo pākšaugu barības vērtība un izmantošana dažādu dzīvnieku ēdināšanā) un Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centra pētniekiem (pākšaugu slimības un to ierobežošana). Pākšaugu šķirņu un audzēšanas tehnoloģisko pasākumu novērtēšana integrētās un bioloģiskās saimniekošanas sistēmās notika Stendē un Priekullos no 2013. līdz 2017. gadam. Pētījumu par dažādu sugu dzīvnieku ēdināšanu notika sadarbībā ar zemnieku saimniecībām.

Pēdējos gados Latvijā pākšaugi pētīti arī vairākos citos projektos. Plašākie pētījumi veikti no 2014. līdz 2017. gadam starptautiskā ES 7 letvara programmas projekta “Ilgspējīgu tehnoloģiju izstrāde pākšaugu audzēšanai un to izmantošanas veicināšana proteīna nodrošināšanai Eiropā pārtikas un lopbarības ražošanai” (projekta koordinators Trásos Montes e Alto Douro universitātē Portugālē, no Latvijas tajā piedalījās AREI, LLU, Pūres Dārzkopības pētījumu centra zinātnieki un SIA Bioefekts). Šī pētījuma ietvaros vērtēja pākšaugu – zirņu, lauka pupu un vignas pupiņu (*Vigna unguiculata* L.) vietējos ģenētiskos

resursus, kā rezultātā tapa rokasgrāmata, kurā var iepazīties ar vairāk kā 250 šķirņu aprakstiem. Tāpat veikti pētījumi arī par pākšaugu iekļaušanu ilgtspējīgās lauksaimniecības sistēmas, gumiņbaktēriju nozīmi un izmantošanas iespējām, izstrādāti jaunu pārtikas produkti no vietējo pākšaugu izejvielām. Projekta ietvaros tapušas daudzas starptautiskas zinātniskās publikācijas, kuras izmantotas kā literatūras avoti arī šī izdevuma sagatavošanā. No 2012. gada dažādu pākšaugu audzēšanas demonstrējumi ik gadu iekļauti Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centrs (LLKC) augkopības saimniecību demonstrējumos, bet par pākšaugu izmantošanu lopkopībā demonstrējumi veikti projektā “Lopkopības ražošanas ekonomiskās efektivitātes paaugstināšanas pasākumi lauku saimniecībās (“Zālējumu projekts”), kas no 2014. gada iekļauts LLKC, LLU un lauksaimniecības uzņēmumu Zemkopības ministrijas atbalstītā Valsts Lauku tīkla aktivitātē “Ilgtspējīgas lauksaimniecības ražošanas pilotprojektu īstenošana”.

Lauku attīstības plānā 2014.–2020. gadā realizējot programmas “Sadarbība” 16.1 apakšprogrammu “Atbalsts EIP lauksaimniecības ražīgumam un ilgtspējai lauksaimniecības ražīguma un ilgtspējas darba grupu projektu īstenošanai” no 2018. līdz 2021. gadam īstenots projekts “Jaunas tehnoloģijas un ekonomiski pamatoti risinājumi vietējās lopbarības ražošanai cūkkopībā: ģenētiski nemodificētas sojas un jaunu vietējo lopbarības miežu šķirņu audzēšana Latvijā”, kur AREI, LLU zinātnieki sadarbībā ar biedrību Zemnieku Saeima, Latvijas Cūkaudzētāju asociāciju un zemnieku saimniecībām īpašu uzmanību velta vietējās sojas audzēšanas un izmantošanas iespējām Latvijā. Savukārt LAP norisē “Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem” trīs Latvijas reģionos no 2018 līdz 2021. gadam tiks iekārtoti demonstrējuma izmēģinājumi “Pākšaugu, t. sk., Latvijā netradicionālu sugu un šķirņu demonstrējumu bioloģiskās saimniekošanas apstākļos”.

Šis izdevums sagatavots ar Zemkopības ministrijas atbalstu pētījumu projektā, lai sniegtu jaunāko informāciju par pākšaugu audzēšanu un izmantošanu lauksaimniekiem, konsultantiem un citiem nozares interesentiem.

Pākšaugu kā proteīnaugu perspektīva

Lauksaimniecības attīstība ir gājusi dažādus ceļus – no plašas nozaru daudzveidības līdz šaurai specializācijai. Pieaugot atsevišķu laukaugu sugu – kviešu un rapšu, pieprasījumam pasaules tirgū, attīstās saimniecību specializācija, bet kā negatīvas sekas tam ir kultūraugu daudzveidības samazinājums sējumos. Viena no sugu grupām, kurai pēdējo četrdesmit gadu laikā gan Latvijā, gan citur Eiropā audzēšanas apjomi dramatiski samazinājās bija pākšaugi. Sekojot saimnieciskā izdevīguma principam augkopībā, arī lopkopībā samazinājās vie-

tējā proteīna piedāvājums, padarot lopkopības nozari atkarīgu no situācijas ārējos tirgos – proteīnbarības cenām un pieejamības. Pākšaugu sējplatību sarūkšanai ir negatīva ietekme arī pašā augkopības sektorā. Tieši pākšaugi ir sugas, kas spēj piesaistīt augsnei papildus slāpekļa krājumus no apkārtējās vides, samazinot mēslojuma devas pašu pākšaugu audzēšanā un ar sakņu sistēmu atstājot saistītā slāpekļa krājumus augsnē un palielinot pēckultūru ražību, kā arī papildina laukaugu suga daudzveidību mūsdienu zemkopības sistēmu vienkāršotajās augu sekās. Audzējot pākšaugus, lauksaimniekiem nākas saskarties ar vairākiem izaicinājumiem, kas bieži vien attur tos no šo laukaugu sugu izvēles. Galvenie iemesli ir mainīgās un nestabilās ražas, relatīvi augstas prasības pret augšanas vidi (pirmkārt, mitrumu, kaitēkļu un nezāļu kontroli), vājais nodrošinājums ar mūsdienīgām agronomiskām zināšanām par pākšaugu audzēšanu (*Report*, 2014).

Lai mainītu situāciju un padarītu pākšaugu audzēšanu par saimnieciski izdevīgu lauksaimnieku skatījumā, Eiropas Savienība (ES) ir iekļāvusi savās politiskajās nostādnēs uzdevumu veicināt vietējo pākšaugu, galvenokārt lauka pupu, sējas zirņu, lupīnas un citu reģionu agroklimatiskajiem apstākļiem piemērotu lopbarības pākšaugu un tauriņziežu ražošanas apjomu pieaugumu. Īpaša interese ir arī par sojas audzēšanas areāla paplašināšanu, lai saražotu šo ļoti pieprasīto lopbarības izejvielu ES valstīs un samazinātu eksporta vajadzību no Dienvidamerikas. Tas ļautu palielināt vietējā proteīna izejvielu īpatsvaru lopkopības sektorā un zināmā mērā arī pieprasījumu pēc vietējiem pākšaugiem pārtikas ražošanai. (*EIP Report*, 2014). Šim mērķim dalībvalstis kopējās lauksaimniecības politikas ietvaros (2014.–2020. gads) izveidoja īpašas atbalsta programmas proteīnaugu audzēšanas veicināšanai, kā arī ieteica proteīnaugu audzēšanu kā vienu no lauksaimniecības ilgtspējas pasākumiem “zaļināšanas” programmās. Slāpekli piesaistošu sugu, t. sk., viengadīgo pākšaugu audzēšana ir viens no pasākumiem, lai īstenotu videi draudzīga saimniekošanu. Šim mērķim periodā no 2014. līdz 2020. gadam 16 no ES dalībvalstīm novirzīja 443 miljonus EURO jeb 11% no brīvprātīgi saistītajiem platību maksājumiem. Līdz 2019. gadam jaunu zināšanu radišanai no ES fondu finansējums ir atbalstīti pākšaugu pētījumi četrās Horizont 2020 pētniecības programmās un 16 Eiropas inovāciju partnerības (EIP) darba grupu programmās (EIP-AGRI).

Šis izdevuma izdošanas brīdī jaunāko informāciju par situāciju augu izcelsmes proteīnu jomā ES sniedz 2018. gada novembrī Eiropas Komisijas sagatavotais ziņojums (*COM Report*, 2018.). Pēc statistikas datiem, ES kopumā gadā nepieciešami 27 miljoni tonnu proteīna (2016/2017.), no kurām 93% patērēja lopbarības ražošanai (*EU CMO*, 2018). No šī daudzuma 17 miljoni tonnas proteīna tirvielā ES ievie no Brazīlijas, Argentīnas un ASV, visvairāk tieši kā sojas pupiņas vai to produktus.

ES uzstādījums par atbalstu proteīnaugu audzēšanai dalībvalstīs un ieviestā zaļināšanas programma veicinājusi pākšaugu audzēšanas apjomu būtisku pieaugumu. Pēc EUROSTAT datiem no 2013. līdz 2015. gadam pākšaugu audzēšanas apjomi ES pieauga par 64.7%, atsevišķās dalībvalstīs, piemēram, Latvijā – par 350.7%, Lietuvā – par 253.6%. 2018. gadā ES saražoja jau 2.8 milj. t (EUROSTAT, 2018). Kopumā kopš apbalsta programmu ieviešanas pākšaugu audzēšana ES ir ievērojami augusi, un 2018. gadā izaudzētā produkcija bija 6 milj. t (sējplatība 2.6 milj ha). Visvairāk audzētas tiek lauku pupas un sējas zirņi. Lielākie zirņu ražotāji ES ir Francijas, Spānijas un Lietuvas lauksaimnieki, bet lauku pupas visvairāk izaudzēja Apvienotā Karalistē un Francijā. Šo abu pākšaugu produkcija tiek pārdota arī ārpus ES tirgus (2016/2017. – ap 1.1 milj t).

Pākšaugu sējplatības Latvijā, 2012.–2018. gadā (LAD dati)

Pākšaugu suga	Sējplatības gadā, ha						
	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Lauka pupas	2862	4188	9052	25922	30829	42241	40868
Lupīna	79	4	164	117	183	480	353
Zirņi	1284	1543	1804	3835	8621	14188	11629
Vīķi	*	*	*	119	197	702	183
Labību - pākšaugu mistri	8477	4275	6253	5041	6361	5332	4514
Soja	*	*	*	93	42	219	271

*nav uzskaites datu

Pākšaugu olbaltumvielas ir pieprasītas trīs dažādos tirgus segmentos – konvencionālā jeb tradicionālā lopbarība, barība ar augstu vērtību un pārtika. Tā kā pākšaugu audzēšanas un pārstrādes izmaksas ir salīdzinoši augstas, tad konvencionālajā sektorā vietējai pākšaugu produkcijai ir visgrūtāk konkurēt. Šeit noteicošie kritēriji vietējās produkcijas pieprasījumam ir tirgus cena, barības vērtība/kvalitāte un piedāvājuma stabilitāte gan gada, gan piegādes reģiona skatījumā. Visperspektīvākais tirgus segments ekspertu skatījumā ir ražot proteīnu barībai, kas atbilst augstvērtības kritērijiem, t. i., tai jābūt brīvai no ģenētiski modificētiem organismiem (ĢMO), audzētai bioloģiskā saimniekošanas sistēmā vai audzētai konkrētam mērķim konkrētā reģionā. Šāda produkcija ar pievienoto vērtību ir pieprasīta no patērētājiem, jo ir augusi vēlme iegādāties, piemēram, dzīvnieku izcelsmes produktus, kas audzēti izmantojot no ĢMO brīvu barību. ĢMO brīvu izejvielu cena, kas vistiešāk attiecas uz sojas pupiņām, ir par 80–100 euro augstāka nekā konvencionāli ražotā. Tas daļēji kompensē ĢMO brīvo šķirņu vājās puses – zemāku ražības līmeni un augstākas audzēšanas izmaksas. Šobrīd pasaules tirgū ir ļoti neliels piedāvājums ĢMO brīvai sojai – tikai 6% no kopējās sojas produkcijas, kas arī ir svarīgs faktors tirgus cenai.

Pateicoties bioloģiskā augkopības sektora attīstībai, ES tirgū pieaug arī bioloģiskās izcelsmes dzīvnieku produktu piedāvājums. Arī Latvijā ir labi rezultāti, piemēram, bioloģiskā piena ražošanā, kas 2017. gadā sastādīja 12% no kopējā piena ražošanas apjoma un bija trešais augstākais rādītājs ES aiz Zviedrijas un Austrijas. Bioloģiskā sistēmā visvairāk pākšaugus audzē Francijā, Itālijā un Spānijā, kā arī Lietuvā, kur 2016. gadā bioloģiskie pākšaugi auga 30 tūks. ha platībā, jeb 21% no visas bioloģiski sertificētās zemes.

Tāpat jāatzīmē, ka ES pieaug pieprasījums, īpaši Ziemeļeiropas un Centrāleiropas valstīs, pēc proteīnbagātas augu izcelsmes pārtikas, kas aizstātu piena un gaļas produktus. Jauninājumi pārtikas produktu preču klāstā, jaunu, no pākšaugiem ražotu pārtikas produktu radīšana, jaunu sugu, piemēram, pākšu sojas – *edamame* iekļaušana pārtikas grozā, ir jaunas iespējas, kā izmantot vietējo pākšaugu produkciju. Tāpat ir ievērojami augusi sabiedrības interese par reģionos tradicionālajiem produktiem, kas dod iespēju no pākšaugiem gatavotajiem nacionālajiem ēdieniem iegūt īpašu, aizsargātu statusu un pieprasījumu tūrisma sektorā..

Lai turpinātu visā ES attīstīt augu proteīna ražošanu, kā galvenie uzdevumi 2018. gada EK ziņojumā ir izvirzīti:

- pākšaugu konkurētspējas celšana augkopības sektorā,
- vietējās pākšaugu produkcijas piegādes ķēžu attīstīšana ES,
- patērētāju motivēšana izdarīt izvēli par labu vietējiem pākšaugu produktiem,
- jaunu zināšanu radīšana, kas objektīvi atspoguļo pākšaugu vietu vides ilgtspējas uzlabošanā un klimata pārmaiņu kontekstā.

Literatūras avoti

Deklarētās platības pa kultūrām un atbalsta veidiem. Lauku atbalsta dienests. Statistika par 2018. gadu. <http://www.lad.gov.lv/lv/statistika/platibu-maksajumi/periods-2004-2016/statistikas-dati-par-2018-gadu/>

EIP-AGRI Focus Group Protein Crops: final report. (2014.) Edd.: Remco Screuder, Criss de Visser, 48 pp. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg2_protein_crops_final_report_2014_en.pdf

EU Crops Market Observatory - Oilseeds and protein crops (2011/2012 to 2016/2017) https://ec.europa.eu/agriculture/market-observatory/crops/oilseeds-protein-crops/balance-sheets_en

Report from the Commission to the council and the European Parliament
(2018) Brussels, 22.11.2018, COM (2018) 757 final, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents/report-plant-proteins-com2018-757-final_en.pdf

I Pākšaugu audzēšana

Lauka pupas

(latīņu val. – *Vicia fabae* L.; angļu val.: *field bean*, arī – *faba bean*, *horse bean*, *broad bean*, vācu val. – *Ackerbohne*)

Saskaņā ar FAOSTAT (2018) datiem lauka pupas ir ceturtais visplašāk audzētais viengadīgais tauriņziežu dzimtas pārstāvis (pākšaugi, ko audzējam graudu/sēklu ieguvei) mērenā klimata zonā pēc zirņiem (*Pisum sativum*), auna zirņiem (*Cicer arietinum*) un lēcām (*Lens culinaris*). Eiropā vislielākās lauku pupu platības ir reģistrētas Lielbritānijā, Francijā, Lietuvā un Spānijā. Mērenā klimata zonā lauksaimniekus šī suga interesē no diviem aspektiem – lauku pupas uzrāda visaugstāko sēklu ražības potenciālu – pat līdz 7–8 t ha⁻¹ un augstu proteīna saturu, salīdzinot ar citiem pākšaugiem (*El-Sherbeeny, Robertson, 1992*). Tās ir augstvērtīga izejviela lopbarībai un pārtikai. Lopkopībā pupas var izmantot arī zaļbarības ražošanai, sējot tās mistrā ar labībām, kā arī izmantot skābbarības ražošanai. Lauka pupas ir arī vērtīgs nektāraugs. Otrkārt, lauku pupām ir arī svarīga loma augseku optimizēšanā, īpaši saimniecībās ar lielu labību īpatsvaru, pateicoties spējai būtiski uzlabot augsnes auglību, un tas ir svarīgs aspekts, vērtējot pākšaugu, t. sk., lauku pupu perspektīvu. (*Jensen, et. all., 2010*).

Bioloģiskais raksturojums

Lauka pupas veido labi aplapotu 0.60 līdz 1.70 m augstu stublāju un dziļu mietsakni (labvēlīgos apstākļos līdz 1.2 m dziļumā). No sakņu kakla var veidoties vairāki produktīvi dzinumi. Ziedi veidojas lapu žāklēs un sakopoti ķekaros pa divi līdz vairāk nekā 10 ziediem. Tie ir balti vai ar gaiši rozā nokrāsu. Vainaglapas var būt tīri baltas vai tumšiem plankumiem. Pākstis veidojas 3 līdz 15 cm garas, katrā attīstās 2 līdz 4 sēklas. Sēklu forma var būt ļoti daudzveidīga: no plakanām līdz apaļām, bet krāsa – no bēšas līdz dažādu toņu zaļām, violetām vai brūnām. Vienas sēklas masa dažādām šķirnēm var variēt plašā diapazonā – no 0.2 līdz 0.7 g. Sēklas pākstī piestiprinātas pie sēklas galā novietotās nabiņas, un tā var būt no melnas līdz gaiši brūnai (Jurševskis, 1967., Antonijs, 1976).

Lauka pupas ir pašapputes augs, tomēr to ziedos esošais nektārs pievilina kukaiņus, kas, pārnēsājot putekšņus, provocē pupu svešapputi (Antonijs, 1976.). Tas ir faktors, kas pupu sēklkopībā jāņem vērā.

Lauka pupas ir gaismas prasīgi augi un pieskaitāmi garās dienas augiem. Latvijas apstākļos agrīnākās šķirnes pilngatavību var sasniegt 100–110 dienās, bet, atkarībā no šķirnes ģenētiskajām īpašībām un meteoroloģisko apstākļu īpatnībām katrā veģetācijas sezonā, pupu veģetācija var ilgt arī 150 un vairāk dienas.

Prasības augšanas videi

Lauka pupas var audzēt dažādās augsnēs, tomēr kopumā tās ir prasīgākas pēc auglīgiem augsnes apstākļiem, salīdzinot ar citām pākšaugu sugām. Pētījumi liecina, ka pupu audzēšanai optimāla ir neitrāla līdz vāji skāba augsnes reakcija (pH 6.5–7) vai vāji skābas augsnes, kas nodrošina aktīvu gumiņbaktēriju darbību (Antonijs, 1976). Pēc augsnes struktūras piemērotākās ir irdenas, nesablīvētas smilšmāla un mālsmilts augsnes ar organiskās vielas nodrošinājumu vismaz 2–2.3%. Lauka pupām nav piemērotas izteikti smilšainas augsnes, kas nenodrošina stabilu mitruma režīmu, ne arī smagi glejotas augsnes.

Optimālie meteoroloģiskie apstākļi. Lauka pupas uzskata par mērenā klimata augiem. Eiropā tās audzē gan Vidusjūras reģionā, gan Ziemeļeiropā, tomēr katram no šiem reģioniem tiek veidotas konkrētā reģiona īpatnībām piemērotas šķirnes. Karstuma, sausuma, applūšanas un sala bojājumu radītie stresī negatīvi ietekmē visas pākšaugu sugas, bet īpaši lauku pupas (*Anjum*, 2016; *Stoddard et. all.*, 2006).

Tā kā pupas veido lielu biomasu, svarīgs nosacījums to attīstībā ir **mitruma nodrošinājums**. Jau dīgšanas procesā tām jāuzņem lielāks ūdens daudzums nekā pašas sēklas svārs. Arī stadijā no stublāja augšanas un sāndzinumu attīstīšanās līdz ziedēšanai, kā arī pākšu veidošanās stadijā pupas ir jūtīgas pret mitruma trūkumu. Tāpēc daudzos Eiropas reģionos kā galveno stresa faktoru pupu audzēšanā min sausumu. Trūkstot mitrumam, augi ir mazāka auguma, ar mazāku ziedēšanas potenciālu, daļa ziedu var nobirt, kā arī pākstis attīstās mazāk, sēklas veidojas sīkākas. Ražas veidošanai nelabvēlīgs ir arī pārmērīgs mitrums, kas provocē daudzu slimību attīstību, traucē ziedu apputeksnēšanos. Nevienmērīgs un nesabalansēts mitruma nodrošinājums ir viens no galvenajiem iemesliem pupu ražas nestabilitātei pa gadiem. Pākšaugu pētījuma laikā no 2013. līdz 2017. gadam, vērtējot situāciju abās pētījuma vietās – Stendē un Priekuļos, konstatēja, ka nokrišņu summa veģetācijas periodā no aprīļa sākuma līdz augusta beigām Stendē variēja no 255 mm (2017. g.) līdz 393 mm (2016. g.), bet Priekuļos – no 283 mm (2013. g.) līdz 568 mm (2014. g.).

Mazāk pupu attīstību ietekmē **temperatūras režīms**. Tās var sākt dīgt jau +2...+4°C, tomēr šādos apstākļos dīgšana notiek ļoti lēni un var ilgt vairākas nedēļas, (labvēlīgos apstākļos – 5–8 dienās). Dīgšanas periodā pupas pacieš arī īslaicīgas zemas temperatūras līdz pat –5...6°C. Tās ir jūtīgas pret negatīvām temperatūrām ziedēšanas un pākšu veidošanās sākumā (Antonijs, 1976). Augšanai un attīstībai optimāla temperatūra ir +18–20°C. Karstuma stress ir īpaši nelabvēlīgs reproduktīvo augu daļu attīstības stadijās un var radīt ievērojamus ražas zudumus – mazāk produktīvu dzinumumu, mazāk pākšu un mazāku sēklu skaitu pākstī (*Sita, et. all.*, 2017). Tas arī ir viens no lauka pupu selekcijas galvenajiem uzdevumiem – atlasīt genotipus, kas ir mazāk jūtīgi pret karstumu, ar putekšņu dzīvotspēju virs +35°C, lai

nodrošinātu lielāku pākšu skaitu katrā stublāja mezglā un lielāku sēklu skaitu pākstī (*Maalouf, Ahmed, & Somanagouda, 2018*). Sēklu pilngatavības sasniegšanai aktīvo temperatūru summai veģetācijas periodā jāsasniedz 1800 līdz 2000°C. (Antonijs, 1988). Pākšaugu pētījumu projekta īstenošanas laikā, no 2013. līdz 2017. gadam Stendē – Ziemeļaustrumkurzemē, fiksējot katra gada aktīvo temperatūru summu no sējas līdz pupu pilngatavībai, tā nesasniedza literatūrā minēto optimumu un variēja no 1380°C (2017. gadā) līdz 1758°C (2013. gadā), kas apliecina, ka Latvijas ģeogrāfiskais novietojums ir uz robežas, kur ne katru gadu iespējams garantēt pupu audzēšanai ideālus apstākļus.

Pupu ķīmiskā sastāvs

Lauka pupu vērtību lopbarībā nosaka to sēklu ķīmiskais sastāvs. Daudzviet tās rekomendē kā sojas proteīna aizvietotāju (*Smith et. all., 2013*). Pupu graudu barības vērtībā svarīgi rādītāji ir arī cietes (40–48 % sausnā) un kokšķiedras (7–13 % sausnā) saturs. Pupu sēklas satur arī 1–2% eļļas, kurā visvairāk ir polinepiesātinātās taukskābes – linolskābe 60.7% un linolēnskābe – 14.0% (*Sherasia, 2017*). Pupu lopbarības vērtība ir augstāka, ja barībai izmanto lobītas pupas, jo tā kilogramā pupu ir vairāk proteīna, cietes un zemāks kokšķiedras saturs (*Ferruzzi, et. all., 2009*).

1.1. tabula

Lauka pupu sēklu ķīmiskais sastāvs, % sausnā

Avots	Proteīns	Tauki	Kokšķiedra	Pelni	Kalcijs	Fosfors
Literatūras dati:						
Alghamdi, 2009	31.8 – 39.7	1.2 – 2.1	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
GRDC, 2006	23.1	1.2	6.9	3.2	n. d.	n. d.
Sherasia, 2017	25.2 – 33.5	0.9 – 2.1	7.1 – 11.2	3.3 – 4.6	0.08–0.27	0.44–0.68
Antonijs, 1976	28.0 – 35.6	7 – 10.8	4.7 – 5.5	3.4 – 7.7	n. d.	n. d.
Projekta dati AREI, Stendē, 2013–2017						
2013. gadā	27.0 – 33.7	0.6 – 1.0	5.2 – 7.6	1.9 – 2.6	0.08–0.12	0.31–0.47
2014. gadā	28.9 – 32.3	0.6 – 0.9	6.2 – 7.2	2.3 – 3.4	0.11–0.4	0.44 – 1.3
2015. gadā	28.9 – 30.9	1.2 – 1.4	8.7 – 10.4	2.9 – 4.7	0.09–0.14	0.26 – 0.5
2016. gadā	28.2 – 31.4	1.4 – 1.8	8.2 – 9.2	3.4 – 3.5	0.08 – 1.0	0.22–0.32
2017. gadā	29.1 – 32.2	0.9 – 1.8	11.8 – 13.0	3.4 – 4.1	0.1 – 0.23	0.24–0.39

Pupas ir arī dažādu vitamīnu avots (biotīns, holīns, noacīns u. c.) un atsevišķu aminoskābju, piemēram, tiamīna saturs pupu sēklās ir augstāks nekā sojas vai rapša miltos (Blair, 2007). Lai nodrošinātu normālu vielmaiņas procesu organismā, barībā ir jānodrošina tieši neaizvietojamās aminoskābes.

1.2. tabula

**Aminoskābju daudzums Latvijā audzētās lauka pupās, g kg⁻¹ sausnas
(pētījuma dati 2013.–2015. gadi)**

Aminoskābes	min – max	vidēji
<i>Neaizvietojamās</i>		
Leicīns	17.9–23.6	20.55
Lizīns	14.8–20.2	16.78
Valīns	10.8–14.6	12.60
Izoleicīns	10.3–14.3	12.05
Fenilalanīns	9.9–13.0	11.44
Treonīns	8.1–12.7	10.04
Tirozīns	6.9–10.3	8.21
Metionīns	3.1–4.1	3.51
<i>Aizvietojamās</i>		
Glutamīnskābe	41.3–57.6	50.89
Asparagīnskābe	26.0–31.8	28.71
Arginīns	19.5–40.6	28.44
Serīns	10.6–14.6	12.70
Glicīns	10.7–14.6	12.31
Alanīns	9.6–13.1	11.84
Prolīns	9.4–13.4	11.64
Histidīns	9.0–12.6	10.37

Stendē pākšaugu pētījumā, analizējot lauka pupu šķirņu ‘Lielplatone’, ‘Granit’, ‘Fuego’ un ‘Olga’ proteīna sastāvu, neaizstājamo aminoskābju summa lauka pupās variēja no 75 līdz 102.5 g kg⁻¹ sausnas (2013. gadā noteikts 75–102.5 g kg⁻¹, bet 2014. gadā 80.6–88.4 g kg⁻¹). Citu valstu pētījumi liecina, ka neaizstājamo aminoskābju summa pākšaugos var variēt 34–41% no kopproteīna satura (*Toews, Wang, 2013*). AREI veiktajos pētījumos neaizstājamo aminoskābju summa proteīnā bija zemāka: 25.6 līdz 31.2% no kopējā proteīna satura. No lopbarības kvalitātes viedokļa barības vērtību raksturo neaizvietojamu un aizvietojamu aminoskābju attiecība proteīnā. AREI veiktajā pētījumā šī attiecība lauka pupām noteikta robežās no 0.43 līdz 0.53, tāpat tika konstatēts, ka tā var būtiski atšķirties pa gadiem un to mazāk ietekmē pielietotā audzēšanas tehnoloģija. Neaizvietojamu aminoskābju daudzums un attiecība pret pārējām aminoskābēm dažādām pupu šķirnēm ir atšķirīga.

Lizīns ir galvenā limitējošā aminoskābe neatgremotājdzīvniekiem – cūkām, putniem. AREI veiktā pākšaugu pētījumā lizīns lauka pupās bija 14.8–20.2 g kg⁻¹ sausnas jeb 4.6–6.4 g 100g⁻¹ proteīna, kas ir līdzīgi ar literatūrā minēto 3.1–5.7 g 100g⁻¹ (Alghamdi, 2009) un 6,3–6,8 g 100g⁻¹ (EIP Report, 2014.; Strauta, 2017).

Īpaša loma vielu maiņas procesos un specifisku funkciju norisē organismā ir sēru saturošajām neaizvietojamām aminoskābēm – cisteīnam un metionīnam. Literatūrā minēts, ka lauka pupu proteīnā šīs aminoskābes ir attiecīgi 1.2 un 0.8% (EIP Report, 2014). AREI pētījumā Latvijā audzētu lauka pupu metionīna saturs proteīnā noteikts 3.1 – 4.1 g kg⁻¹ sausnas jeb 1.09 – 1.44 g 100 gramos proteīna.

Vieni no svarīgākajiem lopbarības rādītājiem ir sagremojamā proteīna daudzums, maiņas enerģijas nodrošinājums (ME) un, slaucamajām govīm, arī kopējā enerģija laktācijai (NEL). AREI pētījumos iegūtie dati atspoguļoti 1.3. tabulā.

1.3. tabula

Maiņas enerģija un citi lopbarību raksturojošie lielumi.

<i>Rādītājs</i>	<i>Vidēji</i>	<i>Min – max starp šķirnēm</i>
Maiņas enerģija (ME) liellopiem, MJ kg ⁻¹	12.63	12.5 – 12.9
Kopējā enerģija laktācijai (NEL), MJ kg ⁻¹	7.93	7.8 – 8.1
Maiņas enerģija cūkām, MJ kg ⁻¹	14.4	14.1 – 14.6
Sagremojamais proteīns liellopiem, g kg ⁻¹	260.4	236.5 – 274.1
Sagremojamais proteīns cūkām, g kg ⁻¹	272.4	247.3 – 286.7

Literatūrā minētie pētījumi liecina, ka maiņas enerģija liellopiem, iegūstama no pupām ir augsta – 11.7–12.0 MJ kg⁻¹, kā arī pupas ir liels proteīna avots cūkām (GRDC, 2006). AREI pētījumu rezultāti ļauj secināt, ka Latvijā audzētu lauku pupu maiņas enerģija liellopiem ir augstāka – 12.5–12.9 MJ kg⁻¹

Līdzās daudzām vērtīgām sastāvdaļām, pupu graudos ir arī vielas, kuras uzskata par antinutrientiem jeb vielām, kas traucē pilnvērtīgi izmantot pākšaugus kā barību vai pārtiku – tie ir tanīni, glikozīdi (vicīns un konvicīns), fitāti, oligosaharīdi, enzīmu inhibitori (tripīns, alfa-amilāze u. c.) (Sherasia, 2017).

Vislielākā uzmanība tiek pievērsta **tanīna** un **glikozīdu** saturam pupu graudos. Tanīni negatīvi ietekmē aminoskābju un enerģijas izmantošanos neatgremotājdzīvniekiem (cūkām, putniem), kā arī pasliktina proteīna uzsūkšanu un barības vielu sagremojamību atgremotājdzīvniekiem. Tie visvairāk ir sastopami graudu apvalkos. Šo problēmu var atrisināt, pupas noložot, kā arī izmantojot selekcijas ceļā radītās šķirnes, kuras nesatur gēnus, kas nosaka tanīnu uzkrāšanos graudu apvalkos. Tradicionālām pupu šķirnēm graudos ir 0.03 līdz 0.05% tanīna. (Minakowski, et. all., 1996).

Glikozīdi koncentrējas pupu graudu dīgļos, un to saturs dažādām šķirnēm var variēt no 0.58 līdz 1.04% sausnā (Minakowski, et. all., 1996). Vicīns un konvicīns nav dzīvniekiem toksiski, bet veido zarnu traktā citus savienojumus un

tā ietekmē proteīna un cietes izmantošanos. Šo glikozīdu saturu var samazināt, pupas termiski apstrādājot, lobot, ekstrudējot, mērcējot vai diedzējot. (*Crepon, et. all.*, 2010). Mūsdienās ir radītas šķirnes, kurām raksturīgs ļoti zems vicina un konvicīna saturs.

Šķirņu izvēle un ražība

Neskatoties uz daudzajām lauku pupu pozitīvajām īpašībām, lauksaimniekus bieži neapmierina ražu nestabilitāte, ko rada lauka pupu reakcija uz biotiskiem un abiotiskiem stresa ierosinātājiem. (*Cernay, Ben-Ari, et. all.*, 2015). Lauka pupu ražības potenciāls ir ļoti augsts, ja tiek nodrošināti to augšanai labvēlīgi apstākļi. Selekcijas darba rezultātā pēdējo četrdesmit gadu laikā pupu šķirņu ražība ir dubultojusies. (*Maalouf F, Hu J, O et. all.*, 2018). Statistikas radītāji apliecina, ka lauka pupu vidējā ražība dažādās Eiropas valstīs variē no 0.8 t ha⁻¹ Portugālē līdz 3.9 t ha⁻¹ Lielbritānijā.

Ražas stabilitātes nodrošināšana pa gadiem pupu audzēšanā ir viena no galvenajām problēmām. Pupu šķirnēm ir raksturīga augsta genotipa un vides mijiedarbība, kas nosaka nepieciešamību definēt katram reģionam noteiktas pupu šķirnes un specifiskus selekcijas mērķus katrā reģionā (*Flore, et.all.*, 2013). Eiropā radītās pupu šķirnes rekomendē pēc to piemērotības konkrētam reģionam. Tā **Vidusjūras reģionam** tiek radītas pamatā ziemas šķirnes. Tās sēj novembrī, kad šajā reģionā ir zemākas temperatūras un mazāk jūtams mitruma deficīts. Tās vienlīdz plaši izmanto kā pārtikai, tā lopbarībai (*Maalouf, Hu., et. all.*, 2018). **Eiropas ziemeļu reģioniem**, pie kā pieskaita arī Baltijas valstis, tiek radītas kontinentālajam klimatam piemērotas šķirnes. Atlantijas okeāna ietekmētajos reģionos – Vācijā, Spānijā un Portugāles ziemeļu daļās, Dānijā, Lielbritānijā u. c., pupu šķirņu vidējā ražība ir augstāka – ap 5 t ha⁻¹. Tur izplatītas gan ziemas, gan vasaras šķirnes, agrīnas, zemāka auguma. Pupas tiek audzētas galvenokārt, lai izmantotu lopbarībai. Eiropas kontinenta iekšējo reģionu, Baltijas un Skandināvijas, valstīs lauku pupas vairāk izjūt sausuma un aukstuma stresu. Tāpēc šeit visbiežāk audzē tikai vasaras pupu šķirnes. To vidējais ražības līmenis ražošanas sējumos ir zemāks – ap 3 t ha⁻¹, bet šķirnēm ir augstāks proteīna saturs. Pieprasītas ir baltziedu šķirnes, kurām raksturīgs zemāks vicina un konvicīna saturs (tie ir glikozīdi, ka samazina proteīna izmantošanas efektivitāti cūkām, putniem, var izraisīt alerģiskas reakcijas) (*Maalouf, Hu., et.all.*, 2018). Kopumā ES kopējā augu šķirņu katalogā 2018. gadā ir reģistrētas 144 lauka pupu šķirnes, kas nodrošina salīdzinoši ierobežotas iespējas atrast katram reģionam piemērotākās šķirnes.

Atjaunojoties interesei par lauka pupu audzēšanu Latvijā, no vietējās selekcijas materiāla tika nelielās platībās tika audzētas vien Lielplatones pupas. Vēlāk projekta EUROLEGUME ietvaros tika apzināti vēl citi vietējās izcelsmes

pupu ģenētiskie resursi, kas izcēlās ar labām kvalitātes īpašībām. Tomēr ražošanas vajadzībām pēdējo piecu gadu laikā Latvijā ir ievestas salīdzinoši daudz Eiropā selekcionētas lauku pupu šķirnes, no kurām 22 šķirnes ir vērtētas pākšaugu projekta izmēģinājumos Stendē un Priekuļos. 13 šķirnēm ir iegūti trīs un vairāku gadu novērtējumi, kas ļauj salīdzinoši objektīvi ļauj šīs šķirnes sagrupēt pēc to ražības potenciāla.

Ražīgāko šķirņu grupā ierindojas šķirnes ‘Fuego’ un ‘Boxer’, kas radītas Vācijā un ‘Vertigo’, kas atvest no Lielbritānijas. Pēc piecu gadu novērojumiem Stendē šo šķirņu vidējā ražība pārsniedza 7 t ha⁻¹ (ražas uzskaites platība 12 m² četros atkārtojumos). Ražībā līdzvērtīgas ir arī šķirnes ‘Laura’ un ‘Isabella’, kas izveidotas Zviedrijā, un no Polijas atvestā šķirne ‘Bobas’, kā arī šķirnes ‘Alexia’ un ‘Julia’ (Vācija) un ‘Redas DS’ (Lietuva). Salīdzinoši ar zemāku ražības potenciālu ir šķirnes ‘Lielpaltones’, ‘Granit’ un ‘Olga’ (Polija) un ‘Jogeva’ (Igaunija). Šķirne ‘Olga’ ir baltziedu un to rekomendē lopbarībai samazinātā vicina un konvicīna satura dēļ.

2017. gadā no Vācijas izmēģinājumā novērtēšanai iekļāva pupu šķirnes ‘Fanfare’, ‘Taifun’, ‘Link’ un ‘Amulet’, no kurām augstākās ražas uzrādīja ‘Link’ un ‘Fabfare’, attiecīgi 6.93 un 5.65 t ha⁻¹.

1.4. tabula

Lauka pupu šķirņu ražība, minimālā, maksimālā un vidējā 2013. – 2017. gadā

Šķirne	Ražība Stendē, t ha ⁻¹			Ražība Priekuļos, t ha ⁻¹		
	<i>min</i>	<i>max</i>	vidēji	<i>min</i>	<i>max</i>	vidēji
Vertigo	5.28	8.34 ³	7.26	*	*	*
Fuego	5.65	9.20	7.12	2.90	5.31	4.59 ³
Boxer	5.96	8.36	7.04	*	*	*
Laura	5.61	8.09	6.75	*	*	*
Bobas	4.87	8.15	6.74	1.67	4.65	3.70 ³
Isabella	5.35	8.18	6.70	2.58	5.30	4.35 ³
Alexia	5.65	7.58 ³	6.7	*	*	*
Redas DS	6.54	6.98 ³	6.65	*	*	*
Julia	5.54	7.92 ³	6.43	*	*	*
Lielplatones	4.68	7.57	6.04	2.15	4.57	3.56 ³
Granit	5.12	6.8	5.96	2.33	3.47	2.97 ³
Olga	4.83	7.57	5.94	1.62	4.25	3.54 ³
Jogeva	4.58	6.22 ³	5.48 ³	*	*	*

* nav datu

3 trīs gadu vidējā ražība

Tā kā pētījums pēc vienotas metodikas veikts divās novērojumu vietās – Stendē un Priekuļos, iegūtie rezultāti labi parāda katras šķirnes reakciju uz audzēšanas vidi un ražas stabilitāti, mainoties audzēšanas apstākļiem. Pētījuma laikā konstatēts, ka šķirnēm atšķirīga reakcija pret slimību ierosinājumiem: salīdzinoši izturīgas pret sakņu puvi ir ‘Laura’, ‘Isabella’, ‘Julia’, bet augstāko izturību pret lapu bojājumiem konstatēja šķirnēm ‘Vertigo’, ‘Boba’, ‘Boxer’, ‘Olga’.

Vērtējot pupu šķirnes, to ražas barības vērtības, svarīgs ir katras šķirnes potenciāls proteīna uzkrāšanai. Arī pēc šīs pazīmes starp šķirnēm vērojamas būtiskas atšķirības. Augstākais kopproteīna saturs reģistrēts šķirņu ‘Lielplatones’, ‘Bobas’, ‘Olga’ un ‘Isabella’ sēklās, vidēji piecos gados augstāks par 300 g kg⁻¹ sausnas.

1.5. tabula

Kopproteīna daudzums lauka pupās, g kg⁻¹ sausnas, 2013.–2017. Stendē

Šķirne	Proteīna daudzums sēklās pa gadiem un vidēji, g kg ⁻¹					
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	Vidēji
Lielplatones	336	330	323	314	322	325.0
Bobas	315	318	318	292	321	313.0
Olga	311	317	307	273	333	308.6
Isabella	312	305	313	281	318	306.0
Laura	305	304	316	278	288	298.0
Granit	298	306	288	274	296	292.4
Fuego	300	295	283	282	299	291.8
Julia	*	308	313	307	*	315.3
Alexia	*	283	301	297	*	293.7
Boxer	*	287	297	282	292	292.1
Vertigo	*	*	298	278	295	290.3
Vidēji gadā	311.0	306.3	306.8	287.4	307.2	*

*nav datu

Proteīna saturs ražā lielā mērā ir atkarīgs ne tikai no šķirnes ģenētiskajām īpašībām, bet arī vides apstākļiem veģetācijas sezonā, tāpēc vienai šķirnei pa gadiem var būt salīdzinoši lielas šī rādītāja atšķirības.

Būtisks rādītājs Latvijas apstākļos ir šķirņu agrinība, lai iegūtu pilnvērtīgu ražu un vienlaicīgi ražas novākšana notiktu savlaicīgi pirms rudens lietus periodiem. Agrinākās no pētījumā vērtētajām šķirnēm ir Lielplatones, Jogeva, Redas DS, Bobas, kas vidēji ir 108–115 dienas, jeb par 2–3 dienām agrinākas nekā pārējās šķirnes.

Audzēšanas tehnoloģiskās prasības

Augsnes sagatavošana. Lauka pupu sējai augsne jāsagatavo iepriekšējā rudenī, jo sējai jānotiek iespējami agrāk. Galvenais uzdevums – izvēlēties apstrādes veidus, kas palīdz ierobežot nezāles (lobīšana, diskošana), kā arī

augšnes apvēršana. Priekšaugu audzējot, īpaša uzmanība jāpievērš ilggadīgo nezāļu (vārpatas, usnes, mīkstpienes u. c.) ierobežošanai, kas var nomākt pupu attīstību. Irdenās, auglīgās un no nezālēm tīrās augsnēs ir piemērojama arī minimālā augšnes apstrāde. Laukos, kur plāno audzēt pupas, organisko mēslojumu var lietot tikai priekšaugam. Ja nepieciešams uzlabot augšnes pH, kaļķojamo materiālu iestrādā iepriekšējā gadā, bet ātras iedarbības kaļķojamo materiālu var iestrādāt arī tieši pirms sējas.

Vieta augu sekā. Lauka pupas labi iederas augu sekā, kur tiek audzētas labības un rapši. Tā kā pupām un rapšiem ir kopīgi slimību ierosinātāji, tās būtu ieteicams audzēt aiz vai starp dažādu sugu graudaugiem. Audzējot pupas augu maiņā ar graudaugiem, var sekmīgi ierobežot viendīgļlapju nezāļu (piemēram, vējauzas, rudzusmilgas, lāčauzas, maura skarenes u. c.) izplatību.

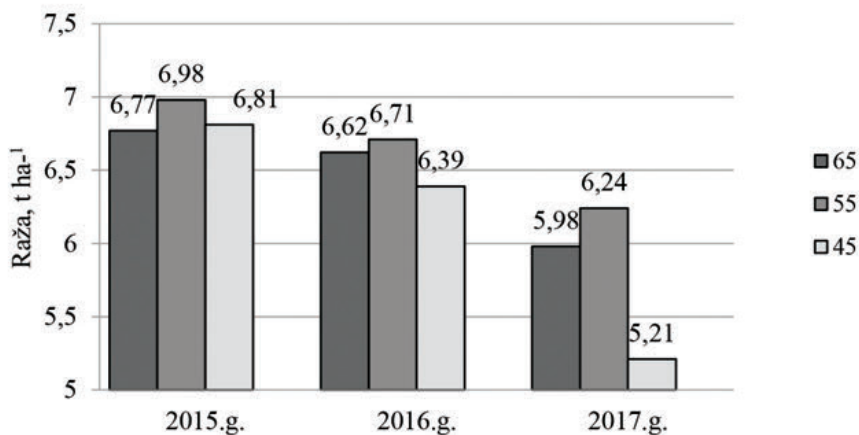
Pupas nevar sēt pēc citiem pākšaugiem vai tauriņziežiem. Augu sekas laukā tās rekomendē sēt ne biežāk kā reizi 4–5 gados. Atsevišķos reģionos ar ļoti augstu slimību vai dažādu kaitīgo organismu risku neiesaka sēt biežāk par reizi 7–8 gados (Zviedrijā). Labākie priekšaugi zirņiem un pupām ir labība, kur nodrošināta nezāļu kontrole. Zirņi un pupas ir piemērotas augu maiņai, jo ir labs priekšsargs citiem kultūraugiem, arī ziemāju un vasarāju labībai.

Sēkla un sēja. Sējai vēlams iegādāties sertificētu vai pašaudzētu sēklas materiālu, izvēloties sēklu sagatavošanai laukus, kur ražas nav inficētas ar slimību ierosinātājiem (uz sēklas apvalka vizuāli nav redzami audu bojājumi) un kur pirms sējas novērtēta dīdžība un tīrība. Saimniecībā, gatavojot sēklu, jāpievērš uzmanība kaltēšanas un tīrīšanas procesiem, lai sēklas netraumētu un tās nezaudētu dīgtspēju. Galvenie zemas sēklu dīgtspējas iemesli ir: novēlota ražas novākšana (sēklas sākušās dīgt uz lauka), strauja sēklu nožāvēšana un pārāk sausu sēklu tīrīšana (mikroplaisas sēklā, dīgļis atdalījies no dīgļlapām, ieplīsuši sēklu apvalki), kā arī sēklu bojāšanās dēļ nevienmērīgi nožāvēta raža vai pat uzglabāšana bez žāvēšanas. Lai ierobežotu dīgstu puves un citu slimību ierosinātājus, ko var izplatīt ar sēklas materiālu, sēklas pirms sējas kodina. Pētījumi AREI Stendes pētniecības centrā (2015.–2017.) parādīja, ka sēklu kodināšana ar Maxim 25 s. k. devā 1.5 L t⁻¹ efektīvi ierobežoja dīgstu sakņu puves izplatību un attīstību visām četrām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm, it īpaši slimību ieņēmīgajām ‘Fuego’ un ‘Granit’. Kodināšana efektīvi samazināja arī lapu slimību attīstību, it īpaši agrīnās augu augšanas stadijās, kas liecina, ka attīstības sākuma – dīgšanas stadijā augi nav cietuši no slimību ierosinātāju radīta stresa un attīstījušies spēcīgāki.

Pupas sēj iespējami agri, līdz ar augšnes fiziskās gatavības iestāšanos, kad augšne iesilusi vismaz līdz +5°C, lai apstākļi būtu labvēlīgi arī pupām draudzīgo gumiņbaktēriju attīstībai. Sēklu apstrādes ar gumiņbaktēriju preparātu lietderība ir jāizvērtē katrā gadījumā individuāli (skatīt Pākšaugu

loma simbiotiskā slāpekļa saistīšanā). Augsnēs ar normālu mikrobioloģisko aktivitāti Latvijā ir sastopamas pupām radnieciskās gumiņbaktērijas. Ja kādā laukā ilgāku laiku (4–5 gadus) vai nekad nav audzēti pākšaugi, inokulācija var palīdzēt palielināt gumiņbakteriju populāciju, īpaši vietās ar nelabvēlīgiem vides apstākļiem, piemēram, pH zem 6.0, ļoti smilšainās augsnēs vai periodiski applūstošā augsnē (Kreišmane, 2015). Precīzu lietošanas instrukciju sniedz preparātu ražotāji, bet ir svarīgi atcerēties, ka sēklas ar gumiņbaktērijām jāapstrādā (jāapbirdina vai jāapsmidzina) pirms sējas un apstrādātās sēklas jāsgargā no tiešiem saules stariem, lai gumiņbaktērijas neaizietu bojā.

Pupas tradicionāli sēj parastā rindsējā, un rekomendētā sēklu izsējas norma variē no 35 līdz 60 dīgtpējīgas sēklās uz 1 m², kas atbilst 200 līdz 300 kg sēklu uz 1 ha, atkarībā no sēklas rupjuma (1000 sēklu masas). AREI Stendes pētniecības centrā no 2015. līdz 2017. gadam veiktajā pētījumā konstatēts, ka, novērtējot četru pupu šķirņu: ‘Lieplatones’, ‘Granit’, ‘Fuego’ un ‘Boxer’ ražību dažādās biežības sējumos, visos trīs eksperimenta gados augstākā ražība iegūta, izsējot 55 sēklas uz 1m².



1.1. att. Lauka pupu raža, lietojot dažādas izsējas normas (45; 55 un 65 sēklas m², Rs0.05=0.37 t ha⁻¹), 2015.–2017. g. Stendē.

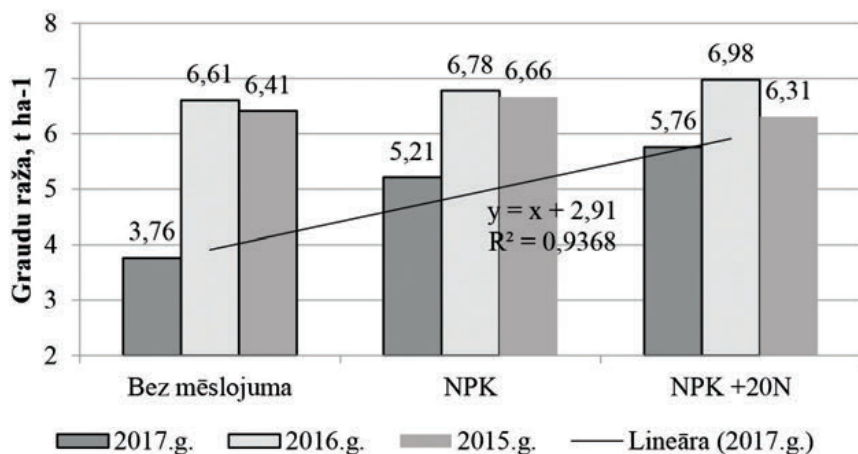
Ja pupām augšanas apstākļi ir optimāli, tad ražas atšķirība starp atšķirīgām izsējas normām nav būtiska (2015., 2016.), un nav pamata izsējas normas palielināt. Gan sausuma un karstuma, gan zemas temperatūras un pārmērīga mitruma radītā stresa apstākļos sējuma produktivitāte ir zemāka. Pirmajā gadījumā samazinās viena auga produktivitāte, otrajā – veidojas lielāka zaļā masa, mazāk pākšu. Ja pupas jāsēj mazāk piemērotos augšanas apstākļos (smilšainos, nezāļainākos laukos), izsējas normu rekomendē palielināt par

10–15%. Optimālo izeļas normu nosaka arī šķirnes īpašības, tāpēc jāņem vērā selekcionāru sniegtās rekomendācijas.

Sēklu iestrādes dziļumam jābūt 6 līdz 10 cm, blīvākās augsnēs – seklāk. Jānodrošina vienmērīgs sēklu iestrādes dziļums, jo tas ietekmē sēklu sadīgšanas vienmērīgumu, kas ir svarīgs nosacījums nezāļu ierobežošanas pasākumu īstenošanai (ecēšanai, smidzināšanai). Sējumus vēlams pievelt, lai veidotos labāka saskare ar augsni, kas palīdz vienmērīgi sadīgt, kā arī nodrošina līdzenu augsnes virskārtu, kas nepieciešama, ja plānots lietot augsnes iedarbības herbicīdus.

Barības vielu nodrošinājums un mēslojums. Tā kā lauka pupām ir augsts ražības potenciāls, tās rekomendē audzēt augsnēs ar labu barības vielu nodrošinājumu, īpašu uzmanību veltot fosfora un kālija nodrošinājumam. A. Ružas pētījumos minēts, ka 1 tonna pupu no augsnes iznes šādus pamatelementus tīrvielā: 75–100 kg N, 25–30 kg P_2O_5 , 60–74 kg K_2O , 50–65 kg CaO. Lauka pupas spēj piesaistīt gaisa slāpekli, tomēr augu attīstības sākumā tiek rekomendēts lietot līdz 30 kg slāpekļa tīrvielā uz hektāru (īpaši vajāk iekultivētās augsnēs, deva atkarīga no augsnes auglības rādītājiem), kas ir sākuma deva pupu attīstībai, pirms gumīnbaktērijas uzsāk aktīvu darbību. Ja augsnes satur mazāk par 0.3 mg kg^{-1} bora, vara – mazāk par 3 mg kg^{-1} vai molibdēna mazāk nekā 0.15 mg kg^{-1} , iesaka lietot komplekso mēslojumu, kas bagātināts ar šiem elementiem, vai arī veģetācijas laikā lietot atbilstošu lapu mēslojumu.

Pākšaugu izpētes projekta laikā Stendē tika vērtēta četru lauka pupu šķirņu ražība trīs mēslojuma fonos – lietojot tikai komplekso NPK 5-25-30 mēslojumu saskaņā ar faktisko nepieciešamību, ņemot vērā augsnes agroķīmisko rādītājus, papildus kompleksajam mēslojumam dodot 20 kg slāpekļa tīrvielā un kontroles variantā, kur pupas sētas bez papildus mēslojuma. Trīs gadu rezultāti parādīja, ka mēslojuma ietekme pa gadiem var būt ļoti atšķirīga. Viss lielāko efektu gan pamatmēslojums, gan papildus dotais slāpeklis nodrošināja 2017. gadā (laika apstākļi pavasarī vēsi un mitri, vēlāk – sauss), bet attiecīgi, 2015. un 2016. gadā (mazāk nokrišņu pavasarī pēc sējas, vairāk pākšu veidošanās periodā) mēslojuma pozitīvais efekts netika pierādīts (skatīt 1.2. att.). Tātad pupu ražību vienlīdz būtiski ietekmē augšanas vides apstākļi kā mēslojums un mēslojumam ne vienmēr ir izšķiroša loma.



1.2. att. Lauka pupu raža, lietojot dažādas minerālā mēslojuma normas, t ha⁻¹ (Rs0.05=0.37 t ha⁻¹), vidēji 2015.–2017. Stendē

Pētījumus par lauku pupu mēslošanu jāturpina, jo šie pirmie novērojumi apliecina, ka pupu mēslošanas plāna izstrādē ir svarīgi ņemt vērā gan teorētiskās barības vielu izneses ar plānoto ražu, gan vides apstākļu un lauka auglības mijiedarbību. Tāpat mēslojuma normu ir nepieciešami pielāgot šķirnes ražības potenciālam – augstražīgākās šķirnes kā ‘Boxer’ un ‘Fuego’ daudz jūtīgāk reaģē uz barības vielu nepietiekamību.

Nezāļu ierobežošanas iespējas

Lauka pupu dīgšana notiek salīdzinoši lēni un to izsējas norma neliela – 35–55 augi uz 1 m². Šie fakti arī nosaka, ka viens no sekmīgas pupu audzēšanas nosacījumiem ir izvēlēties ar nezālēm maz piesārņotus laukus. Praksē bieži nākas saskarties ar situāciju, kad sējumi pirms ražas novākšanas ir nezālaini. Nezāles rada slimību izplatībai labvēlīgu mikrovidi, konkurē ar pupām par barības vielām, nomāc kultūraugus, kavē pupu vienmērīgu nogatavošanos u.c. negatīvi ietekmē novākšanu.

Atbilstoši integrētās augu aizsardzības principiem vispirms svarīgi ir veikt profilaktiskus pasākumus jau pirms pupu sējas, lai lauks būtu maksimāli atbrīvots no nezālēm, īpaši daudzgadīgajām. Pirms AAL lietošanas jāveic profilaktiski pasākumi, kas nodrošina optimālu augu augšanu un attīstību, sākot ar efektīvu nezāļu ierobežošanu, audzējot priekšaugu vai veicot rugaines lobīšanu u. c. pasākumus.

Sējas gadā pupu sējumos nezāles iespējams ierobežot, pirmkārt, mehāniski, veicot sējumu ecēšanu. Pirmo reizi pupu sējumus var ecēt 4–6 dienas

pēc sējas. Ecēšanu atkārtoti pēc nepieciešamības, kad augiem ir attīstījušās 2–3 īstās lapas. Ecēšanu veic perpendikulāri sējas virzienam vai 45° leņķī pret sējas virzienu, lai augi tiktu mazāk traumēti, un vēlams ecēšanu veikt pēcpusdienā, kad augu turgors ir zemāks un tie nav tik trausli (Antonijs, 1988).

Nezaļu ierobežošanu efektīvi var veikt, sējumu pēc sējas apstrādājot ar augsnes iedarbības herbicīdiem. Augsnes iedarbības herbicīdus lieto iespējami agri, kamēr augsne ir pietiekami mitra, bet ne sausa, lai augsnes herbicīds labi iedarbotos. Augsnes herbicīdu nav ieteicams lietot, ja prognozēti lieli nokrišņi. Augsnes virskārtai jābūt līdzenei un labi sastrādātai (bez lielām cilām), lai herbicīds vienmērīgi nosegtu augsnes virskārtu. Pupas ir ļoti jutīgi kultūraugi, tāpēc reģistrēto herbicīdu klāsts nav liels un tie lietojami tikai, stingri ievērojot katra produkta lietošanas instrukcijas – optimālo temperatūra, mitrumu, u. c. apstākļus, lai kultūraugiem neradītu fitotoksiskumu (lapu dzeltēšanu). Jāņem vērā, ka pupu attīstību var ietekmēt arī priekšaugam lietotie herbicīdi. Jāpārbauda iepriekš lietoto augu aizsardzības līdzekļu iespējamā pēcietekme (informācija pieejama augu aizsardzības līdzekļu etiķetēs).

Ražas novākšana veic pupu pilngatavības fāzē, kas atkarībā no gada meteoroloģiskajiem apstākļiem var būt gan augusta vidū, gan septembra beigās. Lai pupas savlaicīgi sasniegtu pilngatavību, svarīgs ir temperatūras režīms visā veģetācijas periodā. Kulšanu var uzsākt, kad lapas nobirušas, apakšējās pākstis ir melnas, bet zaļo pākšu nav vairāk par 10% un graudu mitrums nepārsniedz 17–21%. Lauku pupu novākšanā mitros gados iesaka lietot desikantus, kas nožāvē augus zaļās daļas līdz vienmērīgām mitrumam. Jo kuļot pupas, kas ir mitrākas par 21%, tās var traumēt, sašķelt, saspīest. Svarīgi ir neregulēt kombainu tītavas, lai tās neaplauztu stublājus un pākstis. Tāpat svarīgs ir samazināt kombaina kuļtrumuļa apgriezīgu skaitu līdz 400–600 apgriezieniem minūtē, palielināt kuļtraugas platumu, neregulēt sietu žālūzijas 35–40 grādu leņķi un veikt citus pasākumus, kas maksimāli samazina ražas zudumus uz lauka. Lauku pupu kaltēšanā ļoti svarīgi ievērot kaltēšanas režīmu, jo pupas no lauka tiek novestas ar augstu mitrumu. Ja sēklu mitrums pārsniedz 18%, tad kaltēšanas temperatūru rekomendē ne augstāku par 30°C un vienā kaltēšanas reizē mitrumu drīkst samazināt ne vairāk kā par 2–4%. Strauji nokaltēti pupu graudi tiek traumēti, tie sašķeļas. Pēc nožāvēšanas jābūt uzmanīgiem graudus pārberot vai tīrot, īpaši, ja tos plānots izmantot kā sēklas materiālu – tie ir trausli un, atsitot sēklas dīglīti, zaudē dīgtpēju.

Pupu slimības un to ierobežošanas iespējas

Lopbarības pupu sulīgās, biezas saknes un lapas ir lielisks barības avots dažāda veida infekciju izraisītājiem. Latvijas klimatiskajos apstākļos uz pākšaugiem galvenokārt izplatās sēņu ierosinātās slimības. Latvijā ir zināmas

vismaz 147 parazitiskās sēņu sugas, kas izplatās uz dažādām pākšaugu sugām (*М. Струччинская*, 1980). М. Skrukčinskā (*М. Струччинская*, 1974) norādījis, ka Latvijā uz viena tauriņziežu auga vienlaikus var atrast vidēji četras parazitisko sēņu sugas. Augu bojājumi (mehāniskie, kaitēkļu radītie) veicina slimību attīstību un izplatību gan uz lapām, stublājiem, pākstīm, gan sēklām. To veicina klimatiskie apstākļi – palielināts gaisa mitrums, vēja brāzmas un bieži nokrišņi. Slimību prognozēšana ir ļoti sarežģīta, jo jāņem vērā daudzi parametri un novērojumi par katra patogēna bioloģiskajām īpatnībām, konkrētā reģiona ekoloģiskajiem apstākļiem un saimniecībā pielietotās pupu audzēšanas tehnoloģijas. Lai izstrādātu pupu slimību ierobežošanas pasākumus mūsdienu intensīvās lopbarības pupu audzēšanas tehnoloģijās, lauka izmēģinājumos AREI Stendes pētniecības centrā 2015.–2017. gadā veikti novērojumi par pupu slimību izplatību un attīstību.

Pupu slimības iedala divās grupās: dīgstu (sakņu) puves un lapu slimības.

Dīgstu puve ir plaši izplatīta lauka pupu slimība, kuru ierosina sarežģīts sēņu sugu komplekss. Inficētajiem augiem atmirst saknes, inficētās sēklas neizdīgst, stipras infekcijas gadījumā sējumi izretinās. Sakņu puves bojājumu rezultātā augiem veidojas nomākta sakņu sistēma ar samazinātu gumiņu daudzumu (*В. Комова*, 1986). Vēlīnās augu attīstības fāzēs sakņu bojājumi izraisa augu hlorozi un vīti, augiem maz vai vispār neizveidojas pākstis, samazinās raža (*Я. Шкунча*, 1963). Dīgstu puves ierosinātāji – sēņu sugas: *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *F. Redolens* Wollenv., *F. Oxysporum* spp., *Rhizoctonia solani*, *Ascochyta fabae* Speg., *Alternaria* spp., *Stemphylium sarciniforme* (Cav.) Wiltsh., *Botrytis* spp. augu agrīnās attīstības fāzē ir izdalīti no bojātiem dīgstiem, sakņu kakla un stublāja apakšējās daļas. Dīgstu puves ierosinātāji saglabājas augsnē un augu atliekās, ka arī sēklās. Pupu sēklu inficētība ar *Ascochyta fabae* Speg. analizēta un aprakstīta jau 1959. gadā. (V. Kalniņa un M. Seržāne, 1959). Sēklu inficētība ar *Ascochyta fabae* Speg. var sasniegt 17.6% (S. Newton and G. Hill, 1978). Arī pētījumos AREI (2016.–2017.) no pupu sēklas materiāla izdalīja patogēno sēņu sugas *Ascochyta fabae* Speg., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Stemphylium sarciniforme* (Cav.) Wiltsh. un *Botrytis fabae* Pers.ex Pers. Šīs sēņu sugas negatīvi ietekmē sēklu dīdztību un ierosina pupu dīgstu bojājumus un sakņu puvi. Pēc novērojumiem, pupu sēklu inficētība ar parazitāro sēņu sugām paaugstinājās, ja sēklās bija sēklgraužu radīti bojājumi.

Turpmāk īss apraksts **lauka pupu lapu slimībām**, kas identificētas Stendē 2015.–2017. gadā veiktajos pētījumos pēc slimību pazīmēm uz pupu lapām un precizējot ierosinātajus laboratorijā pēc morfoloģiskajām pazīmēm, izdalot tīrkultūras.

Pupu tumšplankumu iedegas (askohitoze) (ieros. *Ascochyta fabae* Speg.).

Pazīmes: uz lapām, stublājiem un pākstīm parādās gaiši brūni plankumi

ar tumšāku apmali, vēlāk sakalstot, uz tiem koncentriskos apļos veidojas melnas piknīdijas. Piknīdijas zem epidermas, apaļas, gaišbrūnas 200–250 µm diametrā, konīdijas cilindriskas, bezkrāsainas, taisnas vai vāji izliektas, dalītas 1–2 šķērssieniņām, 15–22 x 4–6 µm izmērā (B. A. Мельник, 1977). Slimības attīstību veicina paaugstināts gaisa mitrums un plašs temperatūras diapazons (15–25°C). Sēne vislabāk aug 24°C temperatūrā, temperatūrās 5°C, 10°C un 40°C sporu izdīgšana pārtraucas (M. T. Струччинская, 1974). Labvēlīgos apstākļos milzīga sporu masa izveidojas no piknīdijām lapu bojājumu vietās un izplatās ar vēju un lietu. Infekcija saglabājas augsnē augu atliekās un sēklās. Sēklas infekcija ir galvenais avots slimības ierosinātāja saglabāšanā. Pēc R. S. S. Liew (1997) novērojumiem, sēklas inficētība ar *A. fabae* būtiski korelē ar slimības attīstību uz lapām veģetācijas periodā, kas ietekmē ražas iegūšanu. Pupu iedegas ierosinātāja izplatība ir atkarīga no sējumu biežības, pilienvēda mitruma. Kukaiņu bojājumi lapās, stiebrus un pākstīs atvieglina ierosinātāja iekļūšanu augu šūnās, un slimības attīstībai optimālos apstākļos bojātās lapas priekšlaicīgi sažūst un nobirst, stublāji lūst, sēklas inficējas pākšu nogatavošanas stadijās un ražas laikā.

Pelēkā plankumainība (ieros. *Botrytis cinerea* Pers. ex Pers.).

Pazīmes: tumši zaļi pūstoši plankumi uz stublājiem, lapām, ziednešiem, pākstīm. Bojājuma pazīmes redzamas jau dīgstu fāzē. *B. cinerea* saimniekaugi ir dažādi, sēne svarīga galvenokārt dīgstiem, spēcīgi attīstītus augus normālos augšanas apstākļos tā nespēj bojāt (M. Eglītis, 1938). Paaugstināta mitruma apstākļos inficētā vieta iekrāsojas pelēka vai brūna, ar pelēku konīdiju sporulācijas apsarmi. *B. cinereae* konīdiju nesēji resni (11–23 µm), galotnes zaroti, ovālveida sporas izmērs 9–12 x 7–10 µm (Хохряков et. all., 1984). Bojātā auga daļa atmirst. Labvēlīgi apstākļi – lietains un vēss klimats, sabiezināti sējumi, pazemināta vai mērena temperatūra (16–21°C). Infekcijas avots ir sēklas, augu atliekas, sēnes sklerociji (melni, sīki) augsnē.

Šokolādes plankumainība (ieros. *Botrytis fabae* Sardiņa).

Pazīmes: redzama uz lapām, stublājiem un pākstīm, stiprāk izplatās paaugstināta mitruma apstākļos. Sākumā uz lapām parādās šokolādes krāsas brūni plankumi, ko pakāpeniski norobežo sarkanbrūna apmale ar gaiši pelēku centru, paaugstinātā mitrumā pārklājas ar pelēkbrūnu apsarmi – ierosinātāja micēliju. *B. fabae* konīdijas ir olveidīgas, gaišā dūmu krāsā, 15.2–24.3 x 10.9–18.2 µm (lielākas nekā *B. cinerea*) (H. M. Пидопличко, 1977). Sēne veido lielus melnus sklerocijus (līdz 2–3 mm diametrā), kas saglabājas augsnē līdz pat 4 gadiem. Pēc Mahmoud et. all. (2015) novērojumiem, uz vecākām apakšējām pupu lapām veidojas lielāka izmēra lapu bojājumi nekā uz jaunajām augšējām lapām. Slimības ierosinātāja agresivitāte pastiprinās pupu ziedēšanas laikā ar gaisa mitruma paaugstināšanos sējumā mērenas temperatūras (10–20°C)

apstākļos (Fleury, 2016). Piemēram, šokolādes plankumainības attīstībai labvēlīgas būs 4–5 siltas (+13–20°C) un mitras (gaisa mitrums virs 70%) dienas (Villegas-Fernández et. all., 2012, Habtamu Terefe et. all, 2015).

Melnplankumainība (stemfilioze) (ieros. *Stemphylium sarciniforme* (Cav.) Wiltsh.). Pazīmes: uz lapām tumši brūni lieli izplūstoši plankumi ar koncentrētu apmali, bojātā vieta vēlāk sakalst. Inficētā vieta paaugstināta mitruma apstākļos kļūst mitra, ar pelēku konīdiju sporulācijas apsarmi. Sporas lodveida vai elipsveida, pārvilkta, bez kājas. Sporas izmērs 30–50 x 22–23 μm (M. K. Хохряков et. all., 1984). Melnplankumainības ierosinātais saglabājas augu atliekās un sēklās. Pēc M. T. Стручинская (1980) Baltijā valstīs *Stemphylium sarciniforme* bojā daudz tauriņziežu sugu, t. sk. lucernu (*Medicago sativa* L.), šaurlapu lupīnu (*Lupinus angustifolius* L.) un raksturīgas sugas vairākās sausu nezāliņu mežmalu vai smilšainu vietu augu sabiedrībās – balto amoliņu (*Melilotus albus* Medik.) un smiltāju pārkonamoliņu (*Anthyllis arenaria* (Pupr.) Juz.). Ir zināms, ka *S. sarcinaeforme* ir viens no izplatītākajiem sarkanā āboliņa (*Trifolium pratense* L.) slimības ierosinātājiem Latvijā (O. И. Треукале, 1987). Ir dati, ka 2016. gadā plašu pupu tumšplankumainības attīstību ziemeļaustrumu Austrālijā veicināja vēsi (+5–15°C) un mitri laika apstākļi (Anjum, 2016). Vēsi un mitri laika apstākļi Latvijā 2015. gadā veicināja pupu tumšplankumainības plašu izplatību un attīstību pupu sējumos. Tumšplankumainības vairāk apdraudēti bija agri sētie lauki un sējumi, kuri apsēti ar slimības inficētām sēklām bez kodināšanas. Labvēlīgos apstākļos slimība izplatās uz sēklām. Tas notiek, ja pupu nogatavošanās periods ir vēss un nokrišņiem bagāts un ražas novākšana aizkavējas.

Sausplankumainība (alternarioze) (ieros. *Alternaria spp.*)

Pazīmes: uz lapām gaiši brūni lieli plankumi, vēlāk sakalst; inficētajā vietā redzami sausi, tumši koncentriski plankumi – raksturīga pazīme *Alternaria spp.* sēņu bojājumiem. Konīdijas izveidojas ķedītēs, ar 3–6 šķērssieniņām un vairākām gareniskām sieniņām dalītas. Pupu sausplankumainības ierosinātāja *Alternaria* sugas attīstībai un plašai izplatībai labvēlīgi apstākļi: paaugstināts mitrums, lietus, kaitēkļu bojājumi, optimālā temperatūra +20–25°C. Infekcijas avoti: sēklas, augu atliekas. Vairākums *Alternaria* sugu producē mikotoksīnus (alternariols, tenuazonic ac. u. c.), kas ir bīstami, dzīvniekiem iekļūstot organismā ar piesārņotiem barošanas līdzekļiem, kā arī var izsaukt smagu alerģisku reakciju cilvēkam (Ostry, 2008).

Pupu rūsa (ieros. *Uromyces viciae-fabae*).

Pazīmes: lapu virspusē veidojas dzeltenīgi oranžas pustulas (sēnes uredosporas stadija); lapu un stublāja epiderma saplaisā, un inficētās lapas nokalst. Uredosporas izdīgšanai ir nepieciešams augsts gaisa mitrums – ūdens pilieni uz augu lapām paaugstinātas gaisa temperatūras (optimum 20°C)

apstākļos (Jozeph & Hering, 1997). *U. viciae-fabae* ir makrocikla rūsas sēne, autoecious attīstības cikla – visus piecus sporu tipus sēne producē uz viena organisma (Mengden, 1997). Uredosporas ar vēju izplatās līdz tūkstošiem km (Brown & Hovmoller, 2002) un saglabājas augu atliekās, ka arī sēklu virsmā uz pielipušām lapu atliekām. Ir zināms, ka *U. viciae-fabae* inficē vairāk ka 50 *Viciae* sugas (Conner RL & Bernier CC, 1982), *M. T. Стрыкчинскас*, 1983). Rūsas postīgums ir atkarīgs no laika apstākļiem pēc infekcijas parādīšanās sējumā. Labvēlīgos apstākļos slimība strauji attīstās uz lapu virsmas, rezultātā fotosintēzes aktivitāte pazeminās, tiek traucēta ūdens transpirācija, lapas priekšlaicīgi nokalst un nokrīt. Šo iemeslu dēļ raža var samazināties līdz 70–85%. Veģetācijas beigās bojātajās vietās izveidojas tumšas teliosporas, kas saglabājas augu atliekās, un ir tās ir pamats infekcijas sākumam nākamajā gadā. Latvijas apstākļos konstatēts, ka rūsas vislielākais postīgums izpaužas, būtiski samazinot pupu tūkstoš graudu masu.

Neīstā miltrasa (ieros. *Peronospora viciae-fabae* sp.fabae)

Pazīmes: sākumā lapu virspusē neregulāri dzeltenzaļi plankumi, kuri var būt ieapaļi vai stūraini; lapu apakšpusē attīstās pelēki violeta apsarme; bojātās lapas ir trauslas un viegli drūpošas. Labvēlīgi apstākļi: zema gaisa temperatūra (15–18°C), augsts gaisa mitrums, ūdens pilieni, vēja brāzmas. Stipra bojājuma rezultātā lapas sakalst un priekšlaicīgi nobirst. Infekcijas avoti: augu atliekas. Sēne attīstās uz daudzām tauriņziežu augu sugām, t. sk. pupām, zirņiem, āboliņiem, vīķiem. Par *Peronospora viciae* kaitīgumu jau 1912. gadā rakstīja A. Jačevskis (Ячевский, 1917), Grobiņas apkārtnē konstatējot līdz 30% ražas zudumus.

Slimību postīgums

Pupu slimību postīgums cieši saistīts ar šķirnes ģenētiskajām īpašībām un ievērotajiem augu aizsardzības pasākumiem. Piemēram, šķirnei ‘Lielplatonēs’ 1963. gadā konstatēta stipra iedegas (askohitozes) un šokolādes plankumainības infekcija, savukārt 1976. gadā šķirne bija inficēta ar cercosporozi un pelēko puvi (Muxeeva, 1976). Stendē 2015. gadā būtisku pupu ražības samazinājumu konstatēja izmēģinājumā kontrolē (bez fungicīdu lietošanas), kur ražas samazinājās par 11% no šķirnes vidējās ražas 6.58 t ha⁻¹ pētījumā. Tāpat konstatēts, ka pupu lapu slimību bojājumi būtiski ietekmēja pupu sēklu veidošanos – cieša korelācija starp slimību izplatību un tūkstoš sēklu masu – $r = 0.848$ (*Botrytis fabae*), $r = 0.873$ (*Uromyces viciae-fabae*), $r = 0.891$ (*Stemphylium sarcinaeforme*), kas liecina par šo slimību postīgumu pupu sējumā.

Galvenie slimību ierobežošanas pasākumi integrētā pupu audzēšanā saistīti ar slimības profilaksi un situācijas analīzi uz lauka. Īpaši svarīgi apsekot pupu lauku dažas dienas pēc lietus, lai fiksētu slimības parādīšanos laukā

un, zinot katras slimības attīstības īpatnības un šķirņu ieņēmību, novērtētu to izplatības riskus, pieņemot lēmumu par fungicīdu lietošanas vajadzību. Šāda pieeja ir ne tikai pupu kā augu, bet arī vides aizsardzības jautājums. Pupas ir sulīgas un trauslas, katrs pārbrauciens pa lauku ar smidzinātāju traumē augus un līdz ar to rada labvēlīgu vidi slimību, piemēram dažādu ierosinātāju izraisītas puves, izplatībai sējumos.

Rekomendācijā pupu slimību ierobežošanai, ko sagatavojuši lauksaimnieku konsultanti Dienvidaustrālijā *Hawthorne W., Kimber R., Davidson J. et. all.* (2012), īpaša uzmanība veltīta virknei profilaktisku agrotehnisko pasākumu:

- pareiza lauka izvēle – pupas sēt laukos, kas atrodas vismaz 500 m attālumā no pagājušā gada pupu laukiem, lai mazinātu risku pārnest no rugaines (ar vēju vai lietu) slimību ierosinātājus uz jauno lauku. Pupas vienā laukā sēt ne biežāk kā reizi 4 gados;

- optimāls sējas laiks – sēt reģionam raksturīgos, optimālos sējas laikos, atturēties no pārāk agras sējas, kas var provocēt dīgstu slimības un pupu iedegas izplatīšanos;

- šķirnes izvēle – izvēlēties šķirnes, kas piemērotas audzēšanai mūsu klimatiskajos apstākļos, kas ir izturīgas pret postošākajām pupu slimībām – šokolādes plankumainību, tumšplankumainību un citām. Šķirņu izvēle ir viens no nozīmīgākajiem pasākumiem slimību ierobežošanā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā;

- kvalitatīvas sēklas izvēle – sēklas savā saimniecībā atbērt no veselīgākā lauka ražas; nesēt pupas, kuras vairāk par 10% inficētas ar šokolādes plankumainību vai vairāk par 5% – ar pupu tumšplankumaino iedegu; izmantot kvalitatīvu, sertificētu, ar kaitēkļiem neinvadētu sēklas materiālu;

- gumiņbaktērijas – apstrādāt sēklas ar atbilstošiem gumiņbaktēriju celmiem, īpaši skābās augsnes tas veicinās augu veselīgumu;

- izsējas norma – izsējas normu saskaņot ar šķirnes īpatnībām, nesabiezināt sējumu, tā provocējot slimību attīstību;

- integrētā pieeja fungicīdu lietošanā – sēklu kodināt un fungicīdu lietot, ievērojot augu aizsardzības speciālistu rekomendācijas un norādījumus; novērtēt sējumus ne retāk kā reizi nedēļā.

Lauka pupu šķirņu novērtējums pēc to izturības pret postošāko slimību ierosinātājiem, 2015.–2017. Stendē

Slimību ierosinātāji	<i>Ascochyta fabae</i>	<i>Botrytis fabae</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Uromyces viciae-fabae</i>
Vērtējuma skala	Šķirnes			
Izturīgas	–	Vertigo	–	Boxer, Vertigo, Olga
Vidēji izturīgas	Bobas, Alexia	Olga, Isabella	Isabella, Bobas, Boxer	Bobas, Alexia,
Vāji izturīgas	Olga, Vertigo	Boxer, Bobas,	Vertigo, Olga	Olga
Vidēji ieņēmīgas	Isabella, Lielplatones	Alexia, Fuego	Granit, Fuego,	Lielplatones, Granit
Ieņēmīgas	Granit, Boxer	Lielplatones	Alexia	Fuego
Ļoti ieņēmīgas	Fuego	Granit	Lielplatones	–

Periodā no 2015. līdz 2017. gadam pupu sējumiem Latvijā reģistrēti daži fungicīdi. VAAD reģistrēto fungicīdu sarakstā ir Prosaro (deva 1.0 l ha⁻¹) un Signum (devas 0.75 un 1.0 kg ha⁻¹), ko, parādoties slimību pirmajām pazīmēm, sākot ar ziedpumpuru veidošanās līdz ziedēšanas beigu stadijai, lietot pupu sējumos, pēc vajadzības atkārtot smidzināšanu pēc 14 dienām. Pētījums Stendē apliecināja, ka smidzināšana ar fungicīdu Prosaro 1.0 L ha⁻¹ efektīvi samazināja pupu lapu slimību (melnplankumainības, iedegas, šokolādes plankumainības, rūsas) izplatību un attīstību. Lielāka fungicīda Signum (0.75 kg ha⁻¹) efektivitāte novērota pelēkplankumainības (šokolādes plankumainības) ierobežošanā.

Kaitēkļi lauku pupu sējumos mūsdienās ir maz pētīti. Tā kā pēdējos gados pākšaugu sējplatības ļoti strauji augušas, ir pamatotas prognozes, ka, pieaugot kaitēkļu dzīvotnes platībai, nozīmīga kļūst arī kaitēkļu ierobežošanas nepieciešamība. 2017. gadā ZM finansiāli atbalstīja pētniecības projektu “Pupu sēklgrauža (*Bruchus rufimanus*) un citu lauka pupu (*Vicia faba*) kaitēkļu monitorings un ierobežošanas iespējas”. Uzsākot projektu, konstatēts, ka lauka pupu sējumos visbiežāk sastopams pupu sēklgrauzis un svītrainais zirņu smecernieks, pārējo kaitēkļu invāzija ir nenozīmīga.

Svītrainais zirņu smecernieks (*Sitona lineatus* L.)

Svītrainais zirņu smecernieks sastopams visur, kur audzē tā saimniekaugus. Svītrainajam zirņu smecerniekam gadā attīstās viena paaudze. Pieaugušas vaboles ziemo zemsedzē, zālainās ceļmalās, laukmalās, krūmājos, zem augu atliekām. Pavasarī vaboles pamet slēptuves, kad gaisa temperatūra sasniedz +10°C. Kad temperatūra sasniedz +12 °C, vaboles sāk aktīvi pārvietoties (Biddle, Cattlin, 2007). Tās barojas ar tikko sadīgušām zirņu, pupu vai citu

tauriņziežu lapām, izgraužot lapās nelielus robiņus. Imago, barojoties var pārnēsāt lauka pupu vīrusu slimības (Alford, 1999). Oļas dēj uz augsnes augu tuvumā maija beigās – jūnija sākumā (Ozols, 1972). Kāpuri izšķīļas pēc 2–3 nedēļām un ielien augsnē, kur aptuveni 6 nedēļas barojas ar tauriņziežu sakņu gumiņiem. Tad kāpuri uz 2–3 nedēļām iekūpojas, un jaunie imago izlien no augsnes un barojas līdz veģetācijas sezonas beigām, kad uzmeklē ziemošanas vietas (Alford, 1999).

Spēcīgas invāzijas gadījumā vaboles pavasarī var iznīcināt sadīgušās pupas vai citus pākšaugus, taču, ja pupu augšanas apstākļi ir labvēlīgi, parasti pieaugušo vaboļu barošanās būtisku kaitējumu nenodara. (Ozols, 1973). Kāpuri, barojoties ar sakņu gumiņiem, samazina augu spēju uzkrāt slāpekli. Pupās svītrainā zirņu smecernieka kāpuru izraisīts slāpekļa trūkums izpaužas kā ražas samazinājums un pāragra pākšu nobīršana (Alford, 1999). Svītrainā zirņu smecernieka kāpuri (5–30 gab. uz sakņu kamolu) samazina ražu par 12–14% (Ozols, 1973). Kāpuru grauzumu dēļ saknes kļūst ieņēmīgas pret fitopatogēnajām sēnēm (Biddle, Cattlin, 2007).

Svītraino zirņu smecernieku var ierobežot ar agri sēju labi sagatavotā un pietiekami kaļķotā augsnē (Ozols, 1973). Kāpuru attīstību var traucēt, rindstarpās irdinot augsni (Priedītis, 1996). Veicot lauka monitoringu, ja sējumā 8–10% no auga virsmas ir smecernieka bojātas, vai, ja tiek konstatētas 10–15 vaboles uz 1 m², šie novērojumi liecina, ka ir nepieciešams lietot kādu no reģistrētajiem insekticīdiem. (Priedītis, 1999).

Pupu sēklgrauzis (*Bruchus rufimanus* Bohemann)

Pupu sēklgrauzis izplatīts Eiropā, Āzijā, Ziemeļamerikā, bet Latvijā ir konstatēts vienīgi lauka pupās (Priedītis, 1996). Gadā attīstās viena paaudze. (Ozols, 1973). Imago ir 3–5 mm gara vabole, ķermenis strupi noapaļots, segspārni nedaudz garāki nekā zirņu sēklgrauzim, bet citādi abas sugas viegli sajaukt. Segspārnus un priekškrūtis klāj balti un pelēcīgi brūngani matiņi. (Priedītis, 1996).

Pieaugušas vaboles ziemo sēklas glabātavās vai uz lauka, lauka malās. Pupu ziedēšanas laikā pupu sēklgrauzis barojas ar pupu ziedputekšņiem un vainaglapām, bet šī barošanās būtisku kaitējumu pupām nenodara (Alford, 1999). Pupu sēklgrauzis dēj oļas uz jaunajām pākstīm. Jaunie kāpuri ieiraužas pākstīs, pēc tam sēklās, kur attīstās. Vienā sēklā var attīstīties vairāki kāpuri (Ozols, 1973). Sēklai nogatavojoties, kāpuri sasniedz pēdējo attīstības stadiju, izgrauž sēklapvalkā apli, lai izveidotos izskreja ar “vāciņu”, un iekūpojas. Vēlāk jaunās vaboles, spiežot no iekšpuses šo “vāciņu”, iznāk no sēklas (Roubinet, 2016).

Pupu sēklgrauža ierobežošanai jāizmanto tīrs sēklas materiāls, jāievēro augu maiņa, jāšēj agri, jāapar lauki drīz pēc pupu sēklu nokulšanas. Ja sēklas ir sausas, tās var izkarsēt (Ozols, 1973). Laiks, kad visefektīvāk veikt smidzinājumu

sēklgrauža ierobežošanai, nav viennozīmīgi noteikts, pētījumi veikti gan Latvijā, gan citās valstīs. Šobrīd Latvijā nav reģistrēts neviens preparāts, ko atļauts lietot novākto lauka pupu gāzēšanai noliktavās, lai ierobežotu noliktavās pārziemojošos pupu sēklgraužus. (*Vents. E. Et. all.*, 2017 AAL saraksts 2017).

Pupu sēklgrauzis audzētājiem nodara nopietnus ekonomiskos zaudējumus, ja pupas audzē pārtikai vai sēklai. Pēc pārtikas kvalitātes prasībām izgrauzto sēklu īpatsvars lauka pupās nedrīkst pārsniegt 3–4%, bet dažādiem iepircējiem prasības var atšķirties. Lauka pupas ar tajās atrodamiem dzīvjiem kaitēkļiem neatbilst, piemēram, AS “Dobeles Dzirnāvnīks” kvalitātes prasībām lopbarības ražošanai. (<https://dzirnāvnīks.lv/lv/graudu-piegadatajiem>) 2017. gadā projektā “Pupu sēklgrauža (*Bruchus rufimanus*) un citu lauka pupu (*Vicia faba*) kaitēkļu monitorings un ierobežošanas iespējas” pirms sējas tika analizēts lauka pupu bojāto sēklu īpatsvars un noteikts dzīvo imago skaits sējas materiālā, kā arī pēc ražas novākšanas lauka pupu sējumos dažādos Latvijas reģionos. Septiņos pirms sējas analizētajos sēklu paraugos tika konstatēts, ka pupu sēklgrauža bojāto sēklu īpatsvars svārstījās no 0.3% līdz 16% un dzīvu pupu sēklgraužu skaita attiecība pret kopējo sēklu skaitu variēja no 0% līdz 2%, bet pēc ražas novākšanas visos sējumos bojāto sēklu īpatsvars ražā bija lielāks nekā sējai izmantotajā sēklas materiālā. Visvairāk sēklgrauža bojājumu konstatēja ražas paraugos, kur izmantotajā sēklas materiālā bija atrodams vairāk par 1% dzīvu pupu sēklgrauža imago attiecībā pret sēklu kopskaitu, kas apliecina sēklas kvalitātes nozīmi. Tomēr sēkla nav vienīgais kaitēkļa invāzijas avots un tāpēc sējumu apsekošana un vajadzības gadījumā insekticīdu lietošana ir būtiski pasākumi kvalitatīvas ražas iegūšanai.

Pupu laputs (*Aphis fabae* Scop.) ir sastopama visā pasaulē. Ekonomiski nozīmīgākos bojājumus pupu laputs nodara lauka pupās, bet var bojāt arī cūku pupas, kāršu pupas, pupiņas, galda bietes un spinātus (*Alford*, 1999).

Pupu laputs ir matēti melnā krāsā, kājas zaļganpelēkas (*Priedītis A.* 1996). Tās ziemo olu stadijā uz starpaugiem. Pavasarī no olām šķīļas mātītes, kas strauji savairojas uz auga augšējiem dzinumiem, kur sūc augu sulu lapu apakšpusē. Pēc 2–4 paaudzēm attīstās spārnotās mātītes, kas pārlido uz saimniekaugiem (pupām, bietēm, u. c.), kur attīstās vēl vairākas paaudzes, vasaras beigās pēdējā paaudze ir spārnota, tā pārlido uz ziemošanas augiem, kur dzemdē dzimumpaaudzi, kura savukārt sadēj olas ziemošanai (*Ozols*, 1973).

Pupu laputis sūc augu sulu no lapām un stublājiem. Bojātie augi pārstāj augt un deformējas. Pākstis attīstās nepilnīgi (*Priedītis*, 1996). Uz bojātajām augu daļām var attīstīties sēņu slimības, īpaši *Botrytis* spp izraisītās slimības. Sēņu slimību izplatību veicina ne tikai pupu laputu radītās brūces, bet arī to izdalītā medus rasa. (*Alford*, 1999).

Pupu laputu ierobežošana ir sarežģīta, jo tās ir izteikti polifāgas. Jāievēro augseka, vēlams agra lauka pupu sēja. Ja, apsekojot 200 augus, vidēji 5% no tiem ir invadēti, nepieciešams reģistrētu insekticīdu lietojums. (Priedītis, 1999). Ja invāzija konstatēta agrīnā stadijā, kamēr kolonizētas ir tikai pašas lauka malas, ir vērts apsvērt smidzināšanu tikai ~30 m platā joslā gar lauka malām. (Priedītis, 1996).

Literatūras avoti

1. Alford D. V. (1999). A Textbook of Agricultural Entomology. Blackwell Science, Inc. Malden, USA.
2. Alghamdi S. S. (2009) Chemical Composition of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes under Various Water Regimes//Pakistan Journal of Nutrition 8 (4) p 477–482
3. Anjum, N. A. (2016). Book review: Legumes under environmental stress: Yield, improvement and adaptations. *Frontiers in Plant Science*, 7, 798. P.
4. Antonijs A. (1976) Pākšaugi. Rīga, Liesma, 144 lpp.
5. Antonijs A., Holms I., Gailāns V., Rumpāns J. (1988). Ieteikumi pākšaugu graudu audzēšanas tehnoloģiju pilnveidei un ekonomiskai novērtēšanai. LPSR Valsts Agrorūpnieciskā komiteja, Rīga, 52 lpp.
6. Biddle A. J., Cattlin N. D. (2007.) Pests, Diseases and Disorders of Peas and Beans A Colour Handbook, pp. 89–117.
7. Bimšteine G., Bankina B. (2017). Neīstā miltresa lauka pupu sējumos. No: Ražas svētki „Vecauce – 2017”: Lauksaimniecības zinātnes Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava: LLU, 13–16. lpp.
8. Blair, R. (2007.) Nutrition and feeding of organic pigs. CABI, Wallingford, UK. Available, <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20073072446>
9. Brown J. K., Hovmøller M. S. (2002). Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. *Science*, Vol. 297, Issue 5581, p. 537–541.
10. Cernay, C., Ben-Ari, T., Pelzer, E., Meynard, J. M., & Makowski, D. (2015). Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas. *Scientific Reports*, 5, 11171.
11. Conner R.L., Bernier C.C. (1982). Host range of *Uromyces viciae-fabae*. *Phytopathology*, Vol. 72, Issue 6, pp. 687–689.
12. Crépon K., Marget P., Peyronnet C., Carrouée B., Arese P. & Duc G. (2010.) Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*, 115(3):, po 329–339.
13. Eglitis M. (1938). Augu slimības. Rīga: Rota. 455 lpp.

14. El-Sherbeeney, M. H., & Robertson, L. D. (1992). Protein content variation in a pure line faba bean (*Vicia faba*) collection. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58(2), 193–196.

15. FAOSTAT (2018). Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

16. Ferruzzi G., Pistoia A., Balestri G., Casarosa L., Poli P. (2009.) Effect of different processing methods on the nutritional characteristics and tannin content of faba bean seed (*Vicia faba minor*). *Italian Journal of Animal Science*, 8 (suppl. 2): 298–300.

17. Fleury D. (2016). Chocolate Spot Disease in Faba Bean. Saskatchewan pulse growers. [Tiešsaiste] [skatīts 2018. g. 2. jan.]. Pieejams: http://saskpulse.com/files/general/160713_Chocolate_spot_in_faba_bean.pdf

18. Flores F., Hybl M., Knudsen J. C. et. all (2013) Adaptation of spring faba bean types across European climates. *Field Crop Research* 145: 1–9

19. Pulses nutritional value and their role in the feed industry, GRDC, 2006.

20. Hawthorne W., Kimber R., Davidson J. et. all. (2012). Faba bean disease management strategy. [Tiešsaiste] [skatīts 2018. g. 2. jan.]. Pieejams: http://pulseaus.com.au/storage/app/media/crops/2012_SPB-Faba-bean-disease-management-South.pdf

21. Jensen, E. S., Peoples, M. B., Hauggaard-Nielsen, H. (2010). Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115, 203–216.

22. Joseph M.E., Hering T.F. (1997). Effects of environment on spore germination and infection by broad bean rust (*Uromyces viciae-fabae*). *The Journal of Agricultural Science*, Vol. 128, Issue 1, p. 73–78.

23. Jurševskis L. (1967.) Pākšaugi. Laukaugu kultūru agrotehnika, Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība, 136–175. lpp.

24. Kalniņa V., Seržāne M. (1959). Sēklas fitopatoloģiskā analīze. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība, 280 lpp.

25. Kreišmane Dz. (2015.) Pākšaugu audzēšanas efektivitāte bioloģiskajā augu sekā. Demonstrējumi augkopībā un lopkopībā 2015. LLKC Apgāds, 42–44. lpp.

26. Kultūraugu audzēšanas vadlīnijas Latvijā: pākšaugi (zirņi, pupas) 2.pielikums Zemkopības ministrijas 20. 10. 2015. rīkojumam Nr. 151

27. Liew R. S. S. (1984). Disease management of *Ascochyta fabae* Speg., a seed borne pathogen of *Vicia faba* L.: thesis. Lincoln College, University of Canterbury.

28. Maalouf F, Hu J, O ‘ Sullivan DM, et all. (2018) Breeding and genomics status in faba bean (*Vicia faba*). *Plant Breed. No.00.*, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1111/pbr.12644>

29. Maalouf, F., Ahmed, S., Somanagouda, P. (2018). Developing improved varieties of faba bean. In S. Sivasankar, D. Bergvinson, P. M. Gaur, S. Kumar, S. Beebe, & M. Tamo (Eds.), *Achieving sustainable cultivation of grain legumes Volume 2: Improving cultivation of particular grain legumes*, Cambridge, UK, pp. 253 – 267.
30. Magdalenoka I. (2015). Proteīna avotu nodrošināšana bioloģiskā saimniekošanas sistēmā. Demonstrējumi augkopībā un lopkopībā 2015. LLKC Apgāds, 45–50. lpp.
31. Mahmoud H.E., Amgad A.S., Younes Y.M. (2015). Resistance/ susceptibility of Faba Bean to *Botrytis fabae*: The Causal Agent of Chocolate Spot with Respect to Leaf Position. *International journal of Agriculture & Biology*, Vol. 17, No. 4, p. 691–701.
32. Mendgen K. (1997). The uredinales. In: *Plant Relationships Part B*. Ed. by K. Esser Vol. 5B. Springer Berlin Heidelberg, p. 79–94.
33. Minakowski D., Skórko-Sajko H., Falkowska A. (1996.) Nutritive value of faba bean hulls for ruminants. *Journal of Animal and Feed Sciences.*, 5: pp 225–233.
34. Newton S. D., Hill G. D. (1978). A survey of commercial field bean (*Vicia faba* L.) crops in Canterbury. *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand*, No. 8, p. 31–35.
35. Ostry V. (2008). *Alternaria* mycotoxins: an overview of chemical characterization, producers, toxicity, analysis and occurrence in foodstuffs. *World Mycotoxin Journal*, Vol. 1, Issue 2, p. 175–188.
36. Ozols E. (1973). Lauksaimniecības entomoloģija. Rīga, Zvaigzne. 320–334. lpp.
37. Priedītis A. (1999). Kultūraugu kaitēkļu kritiskie sliekšņi ķīmisko un bioloģisko aizsardzības pasākumu pamatošanai. Rīga, Jelgava. 6–7. lpp.
38. Priedītis A. (1996). Kultūraugu kaitēkļi. Rīga “Zvaigzne ABC”. 167–174. lpp.
39. EIP-AGRI Focus Group Protein Crops: final report. (2014.) Edd.: Remco Screuder, Criss de Visser, 48 pp. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg2_protein_crops_final_report_2014_en.pdf
40. Roubinet E. (2016.) Management of the broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in faba bean (*Vicia faba* L.), Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden
41. Sherasia P.L., Gaarg M.R., Bhandari B.M. (2017) Broad bean. In: *Pulses and their by-products as animal feed*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 55-66; <http://www.fao.org/3/a-i7779e.pdf>
42. Sita, K., Sehgal, A., Hanumantha Rao, B., Nair, R. M., et.all. (2017). Food legumes and rising temperatures: Effects, adaptive functional mechanisms

specific to reproductive growth stage and strategies to improve heat tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1658. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01658>

43. Smith, L. A., Houdijk, J. G. M., Homer, D. & Kyriazakis, I. (2013.). Effects of dietary inclusion of pea and faba bean as a replacement for soybean meal on grower and finisher pig performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*, 91(8): 3733–3741.

44. Stoddard, F. L., Balko, C., Erskine, W., Khan, H. R., Link, W., Sarker, A. (2006.). Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool – season food legumes. *Euphytica*, 147(1 – 2), pp. 167 – 186. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10681-006-4723-8>

45. Strauta. L. (2017). Pākšaugi ekstrudētu pārtikas produktu ieguvei. Jelgava, LLU. 157. lpp.

46. Terefe H., Fininsa C., Sahile S., Tesfaye K. (2015). Effect of Temperature on Growth and Sporulation of *Botrytis fabae*, and Resistance Reactions of Faba Bean against the Pathogen. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, Vol. 6, Issue 7, p. 285–294.

47. Toews R., Wang N. (2013) Physicochemical and functional properties of protein concentrate from pulses. *Food Research International*, Vol. 52. pp. 445–451.

48. Venta N., Kokare A. (2014) Kas apdraud pākšaugu sējumus? *Agrotops*, Nr. 6 (202), jūnijs. 72. lpp.

49. Vents E., Čudere R., et.all (2017.) Latvijas Republikas reģistrēto augu aizsardzības līdzekļu saraksts. Rīga. Valsts augu aizsardzības dienests. 240–270. lpp.

50. Villegas-Fernandez A. M., Sillero J.C., Rubiales D., (2012). Screening faba bean for chocolate spot resistance: evaluation methods and effects of age of host tissue and temperature. *European Journal of Plant Pathology*, 132, Issue 94, p. 443–453.

51. Котова В. (1986). Корневые гнили зернобобовых культур. Ленинград: Агропромиздат. 96 с.

52. Мельник В. А. (1977). Определитель грибов рода *Ascochyta* Lib.. Ленинград: Наука. 247 с.

53. Михеева Р. И. (1976). Аскохитоз гороха. Ленинград: Колос. с. 56.

54. Струкчинскас М. Т. (1974). Паразитная микофлора бобовых растений в Литве и биологические особенности некоторых ее видов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Вильнюс: Вильнюсский ордена трудового красного знамени государственный университет им. В. Кампукаса. 56 с.

55. Струкчинскас М. Т. (1980). Конспект паразитной микрофлоры бобовых растений Прибалтики (Материалы 1980–1972 г.). Вильнюс: Академия наук Литовской ССР Институт ботаники. 77 с.

56. Пидопличко Н. М. (1977). Грибы паразиты культурных растений: Определитель, том 2. Киев: Наукова думка. 300 с.

57. Трейкале О. И. (1987). Иммунологическое обоснование селекции клевера лугового на устойчивость в болезням в Латвийской ССР: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Рига. 26 стр.

58. Шкипсна Я. Э. (1963). Эффективность протравливания семян и опрыскивания растений фунгицидами против болезней кормовых бобов. Прибалтийская станция защиты растений ВИЗР ВАСХАНИЛ МСХ СССР: Краткие итоги исследований по защите растений в Прибалтийской зоне СССР, Год V (1962), с. 104–107.

59. Хохряков М. К., Потлайчук В. И., Семенов А. Я. и др. (1984). Определитель болезней сельскохозяйственных культур. Ленинград: Колос. 304 с.

60. Ячевский А. А. (1917). Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих полезных растений. Т. VII – VIII. Санкт-Петербург.: С. Л. Кинда. с. 464.

II Gumiņbaktērijas un to loma simbiotiskajā slāpekļa saistīšanā

Slāpekļa bioloģiskā saistīšana

Atmosfēras slāpekļa bioloģisko saistīšanu var veikt gan brīvi dzīvojošie mikroorganismi, piemēram, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Clostridium*, *Bacillus*, gan simbiozi ar augiem veidojošie mikroorganismi. No lauksaimniecības skatupunkta, apmēram 80% bioloģiski fiksētā N^2 iegūts simbiozē starp pākšaugiem un α -proteobaktērijām no kārtas *Rhizobiales*, dzimtas *Rhizobiaceae*, kas iekļauj sugas no ģintīm *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* un *Mesorhizobium* (Farrand, Van Berkum, Oger, 2003; Graham, 2008). Katrai gumiņbaktēriju sugai var sīkāk izdalīt baktēriju celmus – baktēriju kopu, ko iegūst no vienas baktērijas un kuru īpašības nedaudz atšķiras no pārējās sugas. Praksē – sēklu pirmssējas apstrādē – parasti lieto šādus celmus vai to kombinācijas.

Gumiņbaktērijas ir $0.5\text{--}1.0 \times 1.2\text{--}3.0\ \mu\text{m}$ garas aerobas, kustīgas nūjiņveida baktērijas, kas neveido sporas. Optimālā augšanas temperatūra ir $25\text{--}30^\circ\text{C}$, bet optimālais pH 6–7, lai gan atsevišķas sugas var dzīvot arī skābākā augsnē. Ja baktērijas augsnē dzīvo bez simbiozes ar augu, gumiņbaktērijas kā enerģijas avotu var izmantot vienkāršos ogļhidrātus, kā arī organisko skābju sāļus, bet neizmanto celulozi un cieti. Slāpekļa avots tām ir amonija, nitrāta vai aminoskābju slāpekļlis (*Somasegaran, Hoben, 1994*).

Pākšaugu simbiozē ar gumiņbaktērijām izveidojas gumiņi, jauna augsti organizēta struktūra, kur bakteroīdiem (gumiņbaktēriju šūnas ar izmainītu formu un īpašībām) ir piemērota vide, lai N^2 pārveidotu augiem izmantojamā amonija formā. Gumiņu forma un uzbūve dažādu grupu augiem atšķiras. Atkarībā no tā īpašībām, gumiņa funkcionēšana beidzas auga ziedēšanas fāzē, vai ilgst, kamēr augam notiek fotosintēzes process.

Simbiotiskā slāpekļa fiksēšana ir energoietilpīgs process, ko katalizē nitrogenāzes komplekss. Uz katru molu fiksētā N^2 tiek patērēti 25–30 mol ATP. Mikroorganismi enerģētiskos resursus slāpekļa fiksācijai saņem no auga ogļhidrātu veidā. Tāpēc, lai augu raža nesamazinātos, jānodrošina fotosintētiskajai darbībai optimāli apstākļi.

Pētījumi Latvijā. Gumiņbaktēriju pētījumi Latvijā tika uzsākti pagājušā gadsimta divdesmitajos gados profesora A. Kalniņa vadībā. Kopš 1938. gada uzsākti Latvijas augsnē esošo gumiņbaktēriju ekoloģijas pētījumi. A. Kalniņa vadībā 1937. gadā Latvijā tika organizēta nitragīna ražošana. A. Kalniņa pētījumi galvenokārt bija fokusēti uz gumiņbaktērijām, kuras atbilst lupīnām un āboliņam. Profesors V. Klāsens Latvijas gumiņbaktēriju pētniecībā ieviesa jaunu metodi šo baktēriju identificēšanai saimniekauga sakņu sistēmā – streptomcīna rezistenci, tika turpināti Latvijas augsnē esošo gumiņbaktēriju ekoloģijas pētījumi, novērtēta

tauriņziežu sēklu nitraginizācijas potenciālo efektivitāte Latvijas augsnēs. V. Klāseņa pētījumi galvenokārt bija koncentrēti uz zirņu-vīķu-pupu grupas gumiņbaktērijām.

Atjaunojoties interesei par dažādu pākšaugu audzēšanu, aktualizējās jautājums par sēklu pirmssējas apstrādi ar gumiņbaktērijām, kā arī pētījumi par šo simbiozi ietekmējošajiem faktoriem, gumiņbaktēriju celmu efektivitāti. LLU Augsnes un augu zinātņu institūta gumiņbaktēriju kolekcijā atrodas ap 70 gumiņbaktēriju celmu, kas izdalītas laika posmā no 1962. līdz 2018. gadam. Mūsdienās kolekcija tiek papildināta ar jauniem gumiņbaktēriju celmiem, kas izdalīti no plaša klāsta tauriņziežu saknēm (lucerna, pupiņas, vanagnadziņš, pupas, zirņi, āboliņš, dedestiņas, vīķi, blaktenes, kā arī soja).

Gumiņbaktērijas pākšaugu audzēšanā. Pākšaugu audzēšanā parasti rekomendē sēklu inokulēšanu ar gumiņbaktērijām. Inokulēšanu var neveikt, ja attiecīgajam kultūraugam atbilstošas baktērijas ir sastopamas augsnē. Tā parasti ir, ja izvēlēts audzēšanas reģionam tipisks kultūraugs, vai pākšaugi tiek audzēti regulāri. Tomēr, atkarībā no veiktajiem agrotehniskajiem pasākumiem un audzētajiem kultūraugiem, efektīvu gumiņbaktēriju saglabāšanās laiks ir atšķirīgs. Pākšaugiem, kuri kultivēšanai ieviesti no attālākiem reģioniem, parasti sēklu pirmssējas inokulēšana ir obligāta. Gumiņbaktēriju sugām ir nepieciešami dažādi saimniekaugi, atšķiras to specifiskums (2.1. tabula).

Gumiņbaktēriju nozīmīgākās grupas un to saimniekaugi.

Gints/ suga	Saimniekaugs	Gumiņbaktēriju klātbūtne Latvijas augsnēs
Bradyrhizobium		
<i>B. canariense</i>	Kazāboliņi / <i>Chamaecytisus</i> Lupīnas / <i>Lupinus</i>	Maz ticama
<i>B. elkanii</i>	Soja / <i>Glycine max</i>	Maz ticama
<i>B. japonicum</i>		Maz ticama
<i>B. liaoningense</i>		Maz ticama
<i>B. yuanmingense</i>	Lespedežas / <i>Lespedeza</i> Lucernas / <i>Medicago</i> Amoliņi / <i>Melilotus</i>	Maz ticama
Mesorhizobium		
<i>M. ciceri</i>	Auna zirņi / <i>Cicer</i>	Maz ticama
<i>M. loti</i>	Vanagnadzirņi / <i>Lotus</i>	Iespējama
Rhizobium		
<i>R. etli</i>	Pupiņas / <i>Phaseolus</i> Mimozas / <i>Mimosa</i>	Iespējama
<i>R. galegae</i>	Galegas / <i>Galega</i>	Maz ticama Maz ticama
<i>R. leguminosarum</i>		
<i>bv trifolii</i>	Āboliņi / <i>Trifolium</i>	Iespējama
<i>bv viciae</i>	Pupas / <i>Vicia</i> Pisum / <i>Zirņi</i> Lēcas / <i>Lens</i> Dedestijas / <i>Lathyrus</i>	Iespējama
<i>bv phaseoli</i>	Pupiņas / <i>Phaseolus</i>	Iespējama
<i>R. tropici</i>	Pupiņas / <i>Phaseolus</i> Leiceanas / <i>Leuceana</i> Esparsetes / <i>Onobrychis</i>	Maz ticama
Sinorhizobium		
<i>S. fredii</i>	Soja / <i>Glycine max</i>	Maz ticama
<i>S. medicae</i>	Lucernas / <i>Medicago</i>	Iespējama
<i>S. meliloti</i>	Lucernas / <i>Medicago</i> Amoliņi / <i>Melilotus</i> Sieramoliņi / <i>Trigonella</i>	Iespējama

Augsnē esošo gumiņbaktēriju atmosfēras saistīšanas efektivitāte ir atšķirīga. Konstatēts, izdalot un salīdzinot uz viena auga saknēm esošo gumiņu baktērijas, to aktivitāte un konkurētspēja ar citām baktērijām var atšķirties (Klāsens, Lavrinovičs, 1976).

Bieži iemesls gumiņbaktēriju efektivitātes atšķirībām ir vides apstākļi. Tomēr, arī nodrošinot optimālos apstākļus (piemēram, laboratorijas apstākļos), ir novērojamas gumiņbaktēriju celmu efektivitātes būtiskas atšķirības. Gumiņbaktēriju pētījumi citur pasaulē šo efektivitātes dažādību (kas izpaužas pākšaugu ražas lielumā, kā arī proteīnu sastāvā) starp gumiņbaktēriju celmiem

skaidro ar atšķirībām šo gumiņbaktēriju celmu genotipos (*Ahmed et al.*, 2007; *Bourion et al.*, 2007; *Saleh et al.*, 2013). Komerčiāli pieejamie gumiņbaktēriju preparāti ir speciāli atlasīti, atbilstoši konkrētajai pākšauga sugai, lai sasniegtu slāpekļa saistīšanas optimālo efektivitāti (*Lindström et al.*, 2010). Šo konkrētajam pākšaugam atbilstošos gumiņbaktēriju celmu veiksmīgākai atlasei, to izmantošanai lauksaimniecībā, ir svarīgi izvērtēt šo celmu ietekmi uz ražas veidošanos. Veiktajā eksperimentā parādīts, ka ģenētiski atšķirīgas gumiņbaktērijas uzrāda arī atšķirīgu ietekmi uz ražu (šajā gadījumā – proteīna sastāvu) (*Šenberga, et al.*, 2015).

Gumiņbaktēriju celmu daudzveidība ir ļoti liela – ar atšķirībām gan šo gumiņbaktēriju specifiskumā, gan slāpekļa saistīšanas efektivitātē, gan spējā konkurēt ar citiem augsnē esošajiem gumiņbaktēriju celmiem. Gumiņbaktēriju specifiskums izpaužas to spējā saistīties pie konkrētā auga saknēm un veidot gumiņus. Atsevišķi gumiņbaktēriju celmi būs piemēroti gan zirņiem, gan pupām, savukārt citi celmi varēs izveidot veiksmīgu simbiozi tikai ar konkrētas sugas zirņiem vai arī pupām. Tas nenozīmē, ka šī simbioze nesīs lielu labumu pašam augam, ja slāpekļa saistīšanas kapacitāte būs pārāk zema. Arī slāpekļa saistīšanas efektivitāte gumiņbaktēriju celmiem ir atšķirīga. Pat, ja gumiņbaktērija spēj izveidot simbiozi ar konkrēto pākšaugu, pētījumos parādīts, ka viena gumiņ-baktēriju celma efektivitāte atšķiras starp pākšaugu šķirnēm. Ir zināms, ka augsnē brīvi dzīvojošas gumiņbaktērijas spēj konkurēt ar inokulēšanai lietotajām baktērijām un veidot simbiozi ar augu. Šī iemesla pēc, izvēloties efektīvākos gumiņbaktēriju celmus komerciāliem nolūkiem, jāņem vērā arī šo gumiņbaktēriju celmu spēja konkurēt ar augsnē jau esošajām, bet iespējams – mazāk efektīvajām, gumiņbaktērijām. Pētījumā ar LLU kolekcijā esošajiem gumiņbaktēriju celmiem, tika parādīts, ka proteīna sastāvs pupām un zirņiem, veicot sēklu priekšapstrādi ar gumiņbaktēriju preparātu, starp šo pākšaugu šķirnēm atšķirās (*Šenberga et al.*, 2017).

Tiem augiem, kam Latvijas augsnēs nav piemērotu gumiņbaktēriju (galega, soja) jāveic šo augu sēklu pirmssējas apstrāde ar piemērotiem komerciālajiem gumiņbaktēriju preparātiem. No gumiņiem, kuri izveidojas uz augu saknēm var izdalīt konkrētajiem apstākļiem piemērotus gumiņbaktēriju celmus.

Pākšaugu un gumiņbaktēriju simbiozi ietekmējošie faktori. Gumiņbaktēriju un pākšaugu mijiedarbība, kas nodrošina augam labvēlīgu attīstību, veidojas noteiktu vides faktoru iedarbībā. Lai izveidotos efektīva simbioze (attiecības, kad labumu iegūst gan augs, gan baktērija), vides faktoriem jāatbilst abu organismu prasībām. Augsnes apstākļi un nodrošinājums ar mikro un makro-elementiem ietekmē gan auga augšanu un attīstību, gan mikroorganismu aktivitāti. Augsnes īpašības ietekmē gumiņbaktēriju simbiozes veidošanās efektivitāti. Konstatēts, ka atšķiras ne tikai dažādu gumiņbaktēriju sugu, bet arī sēklu inokulēšanā izmantoto baktēriju celmu aktivitāte. Vairumā gadījumu būtiskākās

atšķirības novērojamas augsnēm ar atšķirīgu organiskās vielas saturu (Dubova *et al.*, 2016). Salmu iearšana 0–10 cm dziļumā vai līdz 30 cm labvēlīgi ietekmē simbiotiski augošos pākšaugus. Pozitīvs efekts novērots arī humusvielu saturam augsnē.

Augsnes mitrums. Parasti gumiņi veidojas, ja augsnes mitrums ir 40–80% robežās no pilnas ūdens ietilpības. Optimālais augsnes mitrums gumiņbaktērijām ir 60–70%. Ja gumiņi ir izveidojušies, tad paaugstināts mitrums to darbības aktivitāti nesamazina, bet ilgstoša sausuma apstākļos, augs var “nomest” jau izveidojušos gumiņus. Kritiskās mitruma robežas dažādiem augiem atšķiras. Piemēram, uz esparsetes saknēm gumiņi var veidoties arī nepietiekama mitruma apstākļos, bet lucernai un zirņiem ūdens deficīta apstākļos gumiņi var neizveidoties. Vairumam gumiņbaktēriju kritiskā augsnes mitruma robeža ir 16% no pilnas ūdens ietilpības. Baktēriju vairošanās sausā augsnē nenotiek, tās pāriet neaktīvā stāvoklī.

Kā vienu no iemesliem apgrūtinātai gumiņbaktēriju un pākšaugu simbiozes veidošanai sausā augsnē, min baktēriju nespēju pārvietoties dīgstošo sēklu virzienā. (Klāsens, disertācija)

Augsnes aerācija. Augsnē ar sliktu aerāciju pat efektīvi baktēriju celmi veido mazus gumiņus. Aerācija pozitīvi ietekmē auga sakņu attīstību un veicina intensīvāku gumiņu veidošanos, kā arī ietekmē to izvietojumu uz saknes. Vairums gumiņu veidojas saknes augšējā daļā, bet uz dziļāk par 30 cm izvietotām saknēm parasti gumiņu ir mazāk, vai to nav vispār. Kaut arī baktērijām gumiņā skābekli vajag mazāk nekā, vairojoties augsnē, tomēr skābekļa deficīts ietekmē gumiņbaktēriju bioķīmisko procesu norisi, kā rezultātā pazeminās slāpekļa saistīšanas efektivitāte.

Temperatūra ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē ne tikai pākšaugu augšanu un attīstību, bet arī gumiņbaktēriju aktivitāti simbiozes veidošanā un atmosfēras slāpekļa saistīšanas efektivitāti. Atmosfēras slāpekļa saistīšanu samazina gan temperatūras pazemināšanās, gan paaugstināšanās virs optimālās vērtības. Jāatzīmē, ka pākšaugu dīgšanai, gumiņu veidošanās procesam un slāpekļa saistīšanai optimālās temperatūras atšķiras. Atšķiras arī temperatūra, kas ietekmē gumiņu veidošanos uz pirmās un otrās pakāpes saknēm.

Zirņiem un lauka pupām gumiņu veidošanās notiek temperatūras diapazonā no +4 °C līdz +30 °C, bet būtiski atšķiras to izveidošanās laiks un skaits. Aukstā augsnē, gumiņu veidošanās notiek lēnāk, tie parādās vēlākā auga attīstības fāzē. Uz zirņu un pupu saknēm 18–22 °C temperatūrā gumiņi bija konstatējami 13–14 dienas pēc sējas divu īsto lapu fāzē, 10–12 °C temperatūrā gumiņus konstatēja 25–27 dienas pēc sējas, bet 5–7 °C temperatūrā gumiņi parādījās tikai pēc 26–42 dienām, kad augiem bija izveidojušās 3–4, vai pat 6 īstās lapas. Augu augšana un gumiņu veidošanās bija īpaši aizkavēta 4–5 °C

temperatūrā. Šajā temperatūrā zirņiem gumiņi izveidojās pēc 48 dienām, bet pupām tikai pēc 60 dienām (Боро́бев, 1998).

Gumiņu veidošanās pie augsnes temperatūras dažus grādus virs nulles novērojama tikai arktiskajos reģionos, bet arī šajā zonā zemā temperatūrā tikai atsevišķi baktēriju celmi atmosfēras slāpekli var saistīt nelielā apjomā. Parasti atmosfēras slāpekļa saistīšana sākas, ja augsnes temperatūra ir vismaz 10–12 °C.

Audzējot pākšaugus augsnē ar zemu temperatūru (8°C), samazinās slāpekļa saistīšanas produktivitāte, salīdzinot ar 18–22 °C, jo saistītā slāpekļa aizvadišana uz auga virszemes daļām palēninās. Tāpēc agras sējas apstākļos pākšaugiem tiek rekomendēts dot nelielas starta devas slāpekļa mēslojuma. Augot vēsā augsnē, pākšaugi labāk izmanto minerālo slāpekli.

Arī augsnes temperatūra virs optimālās nelabvēlīgi ietekmē atmosfēras slāpekļa saistīšanu. Novērots, ka lucernai pie augsnes temperatūras virs +30°C, gumiņos samazinās leghemoglobīna daudzums.

Gumiņbaktēriju jutību pret paaugstinātu temperatūru ietekmē arī augsnes tips. Mālainās augsnēs paaugstinātas temperatūras negatīvā ietekme izpaužas vājāk nekā smilšainās augsnēs. To skaidro ar gumiņbaktēriju šūnas virsmas īpatnībām. Lēni un ātri augošajām gumiņbaktērijām atšķiras adaptācijas spēja augstai temperatūrai. Tāpēc dienvidu reģionos dominē lēni augošo gumiņbaktēriju sugas, bet mērenā un vēsā klimata zonā ātri augošas.

Izvēloties gumiņbaktērijas pākšaugu sēklu inokulēšanai, jāņem vērā gumiņbaktēriju piemērotība konkrētās vietas agroekoloģiskajiem apstākļiem. *Rhizobium leguminosarum* celmiem, kas izdalīti no vēsā klimata augsnēm, pazeminātu temperatūru inhibējošā ietekme nav tik izteikta. *Rh. leguminosarum* sliktāk adaptējas paaugstinātai augsnes temperatūrai nekā *Rh. phaseoli*.

Sējot inokulētas sēklas, jāņem vērā mikroorganismu un dīglsaknes mijiedarbība vēl pirms sākas gumiņu veidošanās. Šo mijiedarbību arī ietekmē augsnes apstākļi. Diedzējot sīksēklu (*Vicia faba* var. *minor*, ‘Lielplatone’) un rupjsēklu (*Vicia faba* var. *major*, ‘Bartek’) pupas bez inokulēšanas un inokulētas ar gumiņbaktēriju vai gumiņbaktēriju un mikorizas sēņu preparātu dažādās temperatūrās (4, 8, 12, 20 °C), novērotas atšķirības dīglsaknes augšanā. Zemākajā temperatūrā gumiņbaktēriju klātbūtnē notika lēnāka dīglsaknes augšana. Temperatūrā virs 8°C, konstatēta mikroorganismu klātbūtnes pozitīva ietekme. Zemās temperatūrās pozitīva ietekme tika novērota dubultinokulācijai (gumiņbaktērijas un mikorizas sēnes) (Šenberga u. c. 2018).

Augsnes reakcijai īpaša ietekme uz gumiņbaktērijām konstatēta to dzīves cikla saprotrofajā fāzē. Baktēriju dzīves ilgums un virulence būtiski samazinās skābās augsnēs. Kaut arī konstatēts, ka gumiņbaktēriju celmiem piemērotība konkrētam augsnes pH atkarīga no augsnes no kādas tie izdalīti, būtiskāka ietekme ir visam agrotehnisko pasākumu kompleksam.

Pastāv viedoklis, ka baktērijas piemērojas konkrētajiem augsnes apstākļiem, tāpēc augsnēs, kur pH novirzīts no optimālā uz skābo vai sārmaino pusi, virulentākas un efektīvākas var izrādīties dabīgās (augsnē jau esošās) *Rhizobium* baktērijas, nevis inokulētie celmi.

Skāba augsne var ietekmēt gumiņu veidošanos, gan samazinot baktēriju virulenci, gan izmainot auga sakņu virsmas struktūru, samazinot potenciālo vietu gumiņu veidošanai. Augiem, augot augsnē ar neatbilstošu pH, veidojas spurgaliņas ar izmainītu struktūru, kas aizkavē vai neļauj baktērijām iekļūt saknē un veidot gumiņus. Izveidoto gumiņu dzīves ilgums ir mazāks nekā augsnē ar optimālu pH. Skābā augsnē augsnes šķīdumā pāriet alumīnijs, kas 5–7 mg% koncentrācijā samazina gumiņbaktēriju virulenci.

Visbūtiskāko pozitīvo pākšaugu sēklu inokulācijas efektu skābās, vāji iekultivētās augsnēs konstatē, izmantojot aktīvas skābai augsnei piemērotas baktērijas.

Minerālais slāpeklis. Efektīvas simbiozes veidošanai un molekulārā slāpekļa saistīšanai augsnē nedrīkst būt ievērojams daudzums minerālā slāpekļa.

Pieļaujamā un nepieciešamā minerālā slāpekļa daudzums augsnē ir pētījumu un diskusiju avots daudzus gadu desmitus. Iemesls ir atšķirīgās augsnes īpašības, pākšaugu un gumiņbaktēriju bioloģiskās īpašības.

Par minerālā mēslojuma nepieciešamību un apjomu viedokļi atšķiras. Minerālais slāpeklis neierobežo molekulārā saistīšanu, ja ir dota vidēja deva (1/3 no izneses ar ražu). Tomēr dažādiem pākšaugiem nepieciešamā deva un tās ietekme ir atšķirīga. Nelielas minerālā slāpekļa devas dīgstiem ir nepieciešamas, līdz izveidojas funkcionējoša simbiotiskā sistēma.

Atkarībā no pākšauga sugas un augšanas apstākļiem, dažādu slāpekļa savienojumu izmantošanas attiecība svārstās plašā diapazonā. Izmēģinājumā ar lucernu un pupām noskaidrojās, ka, audzējot smiltī ar dažādām slāpekļa normām (0.1, 0.25, 0.50, 1.0), saistītā atmosfēras slāpekļa daudzums lucernai samazinājās attiecīgi par 89, 80, 42 un 19 %, bet pupām – 90, 79, 56 un 8 % (Гукова, 1970). Ir būtiski nozīmīga mēslojumā lietotā slāpekļa forma. Izmēģinājumos ar lucernu konstatēts, ka slāpekļa mēslojums amonija formā (deva 0.5–12 mg kg⁻¹) veicināja gumiņu veidošanos, bet nitrātu formā – aizkavēja (Жизневская, 1972). Dažādiem pākšaugiem nepieciešamā slāpekļa mēslojuma starta deva ir atšķirīga, jo augu fizioloģiskie procesi nenorit vienādi. Gumiņu veidošanās ātrums un nitrogenāzes aktivizēšanās dažādiem augiem atšķirīga – zirņiem un lupīnai 6–9 dienas, vīķiem, pupām un sojai 9–14 dienas, āboliņam 20–34 dienas, bet lucernai 23–38 dienas. Inokulētās pupas pēc dīgšanas aug lēni un parasti jūt slāpekļa trūkumu, tomēr relatīvi lielās sēklas kādu laiku var uzturēt augšanu. Konstatēts, ka sākotnēji, ap 30–50 dienām pēc sēšanas, saglabājas zema nitrogenāzes aktivitāte. Tāpēc rekomendē lietot nelielas slāpekļa starta devas, lai veicinātu augšanu un gumiņu veidošanos, īpaši, ja augsnē nitrātu (NO₃⁻) koncentrācija ir zema (Terpolilli, Hood, Poole, 2012).

Fosfors. Pākšaugi, kuri izmanto simbiotiski saistīto slāpekli, ir jutīgāki pret fosfora deficītu augsnē, nekā augi, kuri izmanto minerālo N. Aktīvi funkcionējošos gumiņos fosfors koncentrējas vairāk nekā saknē. Pākšaugi, kuriem izveidojusies aktīva simbioze ar gumiņbaktērijām, uzņem vairāk fosfora no augsnes. Fosforu augstākā koncentrācijā var konstatēt arī auga veģetatīvajā masā. N_2 fiksēšana ir energoietilpīgs process, tāpēc gumiņiem nepieciešams pietiekošs auga nodrošinājums ar fosforu (*Nap, Bisseling, 1990; Hirsch, 1992*).

Inokulētiem augiem fosfora trūkuma apstākļos aizkavējas bakteroidu veidošanās, samazinās fiksētā N_2 apjoms. Izteikta fosfora trūkuma apstākļos gumiņos izvietotie bakteroidi var zaudēt slāpekļa saistīšanas spēju.

Skābās augsnēs nitrogenizācijas procesam labvēlīgāks ir fosforīttiltu, nevis superfosfāta mēslojums. Superfosfāta lietošana veicina augsnes paskābināšanos, kas nelabvēlīgi ietekmē gumiņbaktēriju darbību.

Pākšaugu nodrošinājumu ar fosforu var uzlabot arī ar mikroorganismu starpniecību. Pētījumos tiek izvērtēta mikorizas sēņu ietekme gan uz pākšaugiem, gan gumiņbaktēriju darbību. Veidojoties trīspusējai simbiozei starp pākšaugiem, gumiņbaktērijām un mikorizas sēnēm, iespējams optimizēt efektīvai simbiozei nepieciešamos apstākļus. Arbuskulārās mikorizas sēnes var uzlabot pākšaugu nodrošinājumu ar fosforu, kā arī mazina ūdens deficīta negatīvo ietekmi, tādējādi panākot augstāku N_2 saistīšanas efektivitāti (*Jia et al., 2004*).

Kālija mēslojuma ietekme uz slāpekļa saistīšanas procesu visizteiktāk izpaužas, ja nodrošināta arī pārējo minerālelementu, īpaši fosfora, pieejamība. Proņins (1966) pētījumos atklājis, ka vislabākā attiecība $N:P:K = 0.5:1:2$

Kalcija nozīme neaprobežojas tikai ar skābo augšņu kalpošanu. Nelielos daudzumos tas nepieciešams *Rhizobium* šūnu dalīšanās nodrošināšanai un šūnapvalka normālai funkcionēšanai. Kalcija trūkums izraisa šūnapvalka caurlaidības traucējumus. Baktēriju šūnās tas nepieciešams necīgā daudzumā, līdzvērtīgi mikroelementiem. Atšķiras arī dažādiem tauriņziežiem efektīvas simbiozes veidošanai nepieciešamais kalcija daudzums. Piemēram, āboliņa gumiņbaktērijām nepieciešams mazāk kalcija nekā sojas gumiņbaktērijām.

Magnijs. Lai neierobežotu baktēriju vairošanos, magnija koncentrācijai vidē jābūt lielākai nekā kalcija. Novērotas arī dažādu pākšaugu gumiņbaktēriju atšķirīgās prasības pēc magnija. Lupīnai novērotas īpašas prasības pēc magnija. Papildmēslojums ar magniju veicina un pagarina atmosfēras slāpekļa saistīšanas procesu. Dodot magnija papildmēslojumu ziedēšanas laikā, slāpekļa saistīšana būtiski palielinājās, bet augiem bez papildmēslojuma, atmosfēras slāpekļa saistīšana praktiski beidzās ziedēšanas laikā.

Lupīnas un lauka pupu atmosfēras slāpekļa saistīšanas efektivitāti paaugstina Ca un Mg attiecība 1:1. Sevišķi efektīga pākšaugu papildmēslošana ar Mg ir smilšainās augsnēs ar zemu ($2\text{--}4\text{ mg } 100^{-1}\text{g}$ augsnes) magnija saturu.

Dzelzs un sērs ir elementi, kas nepieciešami gumiņbaktēriju un atmosfēras slāpekļa fiksēšanā iesaistīto fermentu darbībai, ietilpst aminoskābju sastāvā.

Simbiotiskās sistēmas funkcionēšanai nepieciešami arī **mikroelementi** (molibdēns, kobalts, bors, varš, cinks, mangāns u.c.). Mikroelementu nozīmi nosaka tas, ka tie ietilpst gan vielu sintēzi regulējošo fermentu, gan atmosfēras slāpekļa fiksēšanā iesaistīto fermentu sastāvā. Piemēram, **molibdēns** ir nozīmīgs nitrogenāzes fermenta komponents. Molibdēna trūkumu var nedaudz kompensēt vanādijs. **Kobalts** paaugstina leghemoglobīna koncentrāciju gumiņā, intensificē elpošanas procesu un B12 vitamīna sintēzi. **Bora** trūkuma gadījumā ir traucēta auga vadaudu veidošanās un funkcionēšana. Neizveidojas gumiņā iecejošie vadaudu kūlīši, kā arī traucēta meristēmas šūnu funkcionēšana. Tas aizkavē ne tikai paša auga augšanu, bet ietekmē arī gumiņu veidošanos.

Positīvs efekts novērots, sēklu dražēšanai izmantojot humātus. To skaidro ar humīnskābju spēju mijiedarbojoties ar mikroelementiem, tādējādi padarot tos mikroorganismiem vieglāk pieejamus un samazinot izskalošanos.

Sēklu inokulēšana. Tauriņziežu sēklu inokulēšanai izstrādāti dažādi paņēmieni. Sēklas var inokulēt ar gumiņbaktēriju preparātu tieši pirms sējas, vai sēt jau iepriekš dražētas sēklas. Paņēmiena izvēle ir atkarīga no konkrētajiem apstākļiem. Tomēr jāņem vērā, ka gumiņbaktēriju dzīves ilgums dažāda sastāva preparātos ir atšķirīgs. Būtiska ietekme ir dažādajiem palīgmateriāliem, kuros tiek ievadītas baktērijas. Veiktajos pētījumos noskaidrots, ka, apstrādājot sēklas ar šķidru baktēriju preparātu, to dzīves ilgums uz sēklas virsmas ir dažas dienas. Tāpēc šādi apstrādātas sēklas augsnē jāiestrādā iespējami ātrāk. Gumiņbaktēriju dzīvotspēja ilgāk saglabājas sausajos preparātos, kur baktērijas atrodas anabiozes stāvoklī. Gumiņbaktērijas no šādiem preparātiem sāk aktīvu funkcionēšanu, līdzko augsnē ir piemēroti apstākļi. Nelabvēlīgos augšnes apstākļos šādi preparāti var zaudēt savu efektivitāti (*Temprano et al.*, 2002). Lietojot dažādus palīgmateriālus gumiņbaktēriju uznešanai uz sēklas, noskaidrots, ka to ietekme uz baktēriju dzīvotspēju ir atšķirīga. Labākie rezultāti, saglabājot optimālo baktēriju šūnu skaitu (106 baktēriju) uz sēklas virsmas, iegūti ar kūdru un akāciju sveķiem (*arabic gum*), kur baktēriju dzīvotspēja saglabājas vairākus mēnešus (*Materon, Weaver, 1985; Temprano et al.*, 2002). Saglabāšanās laiku ietekmē arī vides temperatūra un mitrums. Baktēriju dzīvotspēja preparātā samazinās temperatūrā virs 4°C un pie mitruma virs 40%, sevišķi, gumiņbaktērijas pievienojot nesterilam materiālam (*Temprano et al.*, 2002).

Ietekme uz ražu. Sēklu inokulēšana ar gumiņbaktērijām vai dubultinokulācija ar gumiņbaktērijām un mikorizas sēnēm palielina proteīna saturu pākšaugu sēklās vidēji par 14%, kopējo ražu par 7% (*Kaschuk et al.*, 2010). Efektīvas simbiozes veidošanās apgādā augu ar minerālelementiem, nodrošinot optimālus fotosintēzes apstākļus, rezultātā – arī augstāku un kvalitatīvāku ražu.

Dažādiem baktēriju celmiem efektivitāte var atšķirties, tāpēc aizvien biežāk inokulēšanai lieto baktēriju celmu maisījumus. Izmēģinājumos konstatēts, ka atšķiras ne tikai dažādu baktēriju celmu spēja saistīt atmosfēras slāpekli, bet to mijiedarbība ar citiem rizosfēras vai inokulēšanai lietotajiem mikroorganismiem. (Dubova *et al.*, 2015).

Izmantotā literatūra

1. Ahmed, R., Solaiman, A.R.M., Halder, N.K., Siddiky M.A., & Islam, M.S. (2007). Effect of inoculation methods of *Rhizobium* on yield attributes, yield and protein content in seed of pea. *J. Soil. Nature*, 1(3), 30–35.
2. Bourion, V., Laguerre, G., Depret, G., Voisin, A.S., Salon, C., & Duc, G. (2007). Genetic variability in nodulation and root growth affects nitrogen fixation and accumulation in pea. *Annals of Botany*, 100(3), 589–598. DOI: 10.1093/aob/mcm147.
3. Dubova, L., Šenberga, A., Alsina, I.(2015). The effect of double inoculation on the broad beans (*Vicia faba* L.) yield quality. Research for rural development 2015 : annual 21st international scientific conference proceedings, Jelgava, Latvia, 13–15 May, 2015 / Latvia University of Agriculture. Jelgava, Vol.1, p. 34–39 .
4. Dubova, L., Šenberga, A., Alsina, I., Sergejeva, D. (2016). Simbiotiskās sistēmas efektivitātes izvērtējums pupu (*Vicia faba* L.) sējumos. Ražas svētki „Vecauce – 2016”: lpp 20–23.
5. Farrand S., Van Berkum P., Oger P. (2003). *Agrobacterium* is a definable genus of the family Rhizobiaceae. *Int.J. Syst. Evol.Microbiol.*, Vol.53, p.1682–1687.
6. Graham P. Ch. 2 Ecology of the root-nodule bacteria of legumes. (2008) In: H. M.J. Dilworth *et al.* (eds.), *Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses*, Springer Science+Business Media B.V., p. 23–58
7. Jia Y., Gray V.M., Straker C.J. (2004). The influence of *Rhizobium* and Arbuscular Mycorrhizal fungi on Nitrogen and Phosphorus Accumulation by *Vicia faba*. *Annals of Botany*, Vol.94, p. 251–258.
8. Kaschuk G., Leffelaar P., Giller K., Alberton O., Hungria M., Kuyper T.W. (2010). Responses of legumes to rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi: A meta-analysis of potential photosynthate limitation of symbioses. *Soil Biology and Biochemistry*, V.42, p. 125–127.
9. Lindström, K., Murwira, M., Willems, A., Altier, N. (2010). The biodiversity of beneficial microbe-host mutualism: the case of rhizobia. *Research in Microbiology*, 161, 453–463. DOI: 10.1016/j.resmic.2010.05.005
10. Materon, L.A., Weaver, R.W. (1985). Inoculant Maturity Influences

Survival of Rhizobia on Seed. Applied and Environmental Microbiology, 49: 465–467.

11. Saleh, M.A., Zaman, S., & Kabir, G. (2013). Yield response of black gram to inoculation by different Rhizobium strains using various types of adhesives. Asian Journal of Biological Sciences, 6(3), 181–186. DOI: 10.3923/ajbs.2013.181.186.

12. Šenberga A., Dubova L., Alsina I., Strauta L. (2015) The effect of Rhizobium leguminosarum strain genotype on host plant phenotypic expression. Nordic View to Sustainable Rural Development, 25th Congress, Rīga.

13. Šenberga A., Dubova L., Alsina I., Strauta L. (2017) Rhizobium sp. – a Potential Tool for Improving Protein Content in Peas and Faba Beans. Rural Sustainability Research, 37(332), 2-9. DOI: <https://doi.org/10.1515/plua-2017-0001>

14. Šenberga, A., Dubova, L., Alsina, I. (2018) Germination and growth of primary roots of inoculated bean (*Vicia faba*) seeds under different temperatures. Agronomy Research 16(1), 243–253, <https://doi.org/10.15159/AR.18.024>

15. Somasegaran P., Hoben H.J. (1994). Handbook for rhizobia: methods in Legume-rhizobium technology. Springer-Verlag, p.1 – 75.

16. Temprano, F.J., Albareda, M., Camacho, M., Daza, A., Santamaria, C., Rodriguez-Navarro, D. (2002). Survival of seven Rhizobium/Bradyrhizobium strains on different inoculant formulations and inoculated seeds. Int. Microbiol., 5: 81–86.

17. Terpolilli J.J., Hood G.A., Poole P.S. (2012). What determines the Efficiency of N₂ – Fixing Rhizobium-Legume Symbioses? Advances in Microbial Physiology, Vol.60, p.325–389

18. Воробьев, В.А. (1998). Симбиотическая азотфиксация и температура. Новосибирск: Наука. Сиб.РАН, – 128 с.

19. Гукова, М.М. (1970). Условия питания бобовых растений, определяющие эффективность симбиоза их с клубеньковыми бактериями. Микробиология на службе сельского хозяйства, 55–64.

20. Жизневская Г.Я. (1972). Медь, молибден и Железо в азотном обмене бобовых растений. Москва, Наука, с. 336.

21. Мишустин Е.Н., Шильникова, В.К. (1968). Биологическая фиксация атмосферного азота. Москва, Наука, с. 519.

22. Мишустин Е.Н., Шильникова, В.К. (1973). Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. Москва, Наука, с. 288.

III Pākšaugu sēklu un proteīna nozīme lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanā

Proteīna saturs barības līdzekļos svārstās plašās robežās. Bagātīgs bioloģiski pilnvērtīgu proteīnu avots ir visi dzīvnieku valsts un mikrobioloģiskās izcelsmes barības līdzekļi: zivju milti, biezpiens, vājpiens un citi piena produkti, lopbarības raugs, lizīna lopbarības koncentrāts. Šajos barības līdzekļos proteīna saturs ir 40–70% no sausas. Starp augu valsts barības līdzekļiem bagātāki ar proteīnu ir rauši un spraukumi, pākšaugu – zirņu, pupu, sojas sēklas, klijas, drabiņas un zaļbarība agrās veģetācijas fāzēs, zāles milti. Minētajos barības līdzekļos proteīna saturs ir 25–44% no sausas. Govju, zirgu, aitu un kazu ēdināšanā kā proteīna avots noder lucernas un āboliņa siens. Maz proteīna ir salmos (3–6%) un sakņaugos (0.1–2%).

Katrā valstī ir atšķirīgi klimata un pākšaugu audzēšanas apstākļi, kas ietekmē barības vielu saturu pākšaugos, tādēļ ir nepieciešams izvērtēt vietējos apstākļos izaudzēto lopbarību.

Soja ir pasaulē visplašāk audzējamais pākšaugš. Turklāt lielākā daļa no iepirktais sojas ir ģenētiski modificēta (aptuveni 90%). Sojas milti cūku barības devās tiek iekļauti jau sen, kopš pagājušā gadsimta 40. gadiem. Sojas pupas Latvijā galvenokārt ieved no Lietuvas, Nīderlandes un Vācijas, jo vietējie laika apstākļi nav piemēroti līdz šim zināmo sojas šķirņu audzēšanai (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, 2012). Latvijā notiek pētījumi, lai meklētu risinājumus sojas izaudzēšanai vietējos apstākļos.

Sojas pupiņās ir 35.4% kopproteīna un 19.4% tauku, bet, apstrādājot soju, ir iespējams iegūt līdz 48% kopproteīna un 1.35% tauku (3.1. tabula). Tie, atkarībā no pārstrādes veida, satur 44–48% kopproteīna un 250–420 g kg⁻¹ sagremojamā proteīna. Lizīna saturs proteīnā ir 2.8–3.2%. Arī citu aminoskābju saturs augstāks nekā zirņos un pupās. Dzīvnieki labi ēd sojas pupu miltus, kaut gan tie jāizēdina ierobežotā apjomā, jo satur gan glikozīdus, gan arī eļļu, kas var ietekmēt gaļas kvalitāti un arī sivēnmāšu produktivitāti.

Sojas produktu sastāvs, % kg⁻¹ sausnas (Parand et al., 2016)

Rādītāji	Neapstrādātas sojas pupas	Sojas milti ar sēklas apvalku	Sojas milti no lobītām pupām
Sausna	90.70	88.70	89.60
Kopproteīns	35.40	43.30	47.80

Soja ir kļuvusi par vienu no svarīgākajiem un populārākajiem proteīna avotiem cūkkopībā. Tomēr, lai mazinātu atkarību no ārvalstu sojas audzētājiem, nepieciešams atrast alternatīvu proteīna avotu, ko būtu iespējams izaudzēt Latvijas klimata apstākļos.

Lauka pupas lietošanai pārtikā cilvēki audzē jau gandrīz 5000 gadu. Pirmās ziņas ir par pupu audzēšanu Ķīnā. Lopbarības pupas, pazīstamas kā lauka pupas vai cūku pupas, pasaulē saražo aptuveni 4 milj. tonnu gadā. Lielākie ražotāji – Ķīna, Etiopija, Ēģipte un Austrālija – saražo aptuveni 50% no kopējās produkcijas (Stein et al., 2016).

Kā proteīna avots lopbarībai Latvijā lauka pupas tiek izmantotas jau sen. Latvijā 2014. gadā lauka pupas tika audzētas 9052 ha platībā, kas ir lielākais platību īpatsvars no visiem tauriņziežu sējumiem.

Ir divi galvenie lauka pupu šķirņu veidi: balto ziedu šķirnes un krāsaino ziedu šķirnes. To ķīmiskais sastāvs un uzturvērtība ir aptuveni vienāda, bet krāsaino ziedu pupām augstāks tanīna saturs (Degola 2015). Tomēr krāsaino ziedu šķirnes dominē, jo ir izturīgākas pret slimībām.

Pēc sēklu izmēra lauka pupas var iedalīt trīs pasugās: *Vicia faba minor* (mazas sēklas), *Vicia faba major* (lielas sēklas) un *Vicia faba equine* (vidējas sēklas). Mājlopiem parasti audzē lauka pupas ar mazajām un vidējām sēklām, kam 100 sēklu masa ir 50–100 g (Jezierny et al., 2010).

Statistikas dati liecina, ka pēdējos gados Latvijā palielinās lauka pupu sējumu platības. Graudu audzētājiem lauka pupas ir svarīgs kultūraugs augu sekas ievērošanai, kā arī tādēļ, ka vēlais pupu nogatavošanās laiks nesakrīt ar kviešu, miežu un rapša novākšanu. Liels ieguvums, audzējot lauka pupas, ir to spēja ar gumiņbaktērijām saistīt brīvo slāpekli augsnē. Šī ıemesla dēļ augu sekā pupas ir ļoti labs priekšaug. Audzējot proteīnaugus, lauksaimniekam ir vieglāk izpildīt Eiropas Savienības zaļināšanas prasības. Tas nozīmē, ka tie lopkopji, kuri iepērk barību savam ganāmpulkam, to varētu iegādāties audzētu Latvijā. Tas būtu izdevīgi gan vietējam lopkopim, gan graudu audzētājam, gan valstij – ieņemto nodokļu veidā.

Zirņi satur 133 g kg⁻¹ sagremojamā proteīna, kopproteīna saturs ir 23%, tomēr tā bioloģiskā vērtība nav augsta neaizvietoājamo aminoskābju

nesabalansētības dēļ. Lizīna saturs zirņos ir 1.34%, bet metionīna tikai 0.26% no proteīna satura, tāpēc vielu maiņas procesos daudzas aminoskābes netiek izmantotas un iet zudumā. Zirņos maz arī triptofāna.

Zirņos ir salīdzinoši augsts kopproteīna līmenis, un tie var tikt izmantoti, lai palīdzētu uzturēt proteīna bilanci, pamatojoties uz zemo proteīna daudzumu labības graudos, piemēram, miežos un kviešos. Zirņu uzturvērtību iespējams uzlabot, tos termiski apstrādājot, jo termiskajai apstrādei nav negatīvas ietekmes uz pākšaugu sēklās esošā proteīna izmantojamību.

Zirņi satur arī šķiedrvielas – 5.8–8% un pavisam nedaudz tauku – 1.2–1.5%. Šie tauki satur nepiesātinātās taukskābes. Visu pākšaugu sastāvā ietilpst minerālvielas, visvairāk – kālija, fosfora, mangāna un kalcija, no mikroelementiem – varš, dzelzs, niķelis, kobalts, molibdēns, bors, jods u. c. Kalcija un fosfora saturs zirņos ir lielāks nekā labības graudos, tomēr tajos tikpat kā nav E vitamīna un selēna. Zirņos ir visi B grupas vitamīni un vitamīns PP.

Lupīna (*Lupinus*) ir Latvijas lauksaimniekiem maz zināms kultūraugs, tās kopējās sējuma platības 2014. gadā bija tikai 164 hektāri. Lielākā daļa lupīnas sugu radītas Vidusjūras reģionā vai ASV.

Lielākais pasaules lupīnas sēklu ražotājs un eksportētājs ir Austrālija ar 80–85% no pasaulē saražotā, no kuriem 90–95% eksportē visā pasaulā, tostarp Eiropā. Eiropā nozīmīgākie lupīnas audzētāju reģioni ir Vācija, Francija, Beniluksa valstis, Spānija, Polija, Ukraina un Krievija. Čehijā lupīnu audzē aptuveni 7000 ha platībā (*Sedláková et al.*, 2016).

Trīs sugas – Zilā lupīna (*L. angustifolius*), kuras ziedi zilā krāsā, un 100 sēklu masa ir 15 g, Baltā lupīna (*L. albus*), kuras ziedi balti vai violeti, un 100 sēklu masa ir 50–60 g, Dzeltēnā lupīna (*L. luteus*), kuras ziedi zeltaini dzeltenīgi un 100 sēklu sver aptuveni 12 g, tiek kultivētas mājlopu un mājputnu barībai.

Lupīna, tāpat kā pārējie tauriņziežu dzimtas augi, spēj saistīt brīvo slāpekli, pateicoties gumiņbaktērijām, tādējādi uzlabojot gan augsni, gan ražu. Lupīna ir viens no nedaudzajiem augstvērtīgajiem augu valsts proteīna avotiem. Saldo lupīnas šķirņu sēklas var saturēt 25–48% kopproteīna, kas atkarīgs no lupīnas šķirnes un klimatiskajiem apstākļiem, kādos tā ir audzēta. Salīdzinot ar sojas aminoskābēm, aminoskābju satura ziņā ir dažas būtiskas atšķirības: mazāks sēru saturošo aminoskābju un treonīna līmenis un tieši pretēji – augstāks arginīna līmenis. Tauku saturs ir 5–13%, no kuriem 80% ir nepiesātināto taukskābju, tādu kā linolskābes un linolēnskābes. Lupīnas sēklas satur vairāk kokšķiedru kā soja un 5–12% cietes. Salīdzinot ar rūgtajām kultūrām, nevēlamās vielas (tripsīns, inhibitori, tanīns, alkaloīdi) saldā lupīna satur maz, tādēļ sēklas var lietot dzīvnieku barībā termiski neapstrādātas (*Zraly et al.*, 2006).

Šajā pētījumā īpaša uzmanība tika pievērsta lupīnai, kas ir olbaltumvielām bagāts barības līdzeklis ar augstu sagremojamību. Lupīnas sēklās ir ievērojami

vairāk B grupas vitamīnu nekā citos graudos un sēklās. Lupīnas sēklu bioloģisko vērtību un apēdamību var paaugstināt, to novārot vai citādi termiski apstrādājot. Tomēr parasti spēkbarības maisījumos lupīnas sēklas izmanto neapstrādātas. Sēklu ķīmiskais sastāvs dzeltenajām un baltajām lupīnām ir nedaudz atšķirīgs. Dzeltēno lupīnu sēklās ir vairāk proteīna, bet mazāk bezslāpekļa ekstraktvielu un koptauku nekā balto lupīnu sēklās. Organisko vielu sagremojamība cūkām – 85–88%, maiņas enerģija – 12,9 MJ kg⁻¹. Cūkām lupīnas sēklas izēdina 0,2–0,3 kg diennaktī, samaltas kopā ar labības graudiem, vai 10–15% no spēkbarības maisījuma. Sivēniem lupīnas sēklu atturas izēdināt (Latvietis, 2013).

Lupīnas sēklas uzskata par alkaloīdus saturošām sēklām, un maksimāli pieļaujamais to daudzums barības devā ir 25% (*Cheeke un Kelly*, 1989). Vairāku desmitu gadu laikā pētnieki mēģinājuši izveidot lupīnu šķirnes, kur būtu mazāk alkaloīdu, bet tas novedis pie lupīnas izturības un ražības samazinājuma. Tomēr ir izdevies izveidot tā saucamās „saldās lupīnas” šķirnes ar zemu alkaloīdu saturu. Alkaloīdu saturu uzskata par zemu, ja tas sēklās nepārsniedz 600 mg/kg, bet savvaļas lupīnas to satur pat 40000 mg/kg. Kopproteīna saturs dažādām lupīnas šķirnēm: *L. Angustifolius* (28–38%); *L. Albus* (34–45%) un *L. Luteus* (36–48%) ir līdzīgs proteīna saturam sojā (35–40%) (*Hancock*, 2003). Pēc Osborna klasifikācijas proteīns lupīnas sēklās pārstāvēts albumīnu un globulīnu formā. Lupīnas proteīna sagremojamība var sasniegt pat 77%. Lupīnas iekļaušana barības devās samazina metanoģenēzi, kas var ietekmēt arī siltumnīcas gāzu veidošanos un atstāt pozitīvu ietekmi uz vidi (*Zawadski et. all.*, 2004).

Salīdzinot pākšaugus pēc ķīmiskā sastāva, tie variē plašās robežās, jo ietekmējošo faktoru ļoti daudz: šķirne, klimatiskie apstākļi, augsne un citi faktori. Raksturojošie vidējie rādītāji (3.2., 3.3. tab.) parāda pākšaugu sugu atšķirības.

3.2. tabula

Barības līdzekļu ķīmiskais sastāvs sausnā

(*Jezierny et al.*, 2011)

Barības līdzeklis	Sausna, %	Kopproteīns, %	Koptauki, %	Ciete, %	ME MJ	NEL MJ
Lupīnas sēklas	91.7	31.0	15.7	7.9	12.17	7.51
Lauka pupas	94.0	26.7	0.99	43.8	12.36	7.76
Zirņi	90.0	22.6	1.4	46.8	13.3	7.88
Sojas pupas	93.7	38.5	18.3	5.1	14.71	9.12

Vislielākais kopproteīna daudzums ir sojā un lupīnā, bet zirņos tas ir vismazākais. Salīdzinot sausas saturu galvenajos proteīnaugos, sojā, zirņos, pupās un lupīnā tas ir robežās no 87.8% līdz 89.6% (Ošmane u. c., 2015). Kopproteīna sastāvā ietilpst olbaltumvielas un slāpekli saturošas neolbaltumvielas. Lopbarības pupās kopproteīns ir vidēji 29.6%, zirņos 22.6%, sojas spraukumos

51.31% (Ošmane u. c., 2015), lupīnā – 36–38% (Latvietis, 2013). Lai precīzāk raksturotu barības līdzekļa vērtību, jāzina, kāda ir augos esošā proteīna forma: šķīstošais, aizsargātais vai saistītais proteīns. Lopbarības pupās šķīstošais proteīns ir 14.9%, zirņos – 12.5%, sojas spraukumos – tikai 4.8%. Aizsargātais (UIP) proteīns lopbarības pupās ir 44.18%, zirņos – 42.03%, bet sojas spraukumos – pat 74.08%. Saistīto proteīnu dzīvnieka kuņģa mikroorganismi nespēj izmantot, līdz ar to tas izdalās no organisma ar fekālijām. Lopbarības pupās saistītais proteīns ir 1.03%, zirņos – 0.28%. sojas spraukumos – 2.35% (Ošmane u. c., 2015). Salīdzinot ar soju un lupīnu, lauka pupās koptauku ir maz. Palielināts koptauku saturs barībā ietekmē tauku veidošanos dzīvnieku ķermenī nobarošanas laikā. Sojā ir vislielākais enerģijas nodrošinājums. Maiņas enerģijas daudzums lupīnai un lauka pupām ir līdzīgs.

Pākšaugu proteīns sastāv no globulīniem un albumīniem. Augstāks globulīna saturs ir lupīnu un sojas pupu sēklās, savukārt lauka pupām ir augstāks albumīna saturs (*Jezierny et al.*, 2011).

Viens no rādītājiem, kas jāņem vērā, novērtējot barību, ir kokšķiedras sastāvs. To nosaka kā neitrāli skaloto kokšķiedru (NDF), kas sastāv no hemice-lulozes, celulozes un lignīna, un skābi skaloto kokšķiedru (ADF), kas raksturo celulozes un lignīna apjomu barībā. Kokšķiedras rādītājiem palielinoties, barības vērtība samazinās.

3.3. tabula

Barības līdzekļu ķīmiskais sastāvs (*Jezierny et al.* 2011)

Barības līdzeklis	Kokšķiedra,%	ADF,%	NDF,%
Lupīna	15.5	20.7	24.8
Lauka pupas	6.9	11.9	13.9
Zirņi	5.5	7.8	11.1
Sojas pupas	12.1	7.4	11.3

Lupīnai, salīdzinot ar soju, lauka pupām un zirņiem, NDF un ADF saturs ir augsts (3.3. tab.), kas nozīmē lupīnas zemāku apēdamību un sagremo-jamību. Lauka pupas, salīdzinot ar lupīnu un soju, satur samērā lielu daudzumu šķiedrvielu. Lupīnas sēklu eļļa ir bagātīgs nepiesātināto taukskābju – oleīnskābes un linolēnskābes avots. Lauka pupas un zirņi ir bagāti ar cieti, bet lupīnā un sojā cietes saturs ir salīdzinoši zems (3.2. tab.).

Lauka pupās novērots paaugstināts glikozīdu vicīna un konvicīna saturs. Šo vielu klātbūtne barības devā negatīvi ietekmē lauksaimniecības dzīvniekus, piemēram, samazinot barības patēriņu, sivēnmāšu auglību (*Cheeke and Kelly*, 1989). Vicīna un konvicīna saturs cūku barībā neietekmē proteīna sagremoja-mību (*Jezierny et. all.*, 2011).

Tanīns ir ūdenī šķīstošs polifenola savienojums, kas sastopams dažādos augos, tai skaitā lauka pupās, bet lupīnā nav atrodams. Pētījumos iegūti dati par tanīna ietekmi, samazinot proteīna sagremojamību. Krāsaino ziedu lauka pupu ar tanīna saturu 1.0 līdz 2.3 g kg⁻¹ iekļaušana barībā samazināja proteīna sagremojamību, salīdzinot ar tanīnu nesaturošu barību. Savukārt, ir konstatēts, ka, barībai pievienojot pupas, kas satur 0.59 g kg⁻¹ tanīna, nav novērota kaitīga ietekme uz augšanas ātrumu, salīdzinot ar cūkām, kuru barībā tanīna saturs ir mazāks par 0.07 g kg⁻¹ (*Jezierny et. all.*, 2010).

Salīdzinot ar sojas pupām, Eiropā audzētas lupīnas sēklās ir ievērojami zemāks tauku saturs. Dzīvnieku ēdināšanas speciālisti iesaka pievērst uzmanību eļļu sastāvam augos, jo parasti tajos palielināts nepiesātināto taukskābju – oleīnskābes, linolskābes un alfa linolēnskābes saturs. Svarīgs faktors, kas mazina koronāro sirds un citu hronisku slimību iespējamību, ir taukskābju (omega 6 un omega 3) attiecība. Vēlamā attiecība ir starp 2.5–5.0:1. Pākšaugu sēklas ir vērtīgs šādu eļļu uzņemšanas avots. Dzīvnieku ēdināšanas speciālistiem vislielāko interesi citu pākšaugu vidū izraisa baltā lupīna (*Lupinus albus* L.), jo eļļas saturs tās sēklās svārstās no 5.73 līdz 11.5%. Citām lupīnas šķirnēm eļļas saturs ir zemāks: dzeltenajai lupīnai (*Lupinus luteus* L.) tas ir 4.86–8.76% un zilajai lupīnai (*Lupinus angustifolius* L.) 3.28–8.18%. Par eļļas saturu pupās ir maz pētījumu, bet pieejamie dati liecina, ka tās satur 2.3–2.9% (*Hodowla and Wiatrowo*, 2016). Tomēr arī pārmērīgi liels eļļas saturs barībā ir nevēlams, ietekmējot gaļas kvalitāti un padarot speķi mīkstu un ļumīgu.

Lauka pupu, lupīnas un zirņu proteīns satur aptuveni 1.7 reizes mazāk lizīna, attiecīgi 19, 17.8 un 17.9 g kg⁻¹ sausas, salīdzinot ar lizīna saturu sojā (31.8 g kg⁻¹ sausas). Faktiski lauka pupas, lupīna un zirņi satur mazāk nekā 50% no aminoskābju daudzuma, salīdzinājumā ar sojas pupām, tādējādi ierobežojot to izmantošanu cūku barībā. Izņēmums ir arginīns, kura saturs lupīnā ir pat lielāks nekā sojas pupās (3.4. tab.).

Aminoskābju saturs pākšaugu sēklās (g kg⁻¹ sausnas)
(Jezierny *et al.*, 2011)

Aminoskābes	Lupīnas sēklas	Lauka pupas	Sojas pupas	Zirņi
Neaizvietojamās aminoskābes				
Arginīns	43.9	29.0	39.8	22.4
Histidīns	10.0	7.9	14.6	6.1
Izoleicīns	15.0	12.3	24.7	10.3
Leicīns	26.0	22.0	40.2	17.6
Lizīns	17.8	19.0	31.8	17.9
Metionīns	2.2	2.0	6.7	2.3
Fenilalanīns	15.1	12.9	26.1	11.7
Treonīns	12.8	10.6	20.0	9.0
Triptofāns	3.2	2.6	6.9	2.3
Valīns	14.4	13.6	26.4	11.6
Aizvietojamās aminoskābes				
Alanīns	12.5	12.2	23.2	10.5
Asparagīnskābe	37.7	33.0	60.4	28.6
Cisteīns	5.7	3.7	7.4	3.5
Glutamīnskābe	85.7	49.9	94.1	41.1
Glicīns	15.5	12.7	22.4	10.6
Prolīns	15.1	12.2	27.3	10.2
Serīns	18.4	14.4	25.8	11.3

Svarīgākā neaizvietojamā aminoskābe ir lizīns, kas nepieciešama muskuļaudu veidošanai. Lizīnam ir īpaša nozīme aminoskābju vielu maiņā, jo tas gandrīz pilnībā tiek izmantots olbaltumvielu veidošanai organismā, kamēr pārējās barībā nepieciešamās aminoskābes olbaltumvielu ražošanā netiek izmantotas pilnīgi.

Lizīns un triptofāns ir pirmās limitējošās aminoskābes, kam jāpievērš uzmanība, sastādot barības devas ar pupām, lupīnu un zirņiem, taču, ņemot vērā salīdzinoši zemo metionīna, cistīna un treonīna koncentrāciju šajos pākšaugos, ir jācenšas tās sabalansēt atbilstoši dzīvnieku, īpaši cūku vajadzībām. Ļoti bieži barības devās nepieciešams iekļaut kristāliskos metionīna, treonīna un triptofāna avotus ar lupīnu, pupām un zirņiem, lai barības deva būtu sabalansēta un nodrošinātu visas nepieciešamās aminoskābes.

Aminoskābju sagremojamība (% no kopproteīna)
(Jezierny *et al.*, 2011)

Aminoskābes	Lupīnas sēklas	Lauka pupas	Sojas pupas	Zirņi
Neaizvietojamās aminoskābes				
Arginīns	95	87	94	89
Histidīns	88	78	89	81
Izoleicīns	89	80	91	81
Leicīns	88	79	89	80
Lizīns	87	82	90	85
Metionīns	81	67	91	76
Fenilalanīns	88	79	90	82
Treonīns	84	74	85	75
Triptofāns	82	61	85	67
Valīns	85	76	88	78
Aizvietojamās aminoskābes				
Alanīns	82	75	87	76
Asparagīnskābe	89	81	89	83
Cisteīns	84	57	82	67
Glutamīnskābe	93	86	91	87
Glicīns	83	68	82	73
Prolīns	89	74	91	80
Serīns	89	81	90	81
Kopproteīns	87	76	87	79

Sojas neaizvietojamā aminoskābju sagremojamība ir nemainīgi augsta, sākot no 85% treonīnam un triptofānam līdz 95% arginīnam (3.5. tab.). Vidējā kopproteīna un lielākās daļas aminoskābju sagremojamība lupīnai un sojai neatšķiras, bet lauka pupām un zirņiem tā ir par 8–11% zemāka, salīdzinot ar lupīnu un soju. Vislielākās aminoskābju sagremojamības atšķirības konstatētas metionīnam, cisteīnam un triptofānam.

Arī sojas miltu proteīns pilnībā un pareizās attiecībās nenodrošinās neaizvietojamās aminoskābes, tāpēc, ievērojot atšķirīgo aminoskābju saturu dažādos proteīna avotos (zirņos, pupās, sojas miltos un citos eļļas augu raušos un spraukumos), racionālas proteīna izmantošanas nolūkos vēlams ietilpināt barības maisījumos vairākus proteīna avotu veidus, tādējādi samazinot arī barības izmaksas, jo sojas milti ir salīdzinoši dārgs produkts.

Pākšaugi lopbarībai

Latvijā audzētie proteīnaugi – pupas, zirņi, lupīna, vīķi – augstā proteīna saturā dēļ, tāpat kā soja, ir īpaši ieteicama lopbarība. Tos izēdina liellopiem, cūkām un putniem, tā papildinot proteīna daudzumu barības devā. Tomēr pupas, vīķus, zirņus un lupīnu dzīvnieku ēdināšanā izmanto piesardzīgi (slaucamām govīm – līdz 2 kg, cūkām – līdz 0.5 kg diennaktī) (Latvietis, 2013), jo tie satur vielas, kas lielākos daudzumos organismā nav vēlamas: fitīnskābi, daļēji sagramojamos ogļhidrātus, purīnvielu, tripsīna inhibitorus, lektīnu, kā arī alkaloīdus. Turklāt α -galaktoze var izraisīt pārmērīgu fermentāciju un caurejas, bet augsta līmeņa ne-cietes polisaharīdi var negatīvi ietekmēt enerģijas izmantošanu vienkameru kuņģa dzīvniekiem. Tomēr nesena progress augu selekcijā ir radījis uzlabotas šķirnes ar zemāku sekundāro augu metabolītu saturu, un dzīvnieku ēdināšanā lielāka uzmanība ir jāpievērš tādiem kvalitātes rādītājiem kā barības vielu saturs un aminoskābju sagramojamība.

Proteīna nodrošinājuma ziņā prasīgāki ir putni, īpaši tītārēni, kuru barībā proteīna saturam jābūt 16–28% no sausas. Izteikta proteīna nepieciešamība ir arī vaisliniekiem (bulļiem, kuļiem, ērzeļiem, teķiem) – 120–130 g proteīna kilogramā sausas. Laktējošiem un grūsniem dzīvniekiem (slaucamām govīm, zīdītājām un grūsnām sivēnmātēm, jēru, kazlēnu mātēm, ķēvēm) nepieciešami 105–115 g proteīna barības sausas kilogramā. Pākšaugi, kā lopbarības pupas, zirņi un lupīna, var daļēji vai pat pilnībā aizstāt tradicionālos olbaltumvielu avotus, piemēram, zivju miltus, kā proteīniem bagāta barība - alternatīva sojas miltiem un citiem eļļas augiem.

Lai gan sagramojamais proteīns līdz šim plaši lietots kā ēdināšanas standarts, daudz zinātnieku (*Burroughs, 1975, Kaufmann, 1977, Satter, et. all., 1975*) uzskata, ka tā izmantošanas iespējas ir ierobežotas un to var lietot tikai pie noteiktiem apstākļiem. Gandrīz visu barības līdzekļu proteīna šķietamā sagramojamība sasniedz 85%, un parasti tā var ievērojami samazināties tikai proteīna bojāšanās vai kādas apstrādes gadījumos. Kā izņēmumu sagramojamības samazināšanai min augstu barības patēriņu.

Dažādās pasaules valstīs ir radītas vairākas jaunas proteīna novērtēšanas sistēmas atgremotājiem. Tās visas, vērtējot atgremotājiem piemērotu proteīnu, cenšas noteikt tievajās zarnās absorbējamo aminoskābju daudzumu un šo aminoskābju sastāvu. *Van Soest'a* izstrādātā shēma proteīnu iedala pieejamā jeb nesaistītā un nepieejamā jeb saistītā (lignificētā) proteīnā. Pēdējo nosaka ar tā saukto ADF-N jeb lignificētā slāpekļa skābes testu, atrodot to N daudzumu, kas saistīts ar kokšķiedru, un nav pilnīgi pieejams ne mikroorganismu, ne govs gremošanas fermentiem. To sauc arī par skābi skaloto nešķīstošo slāpekli (*acid detergent insoluble nitrogen ADIN*).

Pieejamā jeb nesaistītā proteīna frakcijā vispirms ietilpst šķīstošais proteīns, kas pilnīgi izšķīst spurekļa šķīdumā un mikroorganismi to ātri noārda līdz NH_3 , bet pēc tam saista sava mikrobu proteīna sintēzei. Šī frakcija pārsvarā satur ne-proteīna slāpekļa (NPN) savienojumus un arī šķīstošās olbaltumvielas. Pirmo daudz ir zaļbarībā, skābbarībā, sienā.

Nešķīstošais pieejamais jeb nešķīstošais nesaistītais proteīns nešķīst spurekļa šķīdumā, bet ir pilnīgi pieejams (sagremojams) govs gremošanas trakta tālākajos nodalījumos – glumeniekā un tievajās zarnās. Šī proteīna mikrobiālās noārdīšanas ātrums variē un ir atkarīgs no proteīna avota un no tā fizikālā stāvokļa.

Šķīstošais proteīns un mikrobu noārdītā nešķīstošā pieejamā proteīna daļa kopā veido t. s. spureklī noārdāmā barības proteīna (RDP) frakciju. Nenoārdītais nešķīstošais pieejamais proteīns ir spureklī nenoārdītā proteīna daļa (UDP), kas gandrīz pilnīgi tiek sagremota tievajās zarnās. Šai frakcijai angļu valodā ir ļoti īss un konkrēts nosaukums – “*by-pass protein*”, ko latviski varētu interpretēt kā spureklī nenoārdīto, spurekli apejošo nesaistīto proteīnu vai tranzītproteīnu. Daļa proteīna spēj apiet spurekli, lai tiktu sagremota tievajās zarnās. Tāpēc šī tranzītproteīna aminoskābju saturs ir faktors, kas ir svarīgs un nepieciešams, īpaši augstproduktīvu dzīvnieku ēdināšanā. Laktācijas sākumā aizsargātā proteīna (UIP) saturam kopproteīnā vajadzētu būt 35–40%, savukārt laktācijas vidus un beigu posmā – 32–36%. Lai gan spureklis satur ievērojamu daudzumu proteāžu un deamināžu, dažādu barības līdzekļu proteīns netiek noārdīts vienādā mērā (Osītis, 2004).

Proteīnaugu sēklas – sojas, lupīnas, rapša, linsēklas – satur dažādas alkaloīdu grupas atšķirīgā koncentrācijā. Alkaloīdi gan dzīvniekiem, gan cilvēkiem var izraisīt vielmaiņas vai pat neiroloģiskas saslimšanas. Šobrīd vēl joprojām nav pietiekošas informācijas par alkaloīdu ietekmi uz dzīvnieku ēdināšanu, bet zināms, ka visjūtīgākās ir cūkas, savukārt mazāka ietekme šiem savienojumiem ir aitu un trušu ēdināšanā. Pēc ES noteikumiem maksimāli pieļaujamā alkaloīdu koncentrācija proteīnaugu sēklās lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanai ir 1000 mg/kg (Chang, 2015), bet alkaloīdu saturam barības devā nevajadzētu pārsniegt 0.2 g/kg barības sausas.

Pēdējo gadu tendences pasaules tirgū parāda, ka proteīnbagātu lopbarības izejvielu cenas strauji aug, būtiski ietekmējot kopējo lopbarības cenu un līdz ar to arī lopkopības produkcijas pašizmaksu. Sabiedrībā aktualizējas arī jautājums par tādu izejvielu izmantošanu dzīvnieku barībā, kas ir brīvas no ģenētiski modificētiem organismiem (GMO). Tiek uzskatīts, ka lielas dzīvnieku koncentrācijas rezultātā izdalītais slāpekļa daudzums kavē dabiskos slāpekļa aprites procesus. Slāpekli saturoši savienojumi nenoārdās un nokļūst atmosfērā vai pazemes ūdeņos. Kā risinājums tiek ierosināts samazināt proteīna daudzumu barības līdzekļos, kā arī paaugstināt tā sagremojamību, nemainot produktivitāti un nesamazinot ražošanas

apjomus (Osītis, 2005). Tā kā lopkopība ir viena no nozarēm, kas rada lielāko apkārtējās vides piesārņojumu, ir nepieciešams optimizēt dažādu sugu dzīvnieku ēdināšanu, lai nodrošinātu dabai draudzīgu saimniekošanu.

Liellopu ēdināšana

Proteīna nodrošinājums slaucamo govju barības devā ir svarīgs, it sevišķi govīm ar augstiem izslaukumiem. Govju ēdināšanas pamatā ir laba rupjā lopbarība, bet, kā atklāj lopbarības analīzes, ne vienmēr visas vajadzīgās barības vielas, it sevišķi proteīns, ir pietiekamā daudzumā. Lai nodrošinātu barības vielu vajadzību, saimnieki ir spiesti iepirkt dārgu proteīnbarību, un viena no tām ir soja. Audzēšanai Latvijā piemērotas sojas šķirnes sēklas vēl ir maz pieejamas, un kā alternatīvu varam izmantot pašu audzētas lopbarības pupas vai zirņus. Lopbarības pupas un zirņi ir piemēroti arī augstvērtīgu govju ēdināšanai, jo lopbarības pupas bez proteīna (36%) satur arī cukurus (16%) un cieti, kas nodrošina arī daļu enerģijas (7.9 MJ NEL). Proteīna saturs zirņos ir 25% un cukuru saturs – 9%, toties vairāk cietes, kas arī nodrošina nepieciešamo enerģiju (7.9 MJ NEL).

Piena lopkopībā barības izmaksas sastāda vairāk nekā 55% no ražošanas izmaksām. Tādēļ saimniecību īpašnieki vairāk uzmanības pievērš nevis barības devu optimizācijai, bet gan tam, lai pabarotu dzīvniekus ar lētāku barību. Lētāka barības deva visbiežāk tomēr nedod lielāku ražošanas efektivitāti. Šai apgalvojumā šķietami var saklausīt pretrunu, bet tas saistīts ar izpratni par to, kāda ir atgremotājdzīvnieku barības vielu vajadzība, lai nodrošinātu dzīvnieka fizioloģiskos procesus un iegūtu ekonomiski izdevīgu piena lopkopības produkciju.

Piena lopi lielāko daļu enerģijas un proteīnu iegūst no mikrobiālās noārdīšanas galaproduktiem vai pašiem mikroorganismiem. Baktērijas, kuras tiek sagremotas un uzsūktas gremošanas sistēmā, satur 60% olbaltumvielu ar augstu sagremojamību. Citiem vārdiem sakot, jo vairāk spureklī augs un vairosies baktērijas, jo mazāk būs nepieciešams iegādāties dārgu proteīnbarību, lai nodrošinātu dzīvnieku vajadzības (<http://www.ansci.cornell.edu/goats/Resources/GoatArticles/GoatFeeding>).

Visu šķirņu, dzimumu un vecumu liellopiem ir nepieciešamas vienas un tās pašas barības vielas: olbaltumvielas, enerģiju piegādājošas vielas, minerālvielas, vitamīni un ūdens. Ikdienas barības devā obligāti jāiekļauj noteikts proteīna saturs, jo neviena cita barības viela to nevar aizstāt. Savukārt enerģijas vajadzību nodrošina barības ogļhidrāti (ciete un / vai kokšķiedra) vai tauki, vai arī liekais proteīns.

Proteīns ir slāpekļa avots, kas organismā nepieciešams audu augšanai, piena ražošanai, rezistences nodrošināšanai, atražošanai un ķermeņa uzturēšanai.

Proteīns ir visdārgākā barības viela barības devā, un parasti tā saturs svārstās no 12–16% no barības devas sausnas atkarībā no sekojošiem faktoriem: (1) dzīvnieka fizioloģiskā stāvokļa (grūsnība, laktācija, augšana) un (2) lopbarības kvalitātes. Mikroorganismi spēj izmantot urīnvielu un citas slāpekļa neolbaltumvielas mikrobiālā proteīna veidošanai, kas atgremotājdzīvniekiem ir slāpekļa avots (<http://www.agmrc.org/media/cms/FeedingManagement>). Zinātnieki noskaidrojuši, ka, izēdinot barības devas ar palielinātu proteīna saturu, apmēram 75–85% no barības proteīna nonāk atpakaļ apkārtējā vidē (Myers et. all., 2000).

Ēdināšanas līmeņa novērtējumu un informāciju par dažādu barības vielu nodrošinājumu barībā var dot dati par urīnvielas saturu pienā. Modernajā piena lopkopībā urīnvielas rādītājs pienā ir viens no svarīgākajiem, ko izmanto, lai izvērtētu, cik pilnvērtīgi govīs pārstrādā proteīnu un cik optimāli ir vielu maiņas procesi to organismā. Urīnvielas saturu asinīs un pienā ietekmē ne tikai sagremojamā proteīna uzņemšana ar barības devu, bet arī proteīna un enerģijas sabalansētība (Gustaffson, 1987; Hoffman et. all., 1990). Pie palielinātas sagremojamā proteīna uzņemšanas palielinās urīnvielas saturs asinīs un pienā (Grings et. all., 1991). Izēdinot dzīvniekiem sabalansētu barības devu, tiek samazināta urīnvielas koncentrācija pienā (Halse et. all., 1983).

Slaucamo govju ēdināšana iedalās vairākos posmos, ko ietekmē laktācijas un cietstāves periods. Laktācijas periods iedalās trīs posmos:

1. laktācijas sākums (14.–100. diena),
2. laktācijas vidus (100.–200. diena),
3. laktācijas noslēgums (200.–305. diena).

Govju ēdināšana cieši saistīta ar sausnas uzņemšanas spēju. Laktācijas sākuma posmā sausnas uzņemšanas spēja govīm ir samazināta, bet piena izslaukums strauji palielinās. Pēc atnešanās apmēram divu mēnešu garumā govij ilgst negatīva enerģijas bilance, kuras laikā sausnas uzņemšanas spēja ir nepietiekama, līdz ar to tauku rezerves tiek izmantotas enerģijas ražošanai, kā rezultātā pasliktinās ķermeņa kondīcija. Šajā laikā pietiekamas enerģijas rezerves nepieciešamas, lai govij iestātos grūsnība. Tauku rezerves atjaunošanai un vēlamās ķermeņa kondīcijas sasniegšanai govīm jānodrošina pilnvērtīga barības deva (Roche, Friggens, Kay et all., 2009). Pēc atnešanās laktācijas laikā sausnas uzņemšanas spēja ir mainīga. Laktācijas sākumā tā ir nepietiekama, maksimāli augstākā tā ir no 120. līdz 150. dienai, bet pēc tam pakāpeniski samazinās.

Periods pēc atnešanās augstazīgām govīm bieži ir saistīts ar enerģijas deficītu barībā. Enerģijas patēriņu, kas tiek izlietots piena ražošanai, ir nepieciešams kompensēt ar barību, tādēļ var parādīties negatīva enerģijas bilance. Enerģijas deficīts barības devā veicina pastiprinātu tauku sintēzi tesmenī un pie nepietiekama ogļhidrātu daudzuma barībā novēro samazinātu

olbaltumvielu sintēzi, kā rezultātā samazinās arī olbaltumvielu saturs pienā (*Buttchereit et al.*, 2010). Govju pēcatnešanās laikā ļoti svarīgi ir sekot enerģijas bilancei, lai novērstu tās negatīvo ietekmi uz govju veselības stāvokli un auglību. Govīm, kurām ir izteikts negatīvās enerģijas bilances periods, biežāk novēro placentas aizturi, mastītu, metrītu, ketozi un glumenieka dislokāciju (*McNamara et al, Murphy, Rath et al.*, 2003; *Mulligan, Doherty*, 2008). Turpretī, pārbarotām govīm ar augstu ķermeņa kondīciju ir garāks negatīvās enerģijas bilances periods, kas ir cēlonis problēmām pie atnešanās un apsēklošanas (*Bewely, Peacock, Lewis, et al.*, 2008).

Atgremotājdzīvnieku pamatbarība ir rupjā lopbarība. Mūsu klimatiskie apstākļi ir labvēlīgi zālāju audzēšanai. Zālēdāju dzīvnieku dabiskā barība veģetācijas periodā ir ganību zāle. Daudzgadīgie zālaugi ir galvenais un lētākais proteīna un enerģijas avots govju ēdināšanā, to ekonomisko nozīmi īpaši izceļ fakts, ka pusi no piena ražošanas izmaksām veido lopbarība. Agrīnās veģetācijas fāzēs gatavotas, kvalitatīvas zāles skābbarības izēdināšana slaucamām govīm pareizi sabalansētās barības devās nodrošina ne tikai pašražoto barības līdzekļu racionālu izmantošanu, bet arī veicina govju produktivitātes paaugstināšanos un sekmē kvalitatīva piena iegūšanu ar minimālu spēkbarības patēriņu. Ganību zelmenī ļoti liela nozīme ir tauriņziežiem. Tie ir labāks proteīna avots nekā stiebrzāles, turklāt tauriņziežu proteīnā ir augstāks neaizstājamo aminoskābju saturs. Ganību maisījumos parasti iekļauj dažādas sarkanā āboliņa šķirnes un balto āboliņu, lai zaļā masa saglabātos visu laiku (iznīknot vienai šķirnei, cita saglabājas).

Liellopiem izbarojot sliktas kvalitātes sienu vai skābbarību, govys no rupjās barības nav spējīga ražot pienu, jo spureklis ir piepildīts ar sliktas kvalitātes barību, kas dod enerģiju tikai pašas govys iztikai. Ar tādu barības devu govys turpinās ražot pienu, ņemot enerģiju nevis no barības, bet gan no sava ķermeņa tauku rezervēm. Govys spureklis var uzņemt tikai noteiktu, ierobežotu barības daudzumu, tādēļ tai jābūt gana bagātai ar enerģiju, bet ar zemu nesagremojamās šķiedras saturu. Uzlabojot rupjās barības kvalitāti, arī dienas izslaukums palielinās, jo govys organismā tiek sekmēta ogļhidrātu fermentācija un rupjās barības plūsma caur spurekli, līdz ar to palielinot rupjās barības uzņemšanas spēju un sagremojamību. Āboliņš kombinācijā ar citām stiebrzālēm palielina barības daudzuma uzņemšanu, jo tajā ir zemāks šķiedras saturs. Rupjās barības uzņemšanas daudzums palielinās par 10–20%, ja zaļbarība satur 50% baltā āboliņa,

Viens no svarīgākajiem jautājumiem atgremotāju ēdināšanā ir to nodrošināšana ar enerģiju. Rupjā barība – siens, skābsiens un skābbarība – ir liellopu pamatbarības līdzekļi, tie satur kokšķiedru, kas, dzīvnieka spureklī noārdoties, ir galvenais enerģijas un proteīna avots.

Enerģijas nozīme slaucamo govju ēdināšanā. Enerģiju var definēt kā spēju strādāt. Ir dažādas enerģijas formas – ķīmiskā, termiskā, elektriskā un radiācijas. Visi šie enerģijas veidi var savstarpēji pāriet viens otrā. Tā augi un dzīvnieki uzkrāj saules radiācijas enerģiju, to patērējot un noārdot, atbrīvo enerģiju dzīvības procesu uzturēšanai, vielu sintēzei, mehāniskam darbam un siltuma nodrošināšanai zināmos klimatiskos apstākļos.

Enerģijas nepietiekamība ir viens no galvenajiem neiegūtās produkcijas un neapmierinošas atražošanas rādītāju iemesliem. Par enerģijas avotiem noder visas organiskās barības vielas – ogļhidrāti, tauki, proteīns. Galvenie enerģijas un arī proteīna avoti ir miežu, kviešu, rudzu, kukurūzas graudi, cukurbiešu grauzījumi, laba kukurūzas skābbarība, melase, graudu atsijas, cietes ražošanas atlikumi, augu eļļas, alus drabiņas, rapšu sēklas, alus vai spirta šķiedeni (Osītis, 2002., Plēsums u. c., 2005).

Par enerģijas avotu liellopi spēj izmantot vienkāršos cukurus un cieti, tomēr šīs vielas spureklī bieži vien tiek ātri noārdītas, veidojot pienskābi. Augsts pienskābes saturs izmaina spurekļa pH un tā mikrobu vidi, līdz ar to samazinās kokšķiedras noārdīšanās, veidojas spurekļa acidoze, tāpēc cukuru un cieti saturoši barības līdzekļi jāizvēdina uzmanīgi. Noteikta daļa cukuru un ciete ir nepieciešama, lai saistītu ātri atbrīvojošos slāpekļa savienojumus, īpaši no tādiem barības līdzekļiem kā zāles skābbarība. Mazāks noārdīšanās ātrums ir celulozei un hemicelulozei, lielāks – cukuriem un cietei, šiem savienojumiem noārdoties līdz glikozei. Spurekļa fermentēšanās process ir anaerobs, bet mikroorganismiem nepieciešams skābeklis, tāpēc daļa ogļhidrātu (5–12%, jeb 8% no kopējā daudzuma) tiek pārvērsti metānā, atbrīvojot šai procesā skābekli. Radošos metānu dzīvnieks atraugājoties izdala no organisma. Govij nepieciešams noteikts daudzums glikozes tesmenī – piena ražošanai, smadzeņu darbības uzturēšanai un augļa augšanai (Osītis, 2002).

Maksimālu mikroorganismu darbības efektivitāti spureklī nodrošina dažādu barības vielu sabalansētība barības devā. Īpaši jāuzsver enerģijas un proteīna attiecība. Ja nepietiek viegli noārdāmā slāpekļa, samazinās celulozes noārdīšanās. Pārlietu liels viegli fermentējamās enerģijas daudzums izsauc strauju pienskābes rašanos, kas izraisa spurekļa acidozi. Nepietiekama apgāde ar enerģiju aizkavē jaunu dzīvnieku augšanu un attīstību. Govīm enerģijas trūkums samazina izslaukumu un izraisa dzīvmasas samazināšanos. Ilgstošs enerģijas trūkums ietekmē arī dzīvnieku atražošanas spējas (Osītis, 2002).

Dzīvniekiem, kuriem ganībās nepieciešams pārvietoties, enerģijas nodrošināšana jāpalielina par 3% uz katru noieto kilometru. Sekmīgai ganīšanai uztures enerģijas vajadzības jāpalielina par 10% labās ganībās un par 20% – sliktās ganībās. Zemas temperatūras ietekme uz enerģijas vajadzību laktējošām govīm ir minimāla, jo augsts barības patēriņš normāli ir saistīts ar pastiprinātu

siltuma ražošanu. Temperatūras pazemināšanās par katriem 10°C zem -20°C samazina sausnas sagremojamību par 1.8%. Pazeminātā sagremojamība aukstuma apstākļos saistīta ar paātrinātu barības masas kustību gremošanas traktā. Ziemas apstākļos, ja nav pieejama sausa nojume, palielinās siltuma zudumi un samazinās barības sagremojamība, tāpēc kopējo barības patēriņu (uzturam un produkcijai) iesaka palielināt par 8%. Kopējā enerģijas vajadzība grūsnai govij ievērojami pieaug pēdējo 8 līdz 4 grūsnības nedēļu laikā, lai apmierinātu augļa un pašas govs vajadzības, nosakot tās atkarībā no govs dzīvmasas vajadzības, nepieļaujot dzīvnieka aptaukošanos. Enerģijas vajadzība grūsnībai tiek noteikta 30% apjomā no uztures vajadzības. Augošiem dzīvniekiem netto enerģijas vajadzība pieaugumam ir līdzīga kopējās enerģijas vajadzībām pieauguma nodrošināšanai. Enerģijas koncentrēšanos audos ietekmē dzīvnieka dzīvmasas pieauguma temps, vecums un dzīvmasa (Osītis, 1998).

Augstražīgu govju ēdināšanā svarīgi saglabāt daļu cietes, lai tā tiktu sagremota un absorbēta tievajās zarnās. Cieti saturošus barības līdzekļus, piemēram, graudus, tai skaitā lauka pupas, var izēdināt placinātā veidā, tādējādi ciete spureklī tiek noārdīta lēnākā tempā. Spureklī nepazeminās pH un daļa cietes tiek sagremota un absorbēta glikozes veidā tievajās zarnās. Cits praktiski pielietojams barošanas paņēmieni ir spēkbarības izēdināšana nelielos daudzumos vairākas reizes dienā, kas vieglāk izdarāms ar pilnīgi samaisīto barību (Osītis, 2002).

Ļoti svarīga ir spureklī noārdāmā un nenoārdāmā proteīna attiecība barības devā, bet enerģijas saturs nodrošina spureklī sintezējamā mikrobiālā proteīna apjomu, tāpēc proteīna un aminoskābju daudzums, ko dzīvnieks absorbē tievajās zarnās, ir atkarīgs no enerģijas un spureklī noārdāmā proteīna satura barībā (Plēsums u. c., 2005).

Proteīna nozīme slaucamo govju ēdināšanā. Proteīns ir olbaltumvielas, kā arī slāpekli saturošas neolbaltumvielas. Olbaltumvielas ir neatņemama dzīvā organisma mīksto audu un orgānu sastāvdaļa, tāpēc pietiekama un nepārtraukta organisma apgāde ar barību nepieciešama gan augšanai, gan audu atjaunošanai visā dzīves laikā (Osītis, 2005).

Liellopiem nepieciešamība pēc proteīna jāvērtē divējādi: pēc paša dzīvnieka un pēc tā gremošanas sistēmas mikroorganismu vajadzībām. Dzīvniekam proteīns nepieciešams audu un šūnu līmenī. Spureklī mikroorganismu prasības pēc proteīna jeb slāpekļa saistītas ar enerģijas saturu barības devā. Mikroorganismi barības ogļhidrātus spēj pārvērst taukskābēs tikai pie nosacījuma, ka tiem pietiek slāpekļa (arī sēra, kālija un citu svarīgu elementu) savu vielu maiņas vajadzību apmierināšanai. Tāpēc atgremotāju vajadzība pēc spureklī noārdāmā proteīna atkarīga no ar barību uzņemtās enerģijas, bet ne no paša dzīvnieka organisma audu nepieciešamības pēc šīs vielas. Mikroorganismu sintezētais proteīns ir augstas kvalitātes, jo tā neaizvietojamu aminoskābju

saturs ir ļoti līdzīgs govs ražoto produktu – piena un muskuļaudu sastāvam. Mikrobiālā proteīna sintēze ir saistīta ar enerģijas un slāpekļa vajadzību. Augstproduktīva govs ēd vairāk un, tātad, patērē vairāk barības, tomēr šai govij barība caur spurekli virzās ātrāk nekā zemākas produktivitātes govij. Jo ātrāk barība atstāj spurekli, jo īsāku laiku tā pakļauta mikroorganismu iedarbībai, tāpēc mazāk tiek noārdīta. Dažādiem barības līdzekļiem proteīna noārdīšanas ātrums ir atšķirīgs. No zāles skābbarības ātri atbrīvotā amonjaka apjoms var ievērojami pārsniegt mikroorganismu spēju to saistīt, jo mikroorganismi izmanto tikai 80% no ātri noārdāmā proteīna, pārējie 20% nokļūst asins plūsmā un tiek izvadīti no organisma. Summējot mikroorganismiem izmantojamo ātri noārdāmo proteīnu un lēni noārdāmo proteīnu, iegūst spureklī efektīvi noārdāmā proteīna daudzumu – tas ir mikroorganismiem pieejamais proteīns jeb slāpekļlis to vielmaiņas un augšanas vajadzību nodrošināšanai. Mikroorganismu sintezētā proteīna apjoms ir atkarīgs no tiem pieejamās enerģijas (Osītis, 2002).

Jēdziens mikrobiālais proteīns ir saistīts ar slāpekļa daudzumu mikrobu masā. Daļa slāpekļa ir saistīta aminoskābju sastāvā, bet daļa – nukleīnskābēs, kas dzīvnieka gremošanas traktā pilnīgi netiek izmantotas. Tiek pieņemts, ka tikai 75% no kopējā mikrobu slāpekļa sastāda aminoskābes, savukārt 85% no šīm aminoskābēm tiek absorbētas, tāpēc faktiskais mikroorganismu kopproteīna izmantošanas līmenis ir tikai 64%.

Mikroorganismiem izmantojamais ātri noārdāmais proteīns jeb maiņas proteīns tiek pārvērsts tīrproteīnā, jeb neto proteīnā. Dažādu organisma funkciju saglabāšanai maiņas proteīns tiek izmantots ar atšķirīgu efektivitāti. Uztures vajadzībām maiņas proteīna aminoskābes tiek izmantotas ar lielu efektivitāti – 100%, kamēr dzīvmasas pieaugumam – tikai 59%. Zaudējot dzīvmasu, proteīns tiek izmantots uztures vajadzībām, tāpēc tā izmantošanas efektivitāte ir 100%. Pārējām fizioloģiskajām vajadzībām maiņas proteīna izmantošana ir atšķirīga: grūsnībai – 85%, piena ražošanai – 68%, vilnmatu atjaunošanai – 26% (Osītis, 2002).

Neaizvietojamā aminoskābju absorbcija no sagremojamā proteīna nepieciešama dzīvnieku uzturei, atražošanai, augšanai un laktācijai. Dzīvnieka organisms saņem neizvietojamās aminoskābes gan no spureklī noārdāmās daļas, gan no mikrobiālā proteīna, kas radies spurekļa fermentizācijas procesos. Spureklī sintezētais mikrobiālais proteīns piena lopiem spēj nodrošināt 20–25% no visa nepieciešamā maiņas proteīna daudzuma ar noteikumu, ka barības devā ir vajadzīgais spureklī nenoārdītā proteīna līmenis. Mikrobiālā proteīna sintēze ekonomiski ir ļoti svarīga liellopu apgādē ar proteīnu, tāpēc spureklī noārdāmā proteīna un mikrobiālā proteīna aminoskābju sastāva sabalansēšanai ir būtiska nozīme. Mikrobiālā proteīna sintēzi ietekmē daudzi faktori – proteīna noārdāmība spureklī līdz amonjakam un aminoskābēm, ogļhidrātu noārdīšanās ātrums spureklī, viegli fermentējamo ogļhidrātu un kokšķiedras frakciju NDF un

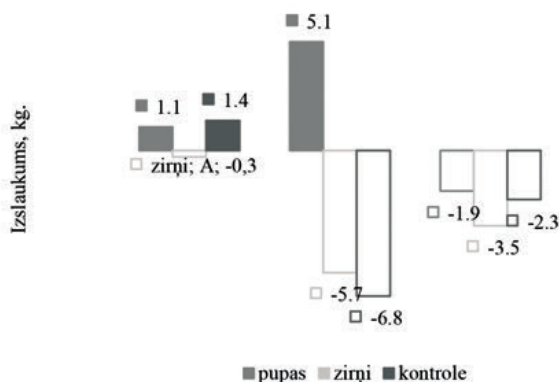
ADF attiecība tajā, barības uzņemšanas apjoms un ar to saistītais barības masu virzīšanās ātrums gremošanas traktā, spurekļa pH utt. (Plēsums u. c., 2005).

Augstražīgām govīm papildbarībā iekļauj vairākus barības līdzekļus ar augstu proteīna saturu kopā – lopbarības pupas, rapsi, soju, jo tad izslaukumi ir noturīgāki (Barbals, Brosova, 2013). Govij dienas barības devā var iekļaut 2 kg vai vairāk maltu pupu, jo lauka pupas satur aizsargāto cieti, kas pasargā spurekli no acidozes. Lauka pupās ir liels neaizvietojamās aminoskābes lizīna īpatsvars, bet rapša spraukumos ir palielināts metionīna daudzums, tāpēc šos abus barības līdzekļus vēlams izbarot vienā barības devā.

Pakšaugu izēdināšanas iespējas slaucamajām govīm

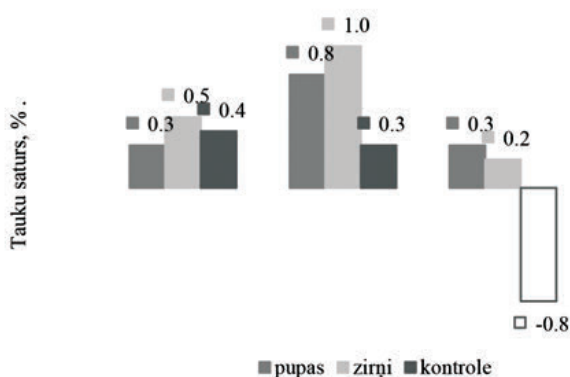
Pētījums, kur izmantoja dažādus proteīna barības līdzekļus, tika veikts 3 mēnešus (augusts, septembris, oktobris). Pētījumā tika izēdināti dažādi proteīnbarības līdzekļi – zirņi, lauka pupas, lupīna un soja. Zemnieku saimniecībās A, B, C un D tika nokomplektētas govju grupas ar līdzīgu slaukšanas dienu skaitu un izslaukumu. Uzsākot pētījumu, saimniecībās tika izveidotas kontroles un izmēģinājumu govju grupas, katrā pa 10 slaucamajām govīm. Visās pētījumu saimniecībās govis tika turētas piesietas. Saimniecībās A, B un C vasaras periodā govis tika laistas ganībās, bet saimniecībā D govis laktācijas periodā atradās kūtī. Uzsākot pētījumu, tika noteikts rupjās lopbarības un spēkbarības ķīmiskais sastāvs, un attiecīgi sastādīta barības deva. Spēkbarību govīm izēdināja individuāli. Skābsienu un kukurūzas skābbarību izbaroja, nemainot tvertnes, tā nodrošinot nemainīgu skābbarības kvalitāti. Atkarībā no pamatbarības kvalitātes, barības devā iekļāva proteīnbarību no 0.5 līdz 1.0 kg dienā.

Pētījuma laikā saimniecībās **A, B un C** rupjās lopbarības kvalitāti galvenokārt ietekmēja ganību kvalitāte. Visās saimniecībās pētījuma laikā novēroja izslaukuma svārstības un nelielu samazinājumu, kas skaidrojams ar laktācijas perioda ilgumu un ganību zāles kvalitātes izmaiņām. Izēdinot lauka pupas, saimniecībās A un B pētījuma laikā novēroja izslaukuma palielināšanos (3.1. att.).



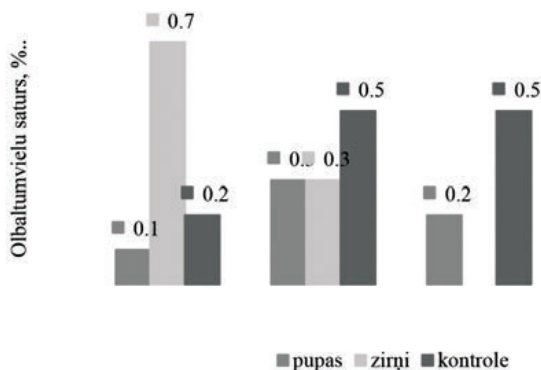
3.1. att. Izslaukuma izmaiņas dienā, izbarojot zirņus un lauka pupas, kg

Barības devā iekļaujot zirņus, izslaukums visās pētījuma saimniecībās samazinājās. Visās pētījumu saimniecībās, izbarojot lauka pupas un zirņus, palielinājās tauku saturs pienā (3.2. att.).



3.2. att. Tauku satura izmaiņas pienā, izbarojot zirņus un lauka pupas, %

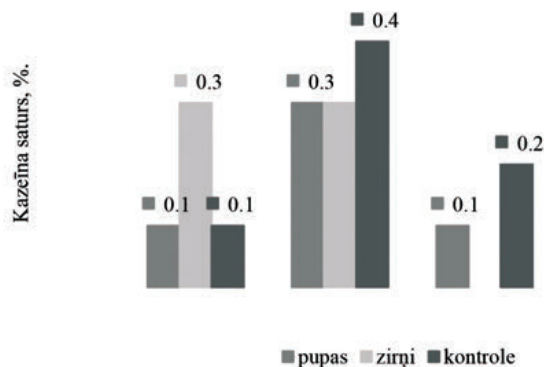
Izēdinot zirņus, augstākais tauku satura palielinājums fiksēts saimniecībā B, kur tauku saturs palielinājās par 1.0%, pētījuma beigās sasniedzot 4.8%. Līdzīgi rezultāti novēroti govju grupā, kur izbaroja lauka pupas, un šajā grupā tauku saturs palielinājās par 0.8%, pētījuma beigās saniedzot 4.6%. Līdzīgi kā tauku saturs, pētījuma laikā palielinājās arī olbaltumvielu saturs pienā (3.3. att.).



3.3. att. Olbaltumvielu satura palielinājums pienā, izbarojot zirņus un lauka pupas, %

Olbaltumvielu saturs pienā ir viens no svarīgākajiem piena sastāva rādītājiem, kuru galvenokārt ietekmē izēdinātās lopbarības sastāvs un kvalitāte. Izēdinot lauka pupas, visās pētījuma saimniecībās novēroja olbaltumvielu satura palielinājumu pienā, tomēr augstākais palielinājums tika novērots saimniecībā A, govju grupā, kur izēdināja zirņus, attiecīgi – par 0.7% un pētījuma beigās sasniedzot 3.9%.

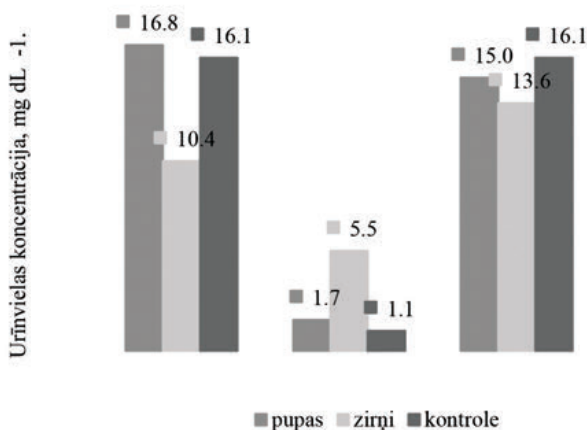
Viena no piena olbaltumvielām ir kazeīns, kas būtiski ietekmē biezpiena un siera iznākumu. Govju un citu atgremotāju pienā kazeīns ir 80% no kopējā piena olbaltumvielu satura. Par optimālu kazeīna saturu uzskata – 2.4% no piena daudzuma (Foissy, 2004). Tāpat kā olbaltumvielu, arī kazeīna saturs pienā, pētījuma laikā visās grupās palielinājās (3.4. att.).



3.4. att. Kazeīna satura palielinājums pienā, izbarojot zirņus un lauka pupas, %

Izēdinot lauka pupas, saimniecībā A kazeīna saturs pienā palielinājās par 0.3%, sasniedzot 2.6%; saimniecībā B par 0.3%, sasniedzot 2.7%, un saimniecībā C par 0.1%, sasniedzot 2.8% kazeīna saturu pienā, kas ir ļoti labs rādītājs.

Viens no pētījuma laikā analizētajiem rādītājiem bija urīnvielas saturs pienā. Šis rādītājs ir nozīmīgs dzīvnieka veselības un ēdināšanas kvalitātes noteikšanai. Urīnvielas saturs pienā tiek kontrolēts ikmēneša piena analizēs un izmantots kā govju sabalansētas ēdināšanas rādītājs. Modernajā piena lopkopībā urīnvielas rādītājs pienā ir viens no svarīgākajiem, lai izvērtētu, cik pilnvērtīgi govīs pārstrādā proteīnu un cik optimāli ir vielu maiņas procesi to organismā (Eicher *et al.*, 1999). Urīnviela ir slāpekli (N) saturošs ķīmiskais savienojums, kurš rodas slaucamo govju vielu maiņas procesā nierēs un aknās no amonjaka (NH_3), un tiek izvadīts no organisma caur nierēm, urīnu, kā arī ar siekalām un pienu. Urīnvielas saturs šajos sekrētos ir atkarīgs no proteīna un enerģijas nodrošinājuma organismā. Augsts olbaltumvielu līmenis pie normāla enerģijas nodrošinājuma, tāpat kā normāls olbaltumvielu līmenis pie zema enerģijas nodrošinājuma ir cēlonis paaugstinātam urīnvielas daudzumam pienā (Geerts *et al.*, 2004). Par normālu urīnvielas daudzumu pienā uzskata 15 līdz 30 mg dL⁻¹ (Bijgaart, 2003, Oudah, 2009



3.5. att. Urīnvielas satura palielinājums pienā, izbarojot zirņus un lauka pupas, mg dL⁻¹

Uzsākot pētījumus, zemnieku saimniecībās A un C urīnvielas saturs pienā bija 10.1–12.0 mg dL⁻¹, bet saimniecībā B tas bija robežās no 27.2 līdz 28.6 mg dL⁻¹. Pētījuma laikā saimniecībās A un C tika novērota urīnvielas koncentrācijas palielināšanās, sasniedzot optimālo koncentrāciju 27.8–8.2 mg dL⁻¹.

Saimniecībā D govīs baroja kūti un rupjās lopbarības kvalitāte izslaukumu un piena sastāvu ietekmēja maz, jo skābbarības kvalitāte bija nemainīga. Šajā saimniecībā pētījumi tika veikti 3 gadu atkārtojumos, izēdinot zirņus, lauka pupas, lupīnu un soju. Jāmin, ka šajā saimniecībā izslaukums trīs gadu periodā palielinājās, izvēloties labākus vaisliniekus un uzlabojot govju ēdināšanu. Olbaltumvielu saturs pienā pa gadiem būtiski nemainījās, tomēr tauku saturs bija mainīgs. Augstākais izslaukums, tauku un olbaltumvielu saturs novērots otrajā pētījuma gadā. Piena produktivitāti raksturojošie vidējie rādītāji 3 gadu pētījumā apskatāmi 3.6. tabulā.

3.6. tabula

**Izslaukuma un piena sastāva izmaiņas,
izēdinot dažādus proteīnbarības līdzekļus**

Barības līdzekļi	Izslaukuma un piena sastāva izmaiņas			
	Izslaukums, kg	Tauku saturs, %	Olbaltumvielu saturs, %	Urīnvielas saturs, mg dL ⁻¹
Lauka pupas	- 1.9	+ 0.14	+ 0.25	- 1.7
Zirņi	+ 2.5	- 0.43	+ 0.24	+ 4.9
Lupīna	- 2.6	+ 0.34	+ 0.38	- 1.7
Soja	- 0.4	+ 0.17	+ 0.15	- 1.0

Visos pētījuma gados pētījuma periodā izslaukums samazinājās, izņemot govju grupu, kur izbaroja zirņus. Šajā grupā izslaukums palielinājās par 2.5 kg un pētījuma beigās sasniedza 26.9 kg no govīm. Vismazākais izslaukuma samazinājums fiksēts govju grupā, kur izbaroja soju (par 0.4 kg), un šajā grupā izslaukums pētījuma beigās bija 22.7 kg. Jāņem vērā, ka pētījums ilga 3 mēnešus, un, palielinoties laktācijas dienu skaitam, izslaukums govīm samazinās, tāpēc šis samazinājums nav jāuzskata par negatīvu rezultātu.

Visās pētījuma grupās palielinājās tauku saturs pienā, izņemot govju grupu, kur izbaroja zirņus, bet šajā grupā, jau uzsākot pētījumu, tauku saturs bija augsts – 4.52%, kas pētījuma laikā mazliet samazinājās, sasniedzot vidēji 4.09%. Pārējās pētījumu grupās tauku saturs palielinājās, sasniedzot 4.02 – 4.09%.

Izēdinot dažādus proteīnbarības līdzekļus, olbaltumvielu saturs pienā palielinājās. Govju grupās, kurās izbaroja lupīnu un zirņus, olbaltumvielu saturs pienā palielinājās attiecīgi par 0.38 un 0.24%, un pētījuma beigās abās grupās sasniedza 3.60%.

Govju grupā, kur izēdināja zirņus, uzsākot pētījumu, urīnvielas saturs pienā bija 12.1 mg dL⁻¹, pētījuma laikā palielinoties par 4.9 mg dL⁻¹ un sasniedzot 17.3 mg dL⁻¹. Pārējās pētījumu grupās novēroja urīnvielas daudzuma samazinājumu, tomēr urīnvielas saturs pienā saglabājās optimālajās robežās, no 15.0–17.3 mg dL⁻¹.

Lai saražotu 1 kg pienu, govij ar barību jāuzņem 100 g proteīna. Govis barību efektīvāk izmanto laktācijas sākumā un vidus posmā, bet vēlāk, lai saražotu 1 kg pienu, tām jāpatērē vidēji 130 g proteīna. Saimniecībā D pētījumā tika iekļautas govīs līdz laktācijas 100. dienai, kad piena ražošanas efektivitāte ir lielākā. Tabulās 3.2. un 3.3 apkopoti dati par proteīna daudzumu 1 kg piena ražošanai divos pētījuma gados. Kā iepriekš minēts, saimniecībā izslaukums ar katru gadu palielinājās, un vidējais izslaukums pētījumu grupās pa gadiem bija atšķirīgs.

Saimniecībā D vidējais koriģētais izslaukums pētījuma grupās būtiski neatšķīrās, tas bija robežās no 23.1–24.9 kg piena no govīm. Govju grupā, kur izbaroja soju, 1 kg piena ražošanai tika patērēts 126.7 g proteīna, kas bija augstākais rādītājs starp pētījuma grupām.

3.7. tabula

Barības devas slaucamajām govīm saimniecībā „D”, 1. pētījuma gads

Barības līdzekļi/rādītāji	Pētījuma grupas		
	Soja	Lauka pupas	Lupīna
Stiebrzāļu skābbarība, kg	25.0	25.0	25.0
Kukurūzas skābbarība, kg	20.0	20.0	20.0
Miežu milti, kg	6.0	6.0	6.0
Rapša spraukumi, kg	1.0	1.0	1.0
Sojas spraukumi, kg	0.5	-	-
Lopbarības pupas, kg	-	0.9	-
Lupīna, kg	-	-	0.7
Melase, kg	1.0	1.0	1.0
Kopproteīns, g	2926.1	2949.4	2933.6
Koriģētais izslaukums, kg	23.1	24.9	24.6
Vidējais proteīna patēriņš 1 kg piena saražošanai, g	126.7	118.4	119.3

Optimālākie proteīna patēriņa rezultāti sasniegti grupā, kur izbaroja lauka pupas – 118.4 g.

Otrajā pētījuma gadā izslaukums pētījuma grupās bija būtiski augstāks, sasniedzot 29.0–30.2 kg no govīm.

Barības devas slaucamajām govīm saimniecībā „D”, 2. pētījuma gads

Barības līdzekļi/rādītāji	Pētījuma grupas		
	Soja	Lauka pupas	Lupīna
Stiebrzāļu skābbarība, kg	29.0	29.0	29.0
Kukurūzas skābbarība, kg	21.0	21.0	21.0
Miežu milti, kg	3.8	3.4	3.8
Kviešu milti, kg	1.7	1.7	1.7
Rapša spraukumi, kg	1.0	1.0	1.0
Sojas spraukumi, kg	0.5	-	-
Lopbarības pupas, kg	-	1.0	-
Lupīna, kg	-	-	0.7
Lopbarības raugs, g	0.02	0.02	0.02
Kopproteīns, g	3515.6	3524.3	3523.0
Koriģētais izslaukums, kg	30.2	29.0	29.6
Vidējais proteīna patēriņš 1kg piena saražošanai, g	116.4	121.5	119.0

Palielinoties izslaukumam, barības devā palielinājās rupjās lopbarības daudzums, bet spēkbarības daudzums pat nedaudz samazinājās. Kontroles grupā, kur izbaroja soju, 1 kg piena ražošanai patērēja 116.4 g proteīna. Augstākais proteīna patēriņš bija pētījuma grupā, kur izbaroja lauka pupas, kur 1 kg piena ražošanai patērēja 121.5 g proteīna.

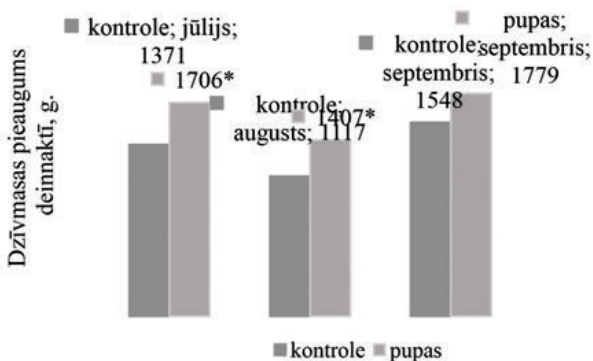
Spriežot pēc 3.2. tabulas datiem, govīm ar izslaukumu 23.1 kg, efektīvāk bija izbarot lauka pupas un lupīnu, jo vidējais proteīna patēriņš 1 kg piena ražošanai bija mazāks nekā izbarojot soju. Govīm ar izslaukumu virs 29 kg, savukārt, efektīvāk bija izēdināt soju.

Izbarojot dažādus proteīnbarības līdzekļus, varam panākt olbaltumvielu un kazeīna satura palielināšanos pienā, barības devā iekļaujot lauka pupas vai lupīnu. Sabalansējot barības devu un tajā iekļaujot zirņus, varam panākt olbaltumvielu un tauku satura palielināšanos pienā. Lai optimizētu proteīna patēriņu piena ieguvei, barības devā iekļaujamie proteīnbarības līdzekļi jāizvēlas, ņemot vērā govs laktācijas fāzi, izslaukumu un proteīnbarības līdzekļu izmaksas.

Pākšaugu izēdināšana nobarojamiem liellopiem Latvijā kļūst arvien aktuālāka. Nobaroti tiek ne tikai gaļas, bet arī piena šķirņu bulli. Gaļas šķirņu liellopus galvenokārt nobaro ganībās, nedaudz piebarojot graudus. Atsevišķas saimniecības, kas nodarbojas ar piena lopkopību, daļu bullu nobaro, izmantojot barības atlikumus no slaucamajām govīm un pievienojot pašaudzētos graudus. Bulli netiek laisti ganībās, tos nobaro viegla tipa nojumēs.

Pētījums ar nobarojamiem bulliem veikts saimniecībā, kur nodarbojas ar piena lopkopību. Izmēģinājuma ilgums bija 3 mēnešus, trīs gadu atkārtojumos.

Buļļu nobarošanā barības devā iekļāva lauka pupas un lupīnu. Visos pētījuma gados izmēģinājumā tika izmantoti Holšteinas tīršķirnes buļļi. Tika izveidotas kontroles un pētījuma grupas, katrā pa 10 buļļiem ar līdzīgu dzīvmasu un vecumu. Buļļu vecums atkarībā no pētījuma gada bija no 7.0–9.2 mēneši ar dzīvmasu 270 līdz 364 kg. Šis vecums ir laiks, kad buļļi sāk intensīvi nobaroties. Buļļi tika baroti ar slaucamo govju pilnīgi maisītās barības atlikumiem, pievienojot 4 kg placinātus pašaudzētos graudus, 0.5 kg lauka pupas vai 0.4–0.8 kg lupīnu.



* dzīvmasas pieaugums būtiski atšķiras starp pētījuma grupām

3.6. att. Dzīvmasas pieaugums buļļiem izbarojot lauka pupas

Pētījumā, kur daļu pašaudzēto graudu aizstāja ar lauka pupām, nobarojamie buļļi 12.3 mēnešos sasniedza 516 kg dzīvmasu, kas bija par 28 kg vairāk nekā kontroles grupā. Pētījuma grupas buļļu vidējais dzīvmasas pieaugums nobarošanas periodā bija 1632 g diennaktī, kas bija par 288 g vairāk nekā kontroles grupā.

Pētījums, kur daļu spēkbarības aizstāja ar lupīnu, tika veikts 2 atkārtojumos, barības devā 2015. gadā iekļaujot 0.4 kg, bet 2016. gadā 0.8 kg lupīnas sēklas (3.9. tab.).

Pētījuma gads/grupa		Buļļu vecums, mēn	Dzīvmasa pētījuma beigās, kg	Dzīvmasas pieaugums vidēji periodā, g/d
2015.	kontrolē	9.9	407.1	1353
	lupīna		398.2	1309
2016.	kontrolē	10.6	427.9	1301
	lupīna		422.8	1305

3.9. tabula

Dzīvmasa un dzīvmasas pieaugums, buļļiem izbarojot lupīnas sēklas

Abos pētījuma gados, izbarojot lupīnas sēklas, ieguva līdzīgus rezultātus. Pētījumos novēroja, ka, neatkarīgi no izbarotās lupīnas daudzuma, buļļu dzīvmasas pieaugums diennaktī starp pētījumu grupām būtiski neatšķiras.

Nobarojamo buļļu barības devā atkarībā no rupjās barības kvalitātes, var iekļaut apmēram 0.5 kg lauka pupas, sasniedzot labus nobarošanas rezultātus. Lupīnas sēklu audzēšana Latvijā nav populāra, un to izmantošana nobarojamo buļļu barības devā šobrīd nav ekonomiski izdevīga.

Kazu ēdināšana

Ēdināšana. Barības vielas kazai ir vajadzīgas eksistēšanai, kustībām, augšanai un piena veidošanai. Kaza, tāpat kā liellopi un aitas, ir atgremotājs dzīvnieks. Tās īpašais atgremošanas aparāts ļauj izmantot tādas barības vielas kā zāli, lapas un zarus, ko neatgremotāji dzīvnieki un cilvēki barībā nevar izmantot. Īpaši svarīgs ir kazas kuņģa priekškambaris. Tas darbojas kā rūgšanas kambaris, kurā mikroorganismi izšķīdina visas barības sastāvdaļas. Laba (veselīga) šo mikroorganismu simbioze ar kazu atrodas stabilā līdzsvarā, un tas vienmēr jāņem vērā, barojot kazas. Labi pazīstot kazas, var intuitīvi tikt galā ar to daudzajām pretenzijām pret ēdienu, arī nepārzinot atgremotāju ēdināšanas specifiku.

Kazu audzēšanas iesācējam diemžēl trūkst šādas pieredzes, tādēļ jācenšas saprast šī mājdzīvnieka gremošanas procesus. Arī barības vielas ir jāizvērtē no speciāla atgremotāju redzes viedokļa, tāpat jāsaprot kazas atšķirīgā izturēšanās, ēdot barību kūtī vai ganībās. Tikai zinot bioloģiskos iemeslus, uz kuriem jābalstās pareizai kazu ēdināšanai, iespējams izvairīties no kļūdām.

Gremošana. Kaza, tāpat kā liellopi un aitas, īsā laikā var uzņemt lielus barības daudzumus, norijot to maz sasmalcinātu, un tikai sekojošā atpūtas laikā rūpīgi sasmalcinot atgremojot. Atgremošana ir process, kurā piedalās priekškambaris, priekškuņģis un grāmatnieks. Īstais kuņģis, kur tiek izdalītas gremošanas sulas, ir glumenieks, kas anatomiski piekļaujas grāmatniekam. Priekškambaros barība tiek mehāniski sasmalcināta, sajaukta un sarūgst.

Jaunpiedzimuša kazlēna priekškambari nav līdz galam izveidojušies, bet piens caur kuņģa rievu nonāk tieši glumeniekā, kur fermentu ietekmē sarūgst. Tāpēc pirmajās dzīves nedēļās kazlēns nav nekāds atgremotājs, tikai ar rupjās barības uzņemšanu kuņģa priekškambari sāk palielināties un darboties. Lielākais kuņģa priekškambaris ir priekškuņģis. Tā tilpums pieaugušai kazai ir aptuveni 10 litri.

Olbaltumvielas. Baktērijas barības olbaltumvielas sašķel priekškuņģī. Procesa rezultātā rodas amonjaks, ko baktērijas tūlīt izmanto pašu organisma olbaltumvielu ražošanai. Baktēriju olbaltumvielas ir ļoti vērtīgas un kazai izmantojamas, jo baktērijas no priekškuņģa nokļūst zarnās un sagremojas. Amonjaka pārpalikums nokļūst asinīs, bet asinsritē caur aknām un siekalām atgriežas priekškuņģī. Pateicoties šai aprītei, kazas labi izmanto barības olbaltumvielas. Pat mazvērtīgas barības olbaltumvielas kazas pārstrādā bioloģiski augstvērtīgā pienā un gaļā.

Tikai daļu no barības olbaltumvielām izmanto, kamēr viss neizmantotais tiek izvadīts ar izkārnījumiem un urīnu. Ar priekškuņģī mītošo mikroorganismu palīdzību kazas spēj veidot pilnvērtīgas olbaltumvielas arī no citām sintētiskām slāpekli saturošām vielām – karbamīda, amonija karbonāta, amonija sulfāta, diamonija fosfāta u. c. Interesanti, ka to priekškuņģī veidojas arī B vitamīni, tādējādi kaza nav atkarīga no šī vitamīna satura barībā (Piliena, 2007).

Sevišķa nozīme pareizai, organizētai un pilnvērtīgai ēdināšanai ir kazu šķirnes izkopšanas un audzēšanas saimniecībās. Bez izēdināmās barības uzskaites un iegūstamās produkcijas kontroles nevar novērtēt viena vai otra dzīvnieka derīgumu. Ja nevar kontrolēt kazu ātraudzību, ražību un barības izmantošanas spējas, nevar arī pareizi organizēt dzīvnieku izlasi un atlasī.

Lai organizētu kazu ēdināšanu atbilstoši zinātniski pamatotām normām, pirmkārt, jāzina dažādo barības līdzekļu ķīmiskais sastāvs, dzīvnieku dzīvmasa, piena izslaukums, tauku un olbaltumvielu procentuālais saturs pienā. Sastādot barības devas kazām pēc vajadzīgās normas, jātiecas pēc barības līdzekļu dažādības. Jo tā lielāka, jo lielāka garantija, ka dzīvnieks tiks apgādāts ar visām nepieciešamajām barības vielām. Ar vienpusīgu barību nevar iegūt augstus piena izslaukumus. Barības līdzekļu dažādība veicina arī labāku barības izmantošanu. Lai organizētu kazu ēdināšanu atbilstoši zinātniski pamatotām normām, pirmkārt, jāzina dažādo barības līdzekļu ķīmiskais sastāvs, dzīvnieku dzīvmasa, piena izslaukums, tauku un olbaltumvielu saturs pienā (Piliena, 2007).

Visu šķirņu, dzimumu un vecumu kazām ir nepieciešamība pēc tām pašām barības vielām: olbaltumvielām, enerģiju piegādājošām barības vielām, minerālvielām, vitamīniem un ūdens. Ikdienas barības devā obligāti jāiekļauj noteikts proteīna daudzums, neviena cita barības viela to nevar aizstāt. Savukārt enerģijas vajadzību nodrošina barības ogļhidrāti (ciete un/vai kokšķiedra) vai tauki, arī liekais proteīns.

Viena no galvenajām barības vielām slaucamo kazu ēdināšanā ir kopproteīns un sagremojamais proteīns. Vadoties pēc ASV zinātnieku pētījumiem, pieņem, ka vidēji kazai jāparedz apmēram 130 līdz 150 g sagremojamā proteīna, kur barības vielu vajadzību rēķina pēc nepieciešamības gan uzturei, gan dzīvmasas pieaugumam, gan grūsnībai, gan piena ražošanai (*Nutrient requirements of Goats*, 1981).

Uzturei barības vielas izmanto pamatvielmaiņas (ķermeņa temperatūras uzturēšana un citas svarīgas dzīvības funkcijas), kā arī fiziskās aktivitātes nodrošināšanai. Uztures vajadzība var sastādīt 50–100% no kopējās barības vielu vajadzības atkarībā no tā, vai dzīvnieks vēl aug, ražo pienu, ir grūsns, vai arī paredzēts nobarošanai. Uzturei aktuālāka ir enerģijas nepieciešamība, nevis proteīns, tomēr augšanai un grūsnības nodrošināšanai (īpaši pēdējās 6–8 nedēļās) dzīvnieka organismam nepieciešams vairāk proteīnu nekā enerģijas. Laktācija saistās ar lielu olbaltumvielu un enerģijas patēriņu, kamēr nobarošanai

nepieciešams daudz enerģijas, bet maz proteīna. Mērķtiecīga kazu nobarošana nav ekonomiski izdevīga, jo tauku ražošanai nepieciešams 2.25 reizes vairāk barības, kā arī patērētāji tomēr izvēlas labi muskuļotas, nevis taukainas kazas. Kazu vajadzību pēc proteīna un enerģijas var izteikt kā kopējo proteīna (CP) un enerģijas (NEL vai TDN) vajadzību uzturei, piena ražošanai u. t. t. Tāpat, ikdienas proteīna un enerģijas vajadzību var izteikt procentos no dienas barības devas sausas.

Kazām proteīns ir nepieciešama šūnu augšanai un atjaunošanai, un produkcijas ražošanai. Mati, ragi un nagi lielākoties sastāv no proteīna; arī piena ražošanai galvenokārt nepieciešams proteīns. Ja proteīna nodrošinājums pārsniedz vajadzību pēc tā, tas tiek izmantots kā enerģijas avots kazu aktivitātēm un nobarošanai, tomēr biežāk proteīna barības devās trūkst, jo tas ir visdārgākais komponents iepirktajā lopbarībā <http://idgr.info/index/articles/the-feeding-of-goats/>.

Ziemā kazu pamatbarība ir siens, to pieaugusi kaza apēd 2–3 kg dienā. Papildus, atkarībā no krājumiem, izbaro lopbarības bietes, burkānus, kartupeļus u. c. Kartupeļus, burkānus un bietes kazām var izbarot svaigus, taču tiem katrā ziņā ir jābūt tīriem. Viena kaza dienā apēd apmēram 3 kg. Skābbarības deva samazinās, samazinoties piena izslaukumam, un pavisam to izbeidz dot, kad kaza tiek aizlaista ciet. Tipiska dienas barības deva kazai ziemā (3.10. tabula)

3.10. tabula

Kazu barības deva ziemā

Barības līdzekļi	Daudzums, kg
Siens	1.5 – 2.0
Lopbarības bietes	2.0
Burkāni	0.5
Dārzeņu atlikumi, svaigi	0.5
Spēkbarība, t.sk. pākšaugi	0.0 – 0.5
Miežu salmi	neierobežoti
Izzāvēti lapu koku zari un svaigi skuju koku zari	neierobežoti

6–8 nedēļas ilgā cietstāvēšanas laikā pirms dzemdībām kazai ir jāatpūšas, bet tā nedrīkst būt trekna. Tikai 1–2 nedēļas pirms dzemdībām jāizbaro pa saujaļi spēkbarības līdz dzemdību dienai, sasniedzot 0.5 kg spēkbarības dienā.

Atnešanās un laktācijas sākums kazām parasti notiek ziemas barošanas periodā. Pēc dzemdībām pakāpeniski jāpalielina spēkbarības deva, kamēr vairs nav vērojama ikdienas piena izslaukuma palielināšanās. Tomēr kazai nevajadzētu dienā izbarot vairāk par 1 kg spēkbarības, jo tas var samazināt pamatbarības izmantošanu.

Barības norma slaucamām kazām ir atkarīga no dzīvmasas, piena izslaukuma, tauku, olbaltumvielu un cukura daudzuma pienā. Kazas ir jūtīgas pret

mikroelementu izstrūkumu barībā. Ik sausnas kilogramā barības jābūt vidēji 50–75 mg cinka (*Zn*), 7–10 mg vara (*Cu*), 50–120 mg mangāna (*Mn*), 0.8–1.8 mg joda (*I*), 0.5 mg kobalta (*Co*) un 0.1 mg Selēna (*Se*).

Kazu ēdināšanas detalizētām normām jāatbilst šādām prasībām:

- jāapmierina organisma uzturei (augšanai, ķermeņa uzturēšanai) nepieciešamās optimālās vajadzības pēc sagremojamām barības vielām un sagremojamām olbaltumvielām, kā arī enerģiju piegādājošām barības vielām;

- jānodrošina piena izstrādāšanai nepieciešamais iepriekš minēto vielu pietiekošs daudzums;

- jāapmierina kazas organisma vajadzība pēc bioloģiski aktīvām vielām, tai skaitā pēc vitamīniem;

- jāsaņem gan organisma uzturam, gan piena izstrādāšanai nepieciešamās minerālvielas pareizās attiecībās.

Produktīvai kazai, kurai gada izslaukums ir ap 1000 kg piena, vajag 600 kg sulīgās barības un skābbarības, 800–1000 kg zāles un no 300 līdz 350 kg spēkbarības gadā. Viena kazlēna izaudzēšanai līdz viena gada vecumam nepieciešams aptuveni 70 līdz 80 kg pilnpiena, 120–150 kg spēkbarības, 50 kg kliju un 25–30 kg sakņaugu.

Kazkopībā jāuzmanās ar proteīnu pārbagātu izēdināšanu. Saimniecībās par lielāku problēmu nekā proteīna izstrūkums uzskatāms nepietiekams enerģijas saturs barības devā, īpaši saimniecībās, kur audzē galvenokārt āboliņu un lucernu. Proteīna ekscess bioloģiskajās saimniecībās var izraisīt dzīvniekiem veselības problēmas, līdzīgi kā konvencionālajās saimniecībās ar lielām slāpekļa minerālmēslojuma devām izraisot amonjaka papildus veidošanos spureklī, radot aknu un apaugļošanās problēmas, kā arī esot par cēloni paaugstinātam urīnvielas līmenim pienā (*Culleton et al*, 2001). Tomēr vairāku zinātnieku pētījumi pierādījuši, ka īslaicīga dzīvnieku ēdināšana ar proteīnu pārbagātām barības devām neizsauc vielmaiņas slimības un imūnsistēmas novājināšanu (*Sundrum*, 1997). Barības deva ar paaugstinātu proteīna līmeni un zemu enerģiju piegādājošo vielu saturu kazām rada proteīna deficītu fizioloģiskajām vajadzībām, tiek ražots piens ar pazeminātu proteīna saturu (*Culleton et al*, 2001).

Ar barības vielām saistīto problēmu iespējamība palielinās līdz ar dzīvnieku pieaugošo produktivitātes līmeni, samazinoties lopbarības kvalitātei, kā arī pašražotu augstvērtīgu barības līdzekļu trūkums. Problēmas var izraisīt arī nesabalansēts barības vielu nodrošinājums. Nesabalansētība starp proteīna saturu un enerģijas uzņemšanu, cita starpā, būs atkarīga no augsnes tipa, tauriņziežu īpatsvara barības devā un augstvērtīgu barības līdzekļu nodrošinājuma (*Baars*, 1998). Palielinot kopproteīna saturu barības devā, palielinās urīnvielas saturs pienā, kā arī N izdalīšanās ar urīnu. Samazinot barības devā NDF saturu, palielinās dzīvmasas pieaugums, izslaukums, piena proteīna saturs, laktozes saturs, bet samazinās urīnvielas saturs, kā arī piena tauku saturs (*Broderick G. A.*, 2003).

Kazas piens un govš piens pēc proteīna satura neatšķiras, un, atšķirībā no piena tauku satura, to nav tik viegli mainīt ar izēdinātajiem barības līdzekļiem. Galvenā atšķirība ir proteīna frakcijas – α s1-kazeīna daudzumā, kas kazas pienā ir robežās no 0 līdz 7 g L⁻¹ (Martin *et al.*, 2002). Zemais α s1-kazeīna saturs kazas pienā to tuvina cilvēka piena īpašībām (Clark, Sherbon, 2000).

Kazas piens ir vērtīgs ārstniecisks uzturlīdzeklis, un tikai no laba un tīra piena var pagatavot kvalitatīvus piena produktus. Kazas piens, atšķirībā no govš piena, nesatur karotīnu, tādēļ sviests ir pilnīgi balts. Viens litrs kazas piena satur 2074 līdz 3000 IV A vitamīna, bet govš piens tikai 1560 IV. Kazas piens bagātīgi satur kazeīnu, piekam kazeīns un albumīns nav tik blīvi kā govš pienā, tādēļ cilvēka organisms to viegli pārstrādā un izmanto. Tauku saturs kazas pirm-pienā sasniedz pat 14%, tauku lodītes ir ļoti sīkas, tādēļ ātri un vienmērīgi tiek sagremotas un uzsūktas. Kazas piens, ēdinot ar sabalansētu barības devu, satur visas aminoskābes pareizās attiecībās. Pēc Latvijā veiktajiem pētījumiem vislielākā kopējā aminoskābju summa ir Latvijas vietējo kazu pienā, t. i., 33,77 g kg⁻¹. Kazas piena tauku komponentiem – taukskābēm ir gan barojoša, gan medicīniska nozīme. Kazas pienam piemīt unikālas vielmaiņas īpašības, tas nodrošina enerģiju un vienlaicīgi, pazemina, ierobežo un izšķīdina holesterīna nogulsnes. Kazas pienā holesterīna līmenis ir vidēji 0.3 g kg⁻¹ piena, t. i., piecas reizes zemāks nekā govš pienā (Sprūžs, 2003). Lietojot pārtikā kazas pienu, ir iespējams samazināt holesterīna daudzumu cilvēka organismā, t. i., vienu no riska faktoriem, kas izraisa aterosklerozi (Scaife, 1990).

Siera īpašības, kvalitāte un siera iznākums ir atkarīgs no piena sastāva, un īpaši, no piena proteīna, kazeīna un tauku satura (Storry *et al.*, 1983; Ambrosoli *et al.*, 1988). Piena sastāvs ir atkarīgs arī no dzīvnieku audzēšanas, vecuma, laktācijas fāzes, laktācijas numura, sezonas, ēdināšanas, vides un ģenētiskajiem faktoriem (Storry *et al.*, 1983). Bieži vien literatūrā šķirne tiek norādīta kā galvenais faktors, kas ietekmē piena (Sung *et al.*, 1999; Clark and Sherbon, 2000), tai skaitā, arī kazeīna sastāvu (Clark and Sherbon, 2000; Moatsou *et al.*, 2004). Dažādu kazeīna sastāvdaļu proporcijas, it īpaši α s1-CN daudzums, ietekmē proteīna koagulācijas spējas un siera iznākumu (Ambrosoli *et al.*, 1988; Grosclaude *et al.*, 1994; Clark and Sherbon, 2000). Pēc Damian u. c. zinātnieku pētījumiem Zānes kazu pienā ir zemāks α s1-CN saturs, līdz ar to šo dzīvnieku piens vairāk ir piemērots nevis siera ražošanai, bet gan realizācijai piena veidā (Damian *et al.*, 2008).

Laktācijas pirmajā mēnesī urīnvielas saturs kazas pienā un asins plazmā ir zemāks (Carlsson, 1995) un pieaug ar katru nākamo laktācijas mēnesi. Vakara slaukuma pienā urīnvielas saturs ir augstāks nekā rīta slaukumā (Bed *et al.*, 1999). Zinātnieki pētījumos noskaidrojuši, ka piena ražībai, laktozes un urīnvielas saturam pienā ir pozitīva korelācija ar barības proteīna-enerģijas attiecību un

negatīva korelācija piena ražībai un laktozes saturam ar barības devas NDF saturu. Vāja korelācija fiksēta piena ražībai ar urīnvielas saturu pienā. Somatisko šūnu skaitam pienā ir negatīva cieša korelācija ar piena ražību, kā arī starp urīnvielas saturu un somatisko šūnu skaitu pienā (*Bed, 1999, Richardt et.al., 2001*). *Bed* pētījumi ir pierādījuši, ka piena urīnvielas un laktozes saturs var tikt izmantoti kā barības devas proteīna – enerģijas sabalansētības raksturotāji (*Bed et.al., 1999*). Palielinot barības devā kopproteīna saturu, palielinās urīnvielas saturs pienā, kā arī N izdalīšanās ar urīnu. Samazinot barības devā NDF saturu, palielinās dzīvmasas pieaugums, izslaukums, piena proteīna saturs, laktozes saturs, bet samazinās urīnvielas saturs pienā, kā arī piena tauku saturs (*Broderick, 2003*). Sabalansējot barības devu pēc proteīna un enerģijas nodrošinājuma, var panākt ekonomiskāku barības izlietojumu, kā arī samazināt vides piesārņojumu ar slāpekli. Paaugstināts urīnvielas saturs asinīs ir toksisks un ietekmē dzīvnieku veselību un atražošanas rādītājus. Veicot urīnvielas analīzes pienā, iespējams uzlabot saimniecības ekonomiskos rādītājus, dzīvnieku veselību un novērst vides piesārņojumu (*Kohn et.al., 1997*).

Latvijā kazas galvenokārt audzē piena ieguvei, tomēr Āfrikā, Āzijā un tuvajos Austrumos tās ir ļoti populārs gaļas dzīvnieks, un šobrīd šī nozare arī citās pasaules valstīs attīstās kā alternatīvs gaļas avots. Indijā kazu gaļu iegūst no pieaugušiem dzīvniekiem, savukārt Francijā un Latīņamerikas valstīs par delikatesi uzskata piena kazlēnu gaļu (*Naude' & Hofmeyr, 1981*).

Latvijā gaļas kazu audzēšana ir sākusies 2005. gadā, kad no Vācijas saimniecības iegādājās Būru šķirnes dzīvniekus. Pasaulē populārākā gaļas kazu šķirne ir Būru šķirnes kazas. Šobrīd Latvijā gaļas kazu audzēšanas nozare ir attīstības pirmsākuma stadijā. Kaut gan Latvijā ir pieprasījums pēc kazu gaļas, šķirnes gaļas kazu skaits samazinās. Lai veiksmīgi varētu attīstīt kazu gaļas ražošanu, nepieciešams palielināt dzīvnieku skaitu un turpināt Latvijā popularizēt kazu gaļas produkciju (Lauksaimniecības gada ziņojums par 2014. gadu).

Ja kazas audzē gaļai, tad neiegūst pienu, jo tās pienu dod tikai kazlēnu izaudzēšanai. Toties gaļas produkcijas būs daudz, un tā ir ļoti vērtīga. Iecienītākā ir 6–8 nedēļu vecu kazlēnu gaļa, kas stipri līdzīga jēra gaļai.

Būru kazas izcelsmes vieta ir Dienvidāfrika. Jau vēsturiskos rakstos minēts, ka Ugandas rietumos šīs šķirnes kazas ievestas pirms 1200 gadiem. Eiropā Būru kazu audzēšanu attīstīja āfrikāņi kontinenta dienvidos. Mērķis bija iegūt izturīgu, vietējiem Āfrikas apstākļiem piemērotu gaļas dzīvnieku ar augstu dzimstību. Šķirnei raksturīgs īss, balts apmatojums, tumši pigmentēta āda, galvas un plecu daļā sarkani brūns apmatojums. Dzīvnieki ir ātraudzīgi, ar labu barības izmantošanas spēju. Tiem raksturīga izteikta, labi muskuļota krūšu daļa. Būru šķirnes kazu mātei ir labas mātes īpašības un mierīgs raksturs. Būru šķirnes āžus var izmantot arī krustošanai ar citām radniecīgām piena kazu šķirnēm, ņemot

vērā, ka kazlēnu dzīvmasa piedzimstot būs par 10–18% lielāka nekā piena kazām. Tāpēc krustošanai jāizvēlas lielas kazas ar labi attīstītu krustu daļu, kurām parasti ir novērotas vieglas dzemdības. Šķirnes produktivitātes rādītāji: auglība 180–200%; kazlēnu dzīvmasas pieaugums diennaktī 180–230 g; kazu mātes dzīvsvars 65–75 kg, augums skaustā 65–75 cm; vaislas āžu dzīvmasa 90–100 kg, augums skaustā 75–90 cm. Gaļas kazu ciltsvērtības uzlabošanai ir noteikti šādi galvenie uzdevumi: dzīvmasas pieaugums kazlēniem 50 dienu vecumā 200–230 g dienā; auglība 180%–200%; saglabātie kazlēni pie atšķiršanas 170%. Dzīvmasa piedzimstot 3.2 – 3.8 kg (Ciltsdarba programma, 2000.).

Visām kazu šķirnēm, vecumiem un dzimumiem prasības pēc galvenajām barības vielām – proteīna, enerģiju pegādājošām vielām, minerālvielām, vitamīniem un ūdens ir līdzīgas. Barības devai jāsaturs pietiekošs proteīna daudzums, jo neviena cita barības viela to nespēj aizvietot. Enerģiju nodrošina gan barības ogļhidrāti (ciete un kokšķiedra), gan tauki, gan proteīna pārpalikums. Barības vielu vajadzība piena un gaļas kazu ēdināšanā ir līdzīga, tomēr jāņem vērā dažas īpatnības. Pirmkārt, piena kazkopībā kazu laktācijas periods ilgst 9–10 mēnešus, bet gaļas kazkopībā piens intensīvi nepieciešams 4–7 mēnešus. Otrkārt, piena kazas pārsvarā tiek ēdinātas ar spēkbarību, lai nodrošinātu augstu un noturīgu izslaukumu. Savukārt laktējošas gaļas kazas bieži vien netiek nodrošinātas ar spēkbarību, jo tas kazlēnu izaudzēšanā rada palielinātas izmaksas. Ja rupjajā barībā ir zems proteīna saturs, papildus jānodrošina proteīna piedevas. Ir noskaidrots, ka lētākais proteīna avots ir kvalitatīva zāles lopbarība. Nepieciešamības gadījumā gaļas kazām papildus var dot sojas spraukumus, zirņus vai pupas, glutēna barību, urīnvielu vai citus barības līdzekļus, tomēr jāizvērtē šo barības līdzekļu efektivitāte un ekonomiskums (*Pinkerton & Pinkerton, 2015*).

Pākšaugu iekļaušana slaucamo kazu barības devās

Pētījums veikts divos slaucamo kazu ganāmpulkos vasaras periodā. Kazu vidējā piena produktivitāte A ganāmpulkā pētījuma sākumā bija 2.9 līdz 3.6 kg piena, un B ganāmpulkā kazu vidējā piena produktivitāte, pētījumu uzsākot, bija 1.5 līdz 1.6 kg piena dienā no kazas.

Pētījuma laikā visiem dzīvniekiem tika nodrošināta sabalansēta barības deva atkarība no laktācijas fāzes un izslaukuma. A ganāmpulka izmēģinājumā ar slaucamajām kazām 1. grupas dzīvnieki tika ēdināti ar zāles lopbarību un spēkbarību (auzas), kas iegādāta bioloģiskajās saimniecībās; 2. grupas kazām daļa no spēkbarības aizstāta ar 0.1 kg bioloģiski audzētām pupām (Lielplatone), 3. grupas kazām daļa no spēkbarības aizstāta ar 0.2 kg lauka pupām.

B ganāmpulka saimniecībā izveidotas divas izmēģinājuma grupas, katrā 30 dzīvnieki. Kontroles grupas kazām barības deva sastāvēja no ganību zāles lopbarības un spēkbarības (auzas + mieži + kvieši) maisījuma, bet izmēģinājuma grupas kazām daļa spēkbarības aizstāta ar 0.2 kg bioloģiski audzētām lauka pupām.

3.11. tabula

Izmēģinājuma shēma A ganāmpulkā

Grupas	Dzīvnieku skaits grupā	Barības deva
1.- kontroles	10	Zāles lopbarība+auzas (PB)
2.- izmēģinājuma	10	PB + 0,1 kg pupas
3.- izmēģinājuma	10	PB+0,2 kg pupas

Barības vielu vajadzību dzīvniekiem noteicām pēc kazu dzīvmasas un izslaukuma, vadoties pēc Latvijā un ASV pieņemtajiem normatīvajiem noteikumiem.

Slaucamo kazu barības deva sastāvēja no 82% ganību zāles (rēķinot pēc sausas) un 16% spēkbarības maisījuma, kā arī bija brīvi pieejami sāls un minerālbarība.

3.12. tabula

Barības devas sastāvs A ganāmpulkā

Barības līdzekļi	Barības deva, % no sausas		
	1. grupa	2. grupa	3. grupa
Auzas	16.1	12.9	6.6
Pupas	0.0	3.2	9.6
Ganību zāle	82.2	82.2	82.8
Ca minerālbarība	1.7	1.7	1.0
KNZ sāls	neierobežoti	neierobežoti	neierobežoti

B ganāmpulkā tika izveidotas 2 dzīvnieku grupas.

3.13. tabula

Izmēģinājuma shēma B ganāmpulkā

Grupas	Dzīvnieku skaits grupā	Barības deva
1.- kontroles	30	Zāles lopbarība+Spēkbarības maisījums (PB)
2.- izmēģinājuma	30	PB + 0.2 kg pupas

Slaucamo kazu barības deva sastāvēja no 71% ganību zāles (rēķinot pēc sausas) un 27 % spēkbarības maisījuma, kā arī brīvi bija pieejams sāls un Ca piedevas.

Barības devas sastāvs B ganāmpulkā

Barības līdzekļi	Barības deva, % no sausnas	
	1. grupa	2. grupa
Auzas + kvieši + mieži	26.6	17.7
Pupas	-	8.9
Ganību zāle	71.1	71.1
Ca minerālbarība	2.3	2.3
KNZ sāls	neierobežoti	neierobežoti

A un B ganāmpulkos pamatbarības devā vērojams liels proteīna un enerģijas iztrūkums, kas var tikt skaidrots ar samērā zemo zāles lopbarības kvalitāti. Iekļaujot barības devā lopbarības pupas, izdodas kaut nedaudz optimizēt barības devas.

Kazu piena produktivitāte un kvalitāte A ganāmpulkā

Rādītāji	1. Kontroles grupa		2. izmēģinājuma		3. izmēģinājuma	
	Vidēji	+/- izmēģ. laikā, %	Vidēji	+/- izmēģ. laikā, %	Vidēji	+/- izmēģ. laikā, %
Izslaukums, kg	2.9	-6.9	3.6	+12.1	3.3	+16.7
Tauku saturs, %	2.99	+26.2	3.01	+2.6	3.17	+15.9
Olbaltumvielu saturs, %	2.92	+11.1	3.22	+12.5	3.17	+18.3
Kazeīna saturs, %	2.24	+7.9	2.43	+9.1	2.45	+9.4
Urīnvielas saturs, mg/dl	59.9	+26.3	61.8	+28.5	65.6	+17.8
Laktozes saturs, %	4.36	+1.4	4.14	+2.2	4.27	+0.2

A ganāmpulka vidējais izslaukums pētījuma laikā bija 2.9 līdz 3.6 kg piena no kazas dienā, kas ir ļoti labs rādītājs Latvijas apstākļiem. Papildus izēdinot pupas, tika panākta piena produktivitātes palielināšanās pat līdz 16%, kas ietekmē piena pašizmaksu. Tāpat, papildus izēdinot pupas, tika panākts lielāks piena olbaltumvielu un kazeīna saturs, kas ir būtisks saimniecībām, kuras mājas apstākļos pašas ražo sieru.

Kazu piena produktivitāte un kvalitāte B ganāmpulkā

Rādītāji	1. Kontroles grupa		2. izmēģinājuma grupa	
	Vidēji	+/- izmēģ. laikā, %	Vidēji	+/- izmēģ. laikā, %
Izslaukums, kg	1.6	-27.7	1.5	-18.7
Tauku saturs, %	4.58	+26.8	4.79	+4.5
Olbaltumvielu saturs, %	3.62	+35.8	3.55	+6.9
Kazeīna saturs, %	2.68	+36.3	2.78	+10.6

B ganāmpulka vidējais piena izslaukums bija tikai 1.5 līdz 1.6 kg piena dienā no kazas, lai arī pētījumā iekļauto kazu vecums un laktācijas dienas starp saimniecībām būtiski neatšķīrās. Papildinot šo mazražīgo kazu barības devu ar lopbarības pupām, netika panākta produktivitātes palielināšanās, jo, tā kā laktācija tuvojās noslēgumam, abās grupās izslaukumi samazinājās. Tomēr produktivitātes samazināšanās pētījuma grupā bija lēnāka nekā kontroles grupas dzīvniekiem.

Barības izmaksas pētījuma laikā

Saimniecība	Grupa	Barības izmaksas dienā, EUR/dzīv.	Barības izmaksas piena ražošanai, EUR kg ⁻¹	
			Uzsākot pētījumu	Noslēdzot pētījumu
A ganāmpulks	1. grupa	0.22	0.079	0.084
	2. grupa	0.24	0.074	0.066
	3. grupa	0.27	0.090	0.077
B ganāmpulks	1. grupa	0.36	0.199	0.274
	2. grupa	0.39	0.241	0.297

B ganāmpulkā barības izmaksas piena ražošanai zemo izslaukumu dēļ bija pat četras reizes lielākas nekā A ganāmpulkā, un pētījuma laikā līdz ar kazu produktivitātes samazināšanos tās pat pieauga. Turpretī A ganāmpulkā ar kazu produktivitātes pieaugumu, pateicoties pupu iekļaušanai barības devās, ir panākta barības izmaksu samazināšanās pat par 14.5% uz 1 kg piena.

Kazu pamatbarības devās vērojams liels proteīna un enerģiju nodrošinošo vielu iztrūkums, kas skaidrojams ar samērā zemo zāles lopbarības kvalitāti. Iekļaujot barības devā lopbarības pupas, barības devas izdodas nedaudz optimizēt. Iekļaujot kazu barības devās pupas, tika panākta piena produktivitātes palielināšanās pat līdz 16%, kas samazina piena pašizmaksu. Tāpat, papildus izēdinot pupas, tika novērota piena olbaltumvielu un kazeīna saturs palielināšanās, kas ir būtiski saimniecībām, kuras pašas mājas apstākļos ražo sieru. Augstražīgā kazu ganāmpulkā sakarā ar kazu produktivitātes pieau-

gumu, pateicoties pupu iekļaušanai barības devās, ir panākta barības izmaksu samazināšanās uz 1 kg piena par 14.5%.

Lauka pupu izmantošanas iespējas gaļas kazu ēdināšanā

Pētījums par gaļas kazu ēdināšanu veikts saimniecībā, kur pamatnodarbošanās ir gaļas kazu audzēšana. Tā kā Latvijā Būru kazu šķirnes dzīvnieki vēl joprojām ir liels retums, saimniecībā nebija tīršķirnes Būru kazu mātes, bet gan dažādu pakāpju krustojumdzīvnieki. Vasarā dzīvnieku pamatbarība bija ganību zāle un auzas, ziemā – lopbarības bietes, siens, kukurūza un auzas. Tā kā saimniecībā barības devu optimizēšanai netika pievērsta liela uzmanība, kazas lecinaja tikai 2 gadu vecumā, sasniedzot optimālo dzīvmasu.

Pētījums tika uzsākts pavasarī pēc atnešanās, kad kazu mātēm barības devā papildus pamatbarībai iekļāva arī pupas (3.18. tabula). Iegūtie dati salīdzināti ar šo pašu kazu produktivitātes rādītājiem iepriekšējā gadā, kad pēc atnešanās kazu pamatbarībā izmantoja tikai sienu un auzas.

3.18. tabula

Kazu barības deva pētījuma laikā

Kazu grupa	Siens, kg dienā	Auzas, kg dienā	Lopbarības pupas, kg dienā
Kontroles grupa	1.5	0.6	-
Pētījuma grupa	1.5	0.2	0.3

Lai nodrošinātu barības devā optimālu *Ca* un *P* attiecību robežās 1.6–2:1, kazām papildus tika izēdināta fosforu saturoša minerālbarība.

Pētījums veikts laika periodā no brīža, kad atnesās pirmā kaza, līdz periodam, kad pēdējai atnesušamies kazu mātei kazlēni sasniedza 50 dienu vecumu. Kazu produktivitāti uzskaitīja pēc dzimušo kazlēnu dzimšanas dzīvmasas un kazlēnu dzīvmasas 50 dienu vecumā. Tika arī noskaidrots kazlēnu līdz 50 dienu vecumam vidējais dzīvmasas pieaugums dienā.

Barības vielu vajadzību dzīvniekiem noteica pēc kazu dzīvmasas (vidēji 60 kg) un izslaukuma (vidēji 1.4 kg), vadoties pēc Latvijā un ASV pieņemtajiem normatīvajiem noteikumiem gaļas kazu ēdināšanā. Kontroles grupas kazas tika ēdinātas pēc saimniecībā ierastās shēmas (3.18. tab.).

Analizējot esošās barības devas, konstatēts, ka dzīvnieki netiek nodrošināti ar pietiekamu proteīna un enerģijas līmeni, kas ietekmē gaļas kazu produktivitāti. Pamatbarības devā kontroles grupas kazām vērojams ievērojams enerģijas apgādes iztrūkums (14% no vajadzības), kas, iespējams, skaidrojams ar zemo ganību zāles lopbarības kvalitāti, kā arī proteīna iztrūkumu (29% no vajadzības). Iekļaujot barības devā lopbarības pupas, iespējams barības devu

optimizēt enerģijas un proteīna nodrošinājuma ziņā. Ja saimniecībā sagatavotā zāles lopbarība ir zemas kvalitātes – siens, kura sastāvā proteīns ir vien 8.15% sausrnā un NDF – 60.91%, tad nav iespējams sabalansēt barības devu pēc visām nepieciešamajām barības vielām. Barības devās ir pārsniegts maksimāli pieļaujamais NDF līmenis, kas ierobežo vērtīgo barības vielu uzņemšanu un izmantošanos. Valstīs ar attīstītu kazkopību piena kazu ēdināšanā dominē spēkbarības izēdināšanas tips un zāles lopbarību dod tikai kokšķiedras nodrošināšanai, tomēr arī gaļas kazkopībā par rentablu uzskata zāles lopbarības izēdināšanu ar nelielām spēkbarības piedevām. Latvijā atgremotājdzīvnieku ēdināšanā dominē zāles lopbarības izēdināšana, jo tas ir lētākais barības līdzeklis, ko zemnieks var izaudzēt un sagatavot pats savā saimniecībā.

Salīdzinot atšķirīgās barības devas pa gadiem, tika analizēta kazu produktivitāte pēc dzimušo kazlēnu dzimšanas dzīvmasas un kazlēnu dzīvmasas 50 dienu vecumā (3.19. tabula).

3.19. tabula

Kazu māšu un kazlēnu produktivitāte

Grupa	Dzimums	Kazlēnu skaits	Vidējā dzīvmasa, kg		Dzīvmasas pieaugums dienā līdz 50 d. vec.
			Piedzimstot	50 dienu vecumā	
Kontroles grupa	S	15	4.13	9.3	0.10
	V	11	4.13	9.95	0.12
	Vidēji		4.13	9.58	0.11
Pētījuma grupa	S	10	3.43	12.03	0.17
	V	12	3.33	12.16	0.18
	Vidēji		3.38	12.10	0.18

Analizējot tabulas datus, redzams, ka kontroles grupā kazlēniem lielāka dzīvmasa piedzimstot, nekā pētījumu grupā, bet pēc kazu māšu piebarošanas ar spēkbarību, kas ietekmēja kazu pienīgumu, straujāk auga un attīstījās pētījuma grupas kazlēni, kuru mātes pie pamatbarības devas saņēma lopbarības pupas. Kazlēnu vidējais dzīvmasas pieaugums dienā kontroles grupā sasniedza vien 110 g dienā 50 dienu periodā. Pēc Būru kazu ciltsdarba programmas nepieciešams vismaz 180 g pieauguma dienā, un ar optimizētu kazu un kazlēnu turēšanu un ēdināšanu ir iespējams panākt lielāku dzīvnieku ātraudzību, līdz ar to efektīvāku un rentablāku saimniekošanu, sasniedzot 170 g pieaugumu kaziņām un 180 g pieaugumu āzīšiem. Izēdinot kazu mātēm papildus lopbarības pupas, vidējais dzīvmasas pieaugums kazlēniem par 63.6% augstāks nekā kontroles grupā, kur kazu mātes kā spēkbarību saņēma tikai auzas, un šī atšķirība ir būtiska ($P < 0,05$).

Salīdzinot dažādas pakāpes tīrasinības kazlēnu dzīvmasas un dzīvmasas pieauguma rādītājus, konstatēts, ka pētījumu grupā labākus ātraudzības rādītājus

uzrādīja kazlēni ar lielāku Būru kazas (BK) asiņu īpatsvaru (87.5–90.63%). (3.20. tabula).

3.20. tabula

Kazlēnu dzīvmasa atkarībā no izcelsmes

Grupa	Izcelsme, % BK	Vidējā dzīvmasa, kg		Dzīvmasas pieaugums dienā, kg	Kazlēnu skaits
		piedzimstot	50 dienu vecumā		
Kontroles grupa	50,00	3.95	10.70	0.14	2
	75,00	4.11	9.74	0.11	19
	87.50	3.80	10.50	0.13	1
	90.63	4.43	8.00	0.07	4
Pētījuma grupa	50,00	3.30	10.50	0.14	2
	75,00	3.42	11.79	0.17	16
	87.50	2.75	14.15	0.23	2
	90.63	3.75	14.15	0.21	2

Pētījuma grupā kazlēniem ar lielāku BK asiņu īpatsvaru vidējais dzīvmasas pieaugums dienā līdz 50 dienu vecumam bija 210 līdz 230 g dienā, kas ir ļoti labs rādītājs un Būru kazas ātraudzības raksturošanai atbilstošs. Tomēr šādus ātraudzības rādītājus var sasniegt tikai pie optimizētām barības devām, kur kazu mātes pie mazvērtīgas pamatbarības papildus saņem proteīnbagātu spēkbarību. Izvērtējot barības devas izmaksas kazu māšu ēdināšanai un kazlēnu dzīvmasas pieauguma nodrošināšanai, tika veikti kazām izēdinātās lopbarības izmaksu aprēķini. Izēdinot kazām tikai sienu un auzas, barības izmaksas dienā uz 1 dzīvnieku bija 0.24 EUR, bet, iekļaujot barības devā pupas – 0.29 EUR (3.21. tabula).

3.21. tabula

Lopbarības izmaksas produkcijas ražošanai

Grupa	Lopbarības izmaksas uz 1 kazu māti, EUR	Kazlēnu dzīvmasas pieaugums dienā uz 1 kazu māti, kg	Lopbarības izmaksas uz 1 kg dzīvmasas pieaugumu, EUR
Kontroles grupa	0.24	0.22	1.09
Pētījuma grupa	0.29	0.29	1.00

Iekļaujot barības devās lopbarības pupas, kuru cena bija 300 EUR tonnā, lopbarības izmaksas uz 1 kazu māti dienā palielinājās. Tomēr, optimizējot barības devas, iespējams panākt kazu māšu augstāku pienību un līdz ar to arī lielākus dzīvmasas pieaugumus kazlēniem, kas samazina lopbarības izmaksas uz dzīvmasas pieauguma 1 kg pat par 9%.

Izēdinot kazu mātēm papildus lopbarības pupas, vidējais dzīvmasas pieaugums kazlēniem bija par 63.6% augstāks nekā tiem kazlēniem, kuru mātes kā spēkbarību saņēma tikai auzas, un šī atšķirība ir būtiska ($P < 0,05$). Optimizējot barības devas, iespējams panākt augstāku kazu māšu pienību un līdz ar to arī lielākus dzīvmasas pieaugumus kazlēniem, samazinot lopbarības izmaksas uz dzīvmasas pieauguma 1 kg pat par 9%. Ar optimizētu kazu un kazlēnu turēšanu un ēdināšanu ir iespējams palielināt dzīvnieku ātraudzību, līdz ar to uzlabot arī saimniekošanas efektivitāti un rentabilitāti.

Nobarojamo cūku ēdināšana

Viens no galvenajiem veiksmīgu cūkkopību ietekmējošiem faktoriem ir kvalitatīvas un ekonomiski izdevīgas lopbarības sagatavošana. Cūkkopībā izmanto dažādu veidu barību. Pašlaik Latvijā pārsvarā tiek lietota sausā maltā barība – granulēta vai miltu veidā. Atsevišķās saimniecībās joprojām cūkas nobaro ar kartupeļiem un citiem dārzeniem, kā arī barošanai izmanto cilvēku pārtikas pārpalikumus.

Cūku barības dārgākā sastāvdaļa ir proteīnbarība. Latvijā cūkkopībā kā galvenais olbaltumvielu avots tiek izmantota ģenētiski modificētā soja ar augstu proteīna saturu.

Kopš Eiropas Savienībā (*EC directive 999, 2001*) aizliedza izmantot cūku ēdināšanā gaļas un kaulu miltus un to pārstrādes produktus, uzmanība tiek koncentrēta uz alternatīvu proteīna barības izmantošanu cūku barības devās. Lai gan cūku barībā parasti lieto sojas pārstrādes produktus, tomēr izmanto arī citus pākšaugus kā zirņus, lopbarības pupas, saldo lupīnu sēklas, kurus audzē Eiropā un Latvijā, un tos tikpat labi kā soju var izmantot kā proteīna avotu cūkām.

Cūkas ir visēdāji, kas barības nokošanai lieto priekšzobus jeb griezējzobus un dzerokļus, lai to sakošļātu. Cūkai diennakts laikā izdalās aptuveni 15 litri siekalu ar viegli skābu reakciju, un tās palīdz samitrināt barību, kā arī palielināt tās virsmas laukumu, lai nodrošinātu labāku piekļuvi fermentu darbībai. Cūka ir vienīgais dzīvnieks, kura siekalas satur fermentu ptialīnu. Tomēr, barībai strauji nokļūstot kuņģī, tas maz ietekmē cietes sagremošanu mutes dobumā. Cūku kuņģa barības vada daļa ir maza, lielākā ir kardiālā. Kuņģī ir trīs veidu šūnas: galvenās – ražo un izdala fermentus, klājšūnas – sāļsskābi, bet papildšūnas – gļotas. Kuņģa tilpums pieaugušai cūkai ir aptuveni 8 litri. Cūkām kuņģa sulas sastāvā ietilpst četri pepsīni, kas galvenokārt iedarbojas uz peptīdu (fenilalanīna, triptofāna un tirozīna), glutamīnskābes un cisteīna saitēm. Pepsīnam ir labas piena recināšanas spējas, bet sivēniem šo funkciju veic cits ferments – ranīns. Kuņģa sulas sajaukšanās ar barību cūkai galvenokārt notiek vārtnieka daļā. Daudzu sugu mājdzīvniekiem, tai skaitā arī cūkām, galvenā

barības vielu sagremošana un vajadzīgo vielu absorbcija notiek tievajās zarnās. Barības vielām nokļūstot resnajā zarnā, galvenie barības vielu absorbcijas procesi ir beigušies. Resnajā zarnā izdalās fermentus nesaturošas gļotas, tādēļ barības vielu uzsūkšanai tiek izmantoti tievo zarnu fermenti vai mikrobu fermentatīvie procesi. Sevišķi izteikti mikrobioloģiskie procesi notiek aklajā zarnā, kur tiek noārdīta celuloze. Cūkām šis process ir pavājināts.

Sivēniem līdz aptuveni piecu mēnešu vecumam barības sagremošana gremošanas traktā nenotiek tāpat kā pieaugušām cūkām. Pirmo 24 stundu laikā zarnu trakta epitēlijaudi absorbē dabiskas nesadalītas olbaltumvielas. Šajā laikā sivēni no mātes piena saņem globulīnus. Vispirms sivēnu kuņģis izdala nelielu daudzumu sāļsskābes un pepsinogēnu, tajā pašā laikā izdalot himozīnu – kuņģa sulas fermentu, kas piena kazinogēnu pārvērs kazeinā, veidojot piena recekli. Sivēniem piedzimstot, pepsīna, α -amilāzes, maltāzes un saharāzes darbība ir vāja, bet laktāzes – augsta. Pēc ceturtās nedēļas maltāzes, saharāzes un α -amilāzes darbība sasniedz vajadzīgo līmeni. Sivēniem piedzimstot, fermenta laktāzes darbība sasniedz maksimumu pirmajā nedēļā un pamazām samazinās līdz sivēnu ceturtajai dzīves nedēļai. Iepriekšminētās fermentu darbības atšķirības jāievēro, sastādot barības devas (Osītis, 2005).

Lai izmantotu visu cūkas gremošanas trakta potenciālu, nepieciešama kvalitatīva un sabalansēta barība. Kvalitatīvas barības iegūšanai jāveic proteīna novērtēšana. Bez olbaltumvielām nav iespējama dzīvības pastāvēšana un kvalitatīvas produkcijas iegūšana. Tas īpaši attiecas uz cūkgaļas ražošanu, kur aminoskābes ir nepieciešamas muskuļaudu veidošanai.

Proteīna novērtēšana cūku barības līdzekļos balstās uz kopproteīna un aminoskābju sagremojamību un izmantojamību tievajās zarnās. Vērtējot proteīnu vienkameras kuņģa dzīvniekiem paredzētajos barības līdzekļos, uzmanība jāpievērš

a) aminoskābju sastāvam, izvērtējot attiecīgās sugas un vecuma dzīvnieku vajadzību pēc aminoskābēm barības līdzekļos;

b) aminoskābju un proteīna sagremojamībai.

Neaizvietoājamo aminoskābju sastāvu proteīnā var izteikt gan procentuāli no kopproteīna, gan absolūtos lielumos – gramos barības kilogramā. Veicot barības līdzekļu proteīna novērtēšanu, vispirms iztrūkuma secībā nosaka limitējošās aminoskābes. Cūkām limitējošās aminoskābes ir lizīns, treonīns, triptofāns vai metionīns.

Barības apstrāde, kokšķiedras sastāvs, proteīna avots, arī dzīvnieks – tie ir faktori, kas ietekmē proteīna sagremojamību. Cūkas patērē vidēji ap 40% no uzņemtā proteīna, ar mēsliem izdala 15%–20%, ar urīnu – 40%–50%. Šis rādītājs liecina par mazefektīvu proteīna izmantošanu. Cūkkopībā ir vairākas iespējas proteīna izmantošanas efektivitātes uzlabošanai:

- a) sintētisko aminoskābju lietošana (*Han and Lee, 2000*);
- b) antiēdināšanas faktoru (tripsīna inhibitoru, tanīna) nelabvēlīgās ietekmes likvidēšana;
- c) barības līdzekļu fermentatīvās apstrādes veikšana.

Viens no proteīna vērtēšanas kritērijiem ir sagremojamība. Cūkām tievajās zarnās neabsorbētās aminoskābes nonāk resnajās zarnās, kur tās pakļautas mikrobu iedarbībai. Neizmantotās aminoskābes vairs nepiedalās proteīna uzņemšanas procesos. Proteīna saturu izkārnījumos ietekmē resnajās zarnās absorbētais amonjaks un citi slāpekli saturošu vielu pārpalikumi, precīzu proteīna sagremojamības novērtējumu iegūst, analizējot gūžu zarnas (*ileum*) saturu, nevis, lietojot metodes, kad no uzņemtā proteīna daudzuma atņem tā saturu izkārnījumos, kā vērtēja agrāk.

Neizbēgama vielmaiņas procesa sastāvdaļa ir endogēnā proteīna zudumi, kas ietekmē gan gūžas zarnā, gan izkārnījumos noteiktās sagremojamības koeficientu vērtības. To sauc par šķietamo sagremojamību.

Cūku ēdināšanā tiek izmantoti dažādi barības līdzekļu maisījumi, kuru sastāvā ietilpst ar proteīnu bagātas un slāpekli nesaturošas vai maz saturošas barības sastāvdaļas. Šādām barības vielām sagremojamību ietekmē gan atšķaidījumu pakāpe, gan citi aspekti.

Sagremojamības noteikšana gūžas zarnā ar fistulu ir dārgs paņēmieni, ko var aizvietot ar sagremojamības *in vitro* noteikšanas metodi.

Sastādot cūku barības devas, jāņem vērā, ka proteīnam jāsatur visas neaizvietojamās aminoskābes vajadzīgā daudzumā (Latvietis 1991, Osītis, 2005). Daļa autoru ideālā proteīna aminoskābju daudzumu attiecina pret lizīnu, bet, šo aminoskābi nosakot neprecīzi, tiek ietekmēts visu pārējo aminoskābju saturs proteīnā. Dāņu zinātnieki ideālo aminoskābju sastāvu aprēķinājuši pēc patiesās sagremojamības gūžas zarnā, attiecinot to uz patieso proteīnu sagremojamību. Tomēr metodes izmantošana ir sarežģīta, jo nepieciešama speciālistu un praktiķu padziļināta apmācība.

Proteīna vērtēšanas sistēmas tiek izstrādātas, lai noskaidrotu no barības uzņemtā proteīna daudzumu un veidu, gremošanas procesos zaudētā proteīna daudzumu, kā arī nepieciešamā proteīna un aminoskābju devu.

Vielmaiņas procesos nav nepieciešams proteīns kā tāds, bet gan to saturošās aminoskābes. Ir dzīvnieku sugas, kas zarnu traktā spēj izmantot mikrobu proteīnā sintezēto neolbaltumvielu slāpekli, kas ir vajadzīgs saimnieka organismā, bet cūkām proteīnu nepieciešams uzņemt ar barību. Lopbarības sagatavošanā, sevišķi cūkkopībā, viens no svarīgākajiem faktoriem ir pietiekams un sabalansēts proteīna saturs barības līdzekļos.

Anoreksija, samazināts svara pieaugums, neliela dzīvmasa dzimstot, negatīvas izmaiņas slāpekļa bilancē, samazināta fermentu un hormonu sintēze – šīs pazīmes liecina par proteīna trūkumu.

Neaizvietoājamo aminoskābju trūkums izraisa pārējo aminoskābju deamināciju. Katras aminoskābes trūkums ietekmē organismu atšķirīgi. Triptofāna trūkums izraisa kataraktu, treonīna vai metionīna trūkums aknu aptaukošanos.

Barības līdzekļos proteīna sastāvā ietilpst 20 aminoskābes, no kurām desmit cūkām tiek uzskatītas par neaizvietojamām: lizīns, metionīns, triptofāns, arginīns, histidīns, leicīns, izoleicīns, fenilalanīns, treonīns un valīns. Tomēr praktiski aminoskābju normēšana un kontrole cūku barības devās aprobežojas ar lizīnu un metionīnu (parasti metionīna un cistīna summu, kur metionīns ir 50–60%). Lizīna nepieciešamība galvenokārt ir atkarīga no cūku vecuma un izmantošanas veida. Nobarojamām cūkām lizīns ir jānodrošina 0.5–0.8% daudzumā no kopproteīna, metionīns + cistīns jānodrošina 0.3–0.5% daudzumā no kopproteīna, kokšķiedra 4–6% daudzumā un tauki 3–5% daudzumā no kopproteīna (Latvietis, 1991).

Katrai aminoskābei sintēzes procesos ir sava loma. Lizīnu izmanto audu olbaltumvielu sintēzē. Lizīna iztrūkums izraisa anēmiju, samazinās kalcija izgulsnēšanās kaulos, dzīvmasas pieaugums un barības lietderīga izmantošana. Metionīnu izmanto hormonu, fermentu un vitamīnu sintēzē. Nepietiekošs metionīna nodrošinājums barībā izraisa neatgriezeniskas izmaiņas vielmaiņā. Cistīns piedalās žultsskābes sintēzē. Arginīns piedalās spermas, muskuļu kreatīna un insulīna veidošanā. Triptofāns ir svarīgs olbaltumvielu un hemoglobīna sintēzē. Histidīns darbojas organisma enerģijas maiņā. Fenilalanīns, tirozīns un triptofāns ietekmē gremošanas fermentu aktivitāti.

Atšķirīgā proteīna izmantošana ir atkarīga no vairākiem faktoriem: barības sastāva, dzīvnieku fizioloģiskā stāvokļa, augšanas intensitātes, šķirnes un genotipa, dzimšanas un kaušanas dzīvmasas. Vairāki pētījumi ir veikti, lai novērtētu samazinātu proteīnu piegādi, līdzsvarojošot aminoskābju saturu, pievienojot sintētiskās aminoskābes. Šie pētījumi parādījuši, ka kopproteīnu varētu samazināt bez negatīvas ietekmes uz produkciju (Fabro *et al.*, 2013).

Kopproteīna sastāva daļēja aizstāšana ar kristāliskām aminoskābēm ir noderīgs paņēmieni, lai uzlabotu lopbarības efektivitāti, samazinātu barības izmaksas, un arī, lai panāktu labvēlīgu ietekmi uz vidi. Pētījumi liecina, ka cūkkopības produkciju neietekmē par 3–4% samazināts kopproteīna saturs barībā, kas papildināta ar kristāliskajām aminoskābēm (Han and Lee, 2000, Ma *et al.*, 2016).

Izvēloties barības līdzekļus un sastādot barības devas, ir ļoti svarīgi ievērot pareizas aminoskābju attiecības un daudzumu. Nav tāda proteīna avota, kas saturētu ideāli sabalansētas cūku barošanai nepieciešamās aminoskābes. Tādēļ mūsdienās barības līdzekļos izmanto dažādu proteīna avotu kombinēšanu, lai nodrošinātu proteīna ideālu piemērotību cūku vajadzībām.

Proteīna vajadzība un nodrošinājums cūkām. Jēdziens „ideālais proteīns” ir ieviests vairāk nekā pirms 50 gadiem un joprojām ir ļoti būtisks, jo neaizvietojamā aminoskābju nodrošinājums lopbarībā ietekmē gan cūkkopības produktu (gaļas) ražošanu, gan piena olbaltumvielu sintēzi (*Van Milgen and Dourmad 2015*).

Cūkām proteīna izmantošanas efektivitāte ir atkarīga no aminoskābju sastāva, proteīna sagremojamības un dzīvnieka vajadzības. Pārsniedzot aminoskābju vajadzību, organisms nevajadzīgās daļas izvadīs ar urīnu.

Ir vairāki iemesli, lai meklētu optimālu attiecību starp aminoskābju vajadzību un to nodrošinājumu. Proteīns ir salīdzinoši dārga barības viela un daudzas valstis dzīvnieku barošanai izmanto importētos olbaltumvielu avotus. Neefektīva olbaltumvielu izmantošana uzturā veicina slāpekļa izdalīšanos, un cūkkopībā dzīvnieku produkcijas ražošanas ietekme uz vidi ir problēma dažādās teritorijās visā pasaulē.

Pieaugot kristālisko aminoskābju, piemēram, lizīna, metionīna, treonīna, triptofāna un valīna pieejamībai, patreiz ir iespējams izstrādāt barības līdzekļus ar zemu proteīna saturu un labi līdzsvarotu aminoskābju sastāvu. Tomēr, samazināt proteīna saturu barības devā un vienlaikus uzturēt optimālu dzīvnieku ražotspēju ir iespējams tikai ar precīzām zināšanām par prasībām attiecībā uz visām aminoskābēm (*Van Milgen and Dourmad 2015*).

Cūku barības līdzekļos nepieciešamā proteīna daudzumu rekomendācijas norāda dažādos veidos – kā kopproteīnu barības sausnā, kā sagremojamo proteīnu un kā neaizvietojamā aminoskābju vajadzību.

Kopproteīna vajadzība (procentos no sausas): sivēniem 20%–22 %, vaislas kuļiem un zīdītājsivēnmātēm 18%–20%, grūsnām sivēnmātēm un bekonam 14%–16%.

Ikdienas apstākļos tiek normētas šādas aminoskābes: lizīns, metionīns, triptofāns, treonīns, izoleicīns un valīns. To nepieciešamība atkarīga no cūku vecuma un izmantošanas veida. Vissvarīgākā neaizvietojamā aminoskābe ir lizīns. Sivēniem tā ir nepieciešama 0.85 līdz 1.3% apmērā, bet sivēnmātēm 0.7 līdz 1.0% no barības sausas. Augošām un bekonam nobarojamām cūkām lizīns nepieciešams vismazāk – 0.5 līdz 0.8% no barības sausas. Cūku barības devās lizīna, metionīna+cistīna un triptofāna attiecība ir izsakāma kā 5:3:1 (*Latvietis, 1991*). Lai vērtētu ideālo proteīnu, par pamatu ņemot aminoskābju sastāvu attiecībā pret lizīnu, jāņem vērā arī attiecība starp neaizvietojamām un aizvietojamām aminoskābēm, kas ir 45:55. Cūkām ar atšķirīgu dzīvmasu aminoskābju attiecība pret lizīnu ir atšķirīga - metionīns 27%, triptofāns 18–20%, izoleicīns 55–56%, valīns 67–68%, treonīns 62–70% (*NRC, 1998*).

Nesenākos pētījumus ideālā proteīna sastāva noteikšanai augošām cū-

kām publicējuši dāņu zinātnieki. Ideālais aminoskābju sastāvs ir aprēķināts pēc patiesās aminoskābju sagremojamības rādītājiem tievajās zarnās.

Šobrīd Eiropā augkopība ir orientēta uz ļoti nelielu skaitu kultūraugu sugu, izraisot jautājumus par ilgtspējību lauksaimniecībā. Turklāt mazāk nekā 30% no pieprasītās proteīna barības ražo Eiropā. Pākšaugu reintegrācija Eiropas lauksaimniecībā varētu samazināt pašreizējo olbaltumvielu deficītu un sekmēt pāreju uz ilgtspējīgākām lauksaimniecības sistēmām (*Reckling et al.*, 2016).

Pākšaugu nozīme cūku ēdināšanā

Daudz pētījumu pierāda sojas pārstrādes produktu izmantošanas vērtību cūku barībā, kamēr pētījumu par zirņu, pupu un lupīnas izmantošanu ir maz. Publicētajos barības līdzekļu katalogos ļoti reti ir parādīta kopproteīna un aminoskābju sagremojamība zirņiem, lopbarības pupām, lupīnai, kā arī antivielu (piemēram, tanīna) saturs (*Degussa*, 2006; *NRC*, 1998). Šo vielu saturs zirņos, lopbarības pupās, lupīnā nav uzrādīts Latvijā pieejamajos lopbarības katalogos. Daži pētnieki uzskata, ka ir nepieciešams mainīt uzskatus par glikozi kā vienīgo enerģijas avotu lauksaimniecības dzīvniekiem, jo ir noskaidrots, ka arī aminoskābes ir enerģijas avots (*Guoyao*, 2013). Pākšaugi satur aminoskābes, kas cūkām nepieciešamas augšanai un muskuļaudu veidošanai ķermenī. Ziemeļkarolīnas Valsts universitātes profesors *Sung Woo Kim* pētījumos noskaidrojis, ka arginīna piedevas barībai uzlabo sivēnu metiena lielumu, sivēnu dzīvmasu piedzimstot un atšķirot no mātes, bet triptofāna piedevas nepieciešamas stresa mazināšanai (*Kim*, 2013). Nenovērtējama loma proteīnam ir arī infekcijas slimību ierobežošanā, jo proteīna deficīts barībā palielina saslimšanas risku.

Sojas miltu proteīna sagremojamība ir viena no augstākajām (87%), un arī tādu aminoskābju kā metionīna, cisteīna un triptofāna saturs sojas miltos ir augsts. Neaizvietoājamo aminoskābju attiecība šajā barības līdzeklī ir labi piemērota cūku barības sagatavošanai. Ņemot vērā cūku barošanas īpatnības, cūku barības sagatavotāji soju kā proteīna avotu izvēlas ne tikai proteīna augstās sagremojamības, bet arī cūkgaļas kvalitātes dēļ (*Degola*, 2015).

Sojas kā galvenā proteīna avota pievienošana mazu sivēnu barībai nav ieteicama tās sastāvā esošo oligosaharīdu un antigēnu dēļ, kas var izraisīt pārejošu caureju. Sojas proteīna antigēni, kas atrodas sojas pupās un citos sojas produktos, ir galvenie sojas alergēni. Šie alergēni var ietekmēt ne tikai cilvēku veselību, bet arī ekonomisko ieguvumu, nobarojot cūkas. Tie ietekmē arī mazu sivēnu augšanas ātrumu. Pētījumos pierādīts, ka antigēni bojā zarnu gļotādu un atšķirtiemi sivēniem rada paaugstinātu zarnu caurlaidību, kā arī ietekmē humorālo un šūnu imūnsistēmu. Sojas olbaltumvielu antigēni rada bojājumus

mezenterijālajos limfmezglos un kavē limfocītu izplatību (*Wu et al.*, 2016), bet sivēniem, sasniedzot 20 kg dzīvmasu, barībai var pievienot līdz 20% sojas. Nobarojamām cūkām barības sastāvā soju pievieno līdz pat 30%, sivēnmātēm, atkarībā no cikla fāzes, 14–28% (*Rojas and Stein*, 2010).

Soja kļuvusi par vienu no būtiskākajiem un populārākajiem proteīna avotiem cūkkopībā. Tomēr, lai mazinātu atkarību no ārvalstu sojas audzētājiem, nepieciešams rast alternatīvu Latvijas klimata apstākļos izaudzējamu proteīna avotu.

Lauka pupas var būt laba alternatīva sojas izmantošanai. Šiem augiem līdzīgs neaizvietoājams aminoskābju saturs, izņemot metionīnu, kas pupām ir zemākā līmenī. Aizvietojot soju ar pupām kā proteīna avotu barībā, cūku organismā samazinās mikrofloras daudzveidība. To varētu skaidrot ar to, ka cieti nesaturoši polisaharīdi palielina un stabilizē mikrofloru (*der Meulen et al.* 2010).

Emiola un *Gous* pētījumā (2011) ir izvērtēta lobītu pupu kā olbaltumvielu un enerģijas avota izmantošana augošām cūkām 25–85 kg dzīvmasā. Ir novērots, ka, iekļaujot barībā 20% pupu, tiek uzrādīti tādi paši dzīvmasas pieauguma tempi kā barībai uz sojas bāzes.

Lauka pupās kopproteīna saturs ir 26%, kas gandrīz 1.4 reizes mazāk nekā sojā. Ņemot vērā, ka eksperimentos, kur 15% sojas pievienošana cūku barībai tika aizstāta ar 18% pupu, vidējais dzīvmasas pieaugums dienā, kā arī kautmasa būtiski neatšķīrās, jāsecina, ka tās ir vērtīgs lopbarības augs vietējiem lauksaimniekiem (*Gatta et al.*, 2013).

Iekļaujot cūku barībā līdz 20% lauka pupu, netiek samazināta barības efektivitāte, bet lauka pupu saturs 33% cūku diētā ir pārāk liels un ļoti ievērojami samazina visu barības vielu sagremojamību (*Stein et al.*, 2016).

Aizvietojot cūku barībā soju ar pupām, ir atklātas dažas atšķirības cūkgaļas fizikālajos rādītājos. Tādi rādītāji, kā pH, ūdens saistīšanas spējas, gatavošanas zudumi un brīvais ūdens ir nemainīgi, bet, izēdinot pupas, gaļas sarkanā krāsa un tauku saturs bija palielināti (*Smith et. al.*, 2013; *White et.al.*, 2015).

Augsts lauka pupu saturs barībā izraisa apjomīgu kuņģa-zarnu trakta gāzu izdalīšanos, kas laktējošām un grūsnām sivēnmātēm rada aizcietējumus. Kopumā lauka pupu daudzums barībā jāpalielina pakāpeniski, sākot no 5% un nepārsniedzot 20% (*Degola*, 2015).

Pētījumos, aizstājot barībā rapšus ar lauka pupām, nobarojamām cūkām konstatēta ietekme uz diennakts dzīvmasas pieaugumu un barības konversijas koeficientu. Gan diennakts dzīvmasas pieaugums, gan barības konversijas koeficients pazeminājās, kad rapši barībā 75–100% apmērā tika aizstāti ar lauka pupām. Ar zemāku lauka pupu līmeni barības devā (137 un 197 g kg⁻¹) nobarošanas periodā cūku nobarošanas rādītāji neatšķīrās no tiem, izēdinot miežu + sojas vai miežu + rapšu barības devas. Cūku nobarošanas beigu periodā

nefiksēja būtisku atšķirību starp izmantoto proteīna avotu ietekmi uz dzīvmasas pieaugumu, barības patēriņu vai barības izmantojamības rādītājiem. Labākie dzīvmasas pieauguma rezultāti tika novēroti cūkām ar barību, kurā 50% rapša sēklu pārstrādes produktu tika aizstāti ar lauka pupām. Dzīvmasas pieaugums un barības konversijas koeficients šīm cūkām bija labāks nekā ar rapšu sēklu pārstrādes produktiem barotajām, bet labāks barības konversijas koeficients bija cūkām, kuras baroja ar sojas spraukumiem. Pētījumā tika atklāts, ka rapšu aizstāšana barībā ar lauka pupām izraisīja tumšākas gaļas efektu longissimus dorsi muskulī. Cūkām, kuras baroja ar miežu un sojas pupu barību, gaļa bija blāva (*Partanen et al.*, 2003).

Zviedrijā pētīta cūku audzēšanas sistēma, kur soja barībā tika aizvietota ar rapsi (*Brassica napus* L.) un zirņiem (*Pisum*). Šāds cūku nobarošanas veids ļāva sasniegt labākus rezultātus gan enerģijas, gan resursu izmantošanā, gan arī klimata pārmaiņu ierobežošanā. Nobarojamo cūku barības maisījumā lauka pupu īpatsvaram nevajadzētu pārsniegt 25%. Tanīnus nesaturošu šķirņu pupas barības devā var pievienot vairāk, bet, pievienojot vairāk par 40%, pasliktinās cūku augšanas kvalitatīvie rādītāji (*Köpke and Nemecek*, 2010).

Citās valstīs veiktos pētījumos konstatēts, ka, iekļaujot augošu cūku barības devās zirņus vairāk par 15% no barības sausas, samazinās augšanas temps un barības izmantošanas efektivitāte. Zirņi satur vairākas vielas, kas var traucēt barības vielu izmantošanu vai fizioloģiskos procesus cūku organismā. Zirņos ir vairāk antivielu savienojumu kā sojas pupās. Zirņi un pupas satur proteāzes inhibitorus, lektīnu, tanīnus un galaktozīdus. Tā kā daudzi no šiem zirņos atrastajiem antiēdināšanas faktoriem ir jutīgi pret karstumu (proteāzes inhibitori un lektīns), tad ar pienācīgu apstrādi šos savienojumus var inaktivēt. Siltuma apstrādes izmanto jau sen, kā rezultātā organiskās vielas, olbaltumvielas un šķiedrvielas kuņģa-zarnu traktā kļūst fermentiem pieejamākas, tādējādi uzlabojot barības vielu sagremojamību.

Tomēr vairākos pētījumos Kanādā sasniegti lieliski rezultāti, kad barības devās augošām un nobarojamām cūkām kā proteīna izejviela tika izmantoti zirņi, sabalansējot neaizvietojamās aminoskābes atbilstoši cūku vajadzībām. Pētījumā nokomplektētas 4 nobarojamo cūku grupas. Vienai grupai kā proteīna piedevu barībā iekļāva 12.3% sojas miltus, bet pārējām grupām zirņus, attiecīgi 11%, 22% un 33%. Netika novērotas kautķermeņa kvalitātes rādītāju būtiskas atšķirības, tomēr visaugstākais dzīvmasas pieaugums un vislabākā barības izmantošanās fiksēta cūku grupai, kura barībā saņēma 11% zirņu.

Pētījumos ar laktējošām sivēnmātēm konstatēts, ka, barības devās iekļaujot pārāk daudz zirņu, samazinās sivēnu dzīvmasa. Vislabākie rezultāti tika iegūti, barībā izēdinot 10% zirņu, un aminoskābes sabalansējot atbilstoši cūku vajadzībām.

Cūku ēdināšanā zirņi izmantojami nelielā daudzumā: pieaugušām cūkām – līdz 2 kg, augošām cūkām – līdz 0.5 kg. Tā kā pākšaugu sēklas ātri bojā sēnes un kaitēkļi, pirms izēdināšanas tās jāpārbauda.

Ir pierādīts, ka cūkas uzņēmīgas pret alkaloīdu klātbūtni barībā, tomēr pašreizējie dati, kas attiecas uz lupīnas izmantošanu cūku ēdināšanā, ir pretrunīgi. Piemēram, zemāka barības efektivitāte tika novērota sivēniem, barojot tos ar barību, saturošu 375 g kg⁻¹ *L. albus* sēklas ar alkaloīdu saturu 0.23 g kg⁻¹. Atrodami arī dati par to, ka *L. albus* šķirnes lupīna ar alkaloīdu saturu vairāk nekā 0.50 g kg⁻¹ ievērojami samazina barības uzņemšanu atšķirtajiem sivēniem – līdz pat 21%, ja barībā iekļauta lupīna 120 g kg⁻¹. Turpretī *L. albus* šķirnes lupīna ar alkaloīdu līmeni 0.1 g kg⁻¹ neietekmē barības uzņemšanu, barībā iekļaujot lupīnu tajā pašā daudzumā. Citā pētījumā nav atrastas dzīvmasas pieauguma atšķirības nobarojamām cūkām, kur barība papildināta ar *L. angustifolius* 410 g kg⁻¹ vai *L. luteus* 320 g kg⁻¹, salīdzinot ar uz soju balstītu barības devu (Jezierny et al., 2010).

Ievērojams barības vielu sagremojamības pieaugums, izņemot kokšķiedru, konstatēts cūkām, kuru barībā iekļauta lupīna (18%). Tāpat novērota augsta lupīnas sēklu proteīna sagremojamība, kas saistīta ar augstu absorbciju zarnās (Purwin and Stanek, 2011).

Dati par lupīnas ietekmi uz ražošanas efektivitāti cūkkopībā ir atšķirīgi. Ar barību, kas satur 150–430 g kg⁻¹ *L. albus* sēklas, barotām cūkām tika novērota samazināti: barības uzņemšana, produkcijas pieaugums (Zettl et al., 1995). Iekļaujot barības maisījumā 30% baltās lupīnas, tika konstatēta samazināta barības uzņemšana, zemāka barības vielu pārveidošana un dzīvmasas pieauguma depresija, bet, sēklas izlobot un papildinot ar aminoskābēm, neieguva pozitīvu rezultātu, un otrādi – cūkām izmantojot barību, kas saturēja *L. angustifolius* un pēc barības vielu vajadzību nodrošinājuma bija tuva sojas bāzes barībai (Gdala et al., 1996), nenovēroja dzīvmasas pieauguma depresiju. Izmantojot Juno šķirnes dzelteno lupīnu, pozitīvi rezultāti tika sasniegti arī citā pētījumā (Flis et al., 1996). Zinātnieki pētīja cūku barības uzturvērtību, izmantojot divas lupīnas šķirnes (*L. angustifolius* un *L. albus*). Cūku nobarošanā (Zraly et al., 2006) tika pierādīts, ka dzīvnieku valsts vai sojas proteīnu var pilnībā aizstāt ar lupīnu, ar nosacījumu, ka neaizvietojamās aminoskābes ir līdzsvarotas un barības devas vērtība tiek palielināta pēc tauku vajadzības (Sedláková et al., 2016).

Pētījumos noskaidrots, ka lupīnas iekļaušana barības devā būtiski neietekmē cūkas kautķermeņa rādītājus. Izēdinot cūkām lupīnu kā proteīna avotu, konstatēts, ka aknu, nieru un sirds svars bija ievērojami augstāks, nekā dzīvniekiem, kuri saņēmuši dzīvnieku valsts olbaltumvielas saturošu barību. Literatūras dati par lupīnas ietekmi uz cūkgaļas sensorajiem parametriem ir trūcīgi. Ir pētījumi, kur dokumentēts gaļas krāsas intensitātes samazinājums, iekļaujot

barības devā 15% saldo lupīnu. Ir arī pētījumi, kas apliecina pozitīvu efektu gaļas tekstūrai, sulīgumam un gaļas garšai, iekļaujot cūku barībā 20% balto lupīnu (Zraly *et al.*, 2006).

Dažādu pākšaugu izēdināšanas iespējas nobarojamām cūkām vērtēja pētījumā, kura mērķis bija noteikt pākšaugu izēdināšanas ietekmi uz cūku nobarošanas rādītājiem un izpētīt to ietekmi uz gaļas kvalitāti. Pētījums tika veikts no 2013. līdz 2016. gadam vairākās cūku nobarošanas saimniecībās. Eksperimentam komplektēja nobarojamo cūku grupas. Katrā saimniecībā bija viena cūku kontroles grupa un otra izmēģinājuma grupa. Dzīvnieku skaits vienā grupā – 10. Kontroles grupas nobarojamās cūkas kā proteīnbarību saņēma sojas spraukumus (15%), iejauktus spēkbarības maisījumā, bet izmēģinājuma grupas cūkas – zirņus (15% un 28%) vai lopbarības pupas (20% un 25%), vai lupīnas sēklu miltus (12% un 15%).

Dažās saimniecībās izmēģinājuma grupas cūkas saņēma jauktu proteīnbarību – sojas spraukumi 6%+lupīnas milti 6% vai arī lopbarības pupas 10%+lupīnas milti 15%.

Barības devas veidoja tā, lai visu grupu cūkas saņemtu maiņas enerģiju, olbaltumvielas un lizīna saturu atbilstoši vajadzībai un līdzīgos daudzumos. Cūkas barību saņēma sausā veidā pēc vajadzības. Regulāri tika veikta patērētās barības uzskaitē pa cūku grupām. Lai noteiktu dzīvmasas pieaugumus, ik mēnesi cūkas individuāli tika svērtas. Aprēķināts vidējais barības patēriņš diennaktī un dzīvmasas pieaugums uz 1 kg patērētās barības. Pēc nobarojamo cūku nokaušanas katras grupas vienai cūkai noteica gaļas kvalitātes rādītājus.

Rezultāti liecināja, ka visaugstākais dzīvmasas pieaugums (0.952 kg dienā) bija cūkām, kuras barības devā saņēma jauktu proteīnbarību (sojas spraukumus 6%+lupīnas sēklu miltus 6%), lai gan arī citu grupu cūkām bija augsti dzīvmasas pieaugumi (no 0.828–0.952 kg dienā).

Barības patēriņš diennaktī uz vienu cūku bija 2.22–2.98 kg. Labu barības izmantojamību uzrādīja kontroles grupas cūkas, kuras barībā saņēma 15% sojas spraukumus. Šīs grupas cūkām dzīvmasas pieaugums uz 1 kg patērētās barības bija 0.351 kg. Augsts dzīvmasas pieaugums (0.384 kg) uz 1 kg patērētās barības konstatēts arī cūkām ar 12% lupīnu sēklu miltu barības devā. Pārējām cūku grupām dzīvmasas pieaugums dienā bija robežās no 0.319 līdz 0.347 kg (3.22. tabula). Izņēmums ir cūku grupa, kura barības maisījumā saņēma 15% lupīnas sēklu miltus. Šīs grupas dzīvniekiem dzīvmasas pieaugums uz 1 kg izēdinātās barības bija vien 0.298 kg, kas liecina, ka šāds lupīnas sēklu miltu daudzums barībā ir pārāk liels.

Nobarojamo cūku augšanas rādītāji

Izēdinātā proteīnbarība	Dzīvmasas pieaugums, kg d ⁻¹	Barības patēriņš, kg d ⁻¹	Dzīvmasas pieaugums no 1 kg barības, kg
Sojas spraukumi 15%	0.897	2.56	0.351
Zirņi 15%	0.892	2.90	0.347
Zirņi 28%	0.915	2.98	0.335
Lopbarības pupas 20%	0.867	2.63	0.330
Lopbarības pupas 25%	0.828	2.58	0.321
Lupīnas milti 12%	0.853	2.22	0.384
Lupīnas milti 15%	0.726	2.44	0.298
Lupīnas milti 6%+sojas spraukumi 6%	0.952	2.98	0.319
Lopbarības pupas 10%+ lupīnas milti 15%	0.842	2.44	0.345

Cūku kautķermeņu kvalitātes rādītāji liecināja, ka vidējais zemādas tauku slānis un iekšējie tauki vismazākie ir cūkām ar 15% sojas spraukumiem barībā, attiecīgi 13 mm un 1.3 kg. Augstākais tauku līmenis bija cūkām ar 15% un 28% zirņu barībā – zemādas tauku slānis attiecīgi 29 un 25 mm un iekšējie tauki 2.0 un 2.4 kg. Izēdinot cūkām kā proteīnbarību tikai lopbarības pupas vai lupīnas sēklas, tāpat uzkrājās vairāk tauku. Par to liecināja cūkgaļas ķīmiskās analīzes, uzrādot šo cūku gaļā paaugstinātu tauku saturu 5.3 līdz 6.7%, turpretī cūkgaļā, kur cūkas barībā saņēma sojas spraukumus, tas bija tikai 3.3% (3.23. tabula). Arī cūku grupai, kuru barībā bija 6% lupīnas miltu un 6% sojas spraukumu, cūkgaļas kvalitatīvie rādītāji bija labi.

Vidējie cūku kautķermeņu rādītāji cūku pētījuma grupās

Izēdinātā proteīnbarība	Kautķermeņu rādītāji			Cūkgaļas ķīmiskais sastāvs		
	Zemādas tauku slānis, mm	Muskuļacs laukums, cm ²	Iekšējie tauki, kg	Tauku daudzums, %	Proteīns, %	Hole- sterīns, mg 100g
Sojas spraukumi 15%	13	54.8	1.3	3.3	23.4	84.9
Zirņi 15%	29	51.9	2.4	6.5	23.6	105.7
Zirņi 28%	25	50.8	2.0	6.2	22.4	78.0
Lopbarības pupas 20%	17	52.2	1.5	6.7	20.3	87.8
Lopbarības pupas 25%	14	53.8	1.4	5.3	21.8	77.6
Lupīnas milti 12%	19	51.4	1.9	5.6	23.7	89.8
Lupīnas milti 15%	20	50.4	2.1	5.4	22.2	89.1
Lupīnas milti 6%+sojas spraukumi 6%	16	52.7	2.0	4.4	22.4	90.1
Lopbarības pupas 10%+ lupīnas milti 15%	16	52.9	1.5	6.7	22.8	103.3

Izēdinot maltas lopbarības pupas, zirņus un lupīnas sēklas, cūkgaļā pa-augstinājās kopējais tauku saturs, ko var skaidrot ar proteīna zemāku sagremojamību un augstāku bezslāpekļa ekstraktvielu saturu, salīdzinot ar sojas spraukumiem, arī ar zemāku lizīna saturu, kas nepieciešams olbaltumvielu veidošanai cūku ķermenī.

Zinātnieku pētījumos iegūtie rezultāti liecina, ka, sivēniem sasniedzot 20 kg dzīvmasu, barībai var pievienot sojas spraukus līdz 20%. Nobarojamām cūkām barības sastāvā soju pievieno līdz 10%, bet dažkārt pat līdz 30%. Sivēnmātēm, atkarībā no cikla fāzes, no 14 līdz 28%. Vienmēr jāņem vērā arī eļļas saturs sojas pārstrādes produktos.

Nobarojamo cūku ēdināšanā izmantotajā barības maisījumā lauka pupu īpatsvaram nevajadzētu pārsniegt 25%. Tanīnus nesaturošo šķirņu pupas barībā var pievienot lielākā daudzumā, bet, pievienojot vairāk par 40%, pasliktinās cūku nobarošanas rādītāji.

Barība ar augstu lauka pupu saturu izraisa apjomīgu kuņģa un zarnu trakta gāzu izdalīšanos, kas laktējošām un grūsnām sivēnmātēm rada aizcietējumus. Lauka pupu daudzums barībā jāpalielina pakāpeniski, sākot no 5% un nepārsniedzot 20%.

Barības maisījumos cūkām neiesaka iekļaut vairāk par 15%, zirņu jo samazinās dzīvnieku augšanas temps un barības izmantošanās efektivitāte. Zirņi satur vielas, kas var ietekmēt barības vielu izmantošanu vai traucēt fizioloģiskos procesus cūku organismā.

Dati par lupīnas ietekmi uz ražošanas efektivitāti cūkkopībā ir atšķirīgi. Lupīnas iekļaušana barībā izmēģinājumos cūkas kautķermeņa īpašības būtiski neietekmē. Cūku nobarošanā dzīvnieku valsts vai sojas proteīnu var pilnībā aizstāt ar lupīnu, ja neaizvietojamās aminoskābes ir līdzsvarotas, un uzturvērtība tiek palielināta pēc tauku vajadzības.

Lupīnas sēklas neiesaka izēdināt sivēniem. Lupīnas sēklas ar alkoloīdu saturu virs 0.1 g kg^{-1} pazemina sivēnu augšanas intensitāti un barības izmantošanas efektivitāti. Alkoloīdu klātbūtne barībā var ietekmēt fizioloģiskos procesus arī sivēnmāšu ķermenī, tāpēc alkoloīdu saturošu lupīnu sēklu izēdināšana nebūtu vēlama. Izēdināšanas daudzums atkarīgs no cūku vecuma, dzīvmasas un fizioloģiskā stāvokļa un ir pieļaujams līdz 15%.

Ar nobarojamām cūkām Latvijā veiktajos pētījumos, izēdinot alternatīvus pašu audzētus proteīnaugus, noskaidrots, ka lopbarības pupas, zirņus vai lupīnas sēklas vēlams iekļaut spēkbarības maisījumos kopā ar citiem proteīna barības līdzekļiem, nevis izēdināt kā proteīna avotus atsevišķi.

Aitu ēdināšana

Aitas ir atgremotājdzīvnieki, kuru kuņģis sastāv no vairākām daļām: spurekļa, acekņa, grāmatnieka un glumenieka. Spureklī uzņemtā barība uzkrājas un saglabājas, līdz tā mikroorganismu ietekmē tiek sagremota. Vesela, fizioloģiski attīstīta aita uzņemto barību atgremo vairākas stundas katru dienu.

Aitām raksturīgi intensīvi enerģijas un vielmaiņas procesi, ko nosaka daudzveidīgās produkcijas ražošana (gaļa, vilna, kažokādas un piens). Aitas pārveido ganībās un ar rupjo lopbarību uzņemtās barības vielas jaunos produktos par 26% efektīvāk nekā liellopi (*Outhouse, Johnson, Rhykerd, 2007*).

Proteīns parasti ir dārgākā barības līdzekļu sastāvdaļa, kam ir būtiska nozīme dzīvnieku audu šūnu veidošanā. Proteīns ir svarīgs muskuļu un kaulu attīstībā, ķermeņa vielmaiņas procesu uzturēšanā, dzīvmasas pieaugumam, re produktīvajos procesos un piena ražošanā. Nepietiekama proteīna uzņemšana samazina aitas apetīti.

Barības sausnā koncentrētu proteīnu dzīvniekiem var piegādāt ar barību, kas gatavota no eļļas pārstrādes produktiem, gaļas un zivju rūpniecības nozares blakusproduktiem.

Aitām proteīna vajadzība samazinās līdz ar vecumu. Jēram augot, tas izmanto vairāk proteīnu nekā ķermeņa taukus, līdz ar to proteīna un enerģijas

vajadzība ir augstāka nekā pieaugušām aitām. Aitām lielāka ir vajadzība pēc spureklī nenoārdāmā proteīna daļas, sevišķi aitām, kurām nepieciešama augsta proteīna un enerģijas attiecība, kā, piemēram, aitu mātēm zīdīšanas periodā, nobarojamiem jēriem ātraudzības nodrošināšanai, vaislas teķiem lecināšanas laikā. Ideāls spureklī nenoārdāmā proteīna avots ir zivju milti, kuri spureklī sagremojas 40–50%, bet pārējais tiek sagremots tievajās zarnās. Spureklī sagremojamais proteīns tiek izmantots, pateicoties tur atrodošos mikroorganismu darbībai. Spureklī nesagremotais proteīns ir tā daļa, kas netiek izmantota spureklī, bet gan tievajās zarnās (*Esads, 2000*). Lai nodrošinātu spurekļa darbību, aitām nepieciešams arī mikrobiālais proteīns, kas ietekmē barības uzsūkšanas spēju un tās virzību cauri gremošanas traktam. Kā norāda ārzemju autori, aprēķinot aitām spureklī noārdāmā proteīna efektivitāti, jāņem vērā attiecību – sausas uzsūkšanas spēja – dzīvmasa (*Chen, Franklin, Orskov, et al., 1992*). Proteīna izmantošanu aitu gremošanas traktā raksturo urīna ķīmiskais sastāvs. Paaugstināts purīna savienojumu daudzums urīnā liecina par proteīna pārdozēšanu barības devā. Šis rādītājs raksturo sagremojamā proteīna apgādi. Kā savā pētījumā noskaidrojuši ārzemju zinātnieki, purīna savienojumu daudzums urīnā, atkarībā no izēdinātās barības, var svārstīties no 7.1 līdz 22.6 mmol dienā.

Arī atgremotājiem ir būtisks nodrošinājums ar proteīnu, kas satur neaizvietojamās aminoskābes, tādēļ ēdināšanā iesaka izmantot pākšaugus un tauriņziežus. Svarīgi, lai daļa proteīna netiktu noārdīta kuņģī, bet uzsūktos tievajās zarnās. Tas nodrošina proteīna augstāku lietderību (*Poppi, McLennan, 1995*). Proteīns nepieciešams, lai aitas producētu pienu, kas nepieciešams jēriem. Lai piens būtu pilnvērtīgs, zinātnieki iesaka barības devā pievienot proteīnu saturošus barības līdzekļus, piemēram, soju. Tā kā soja tiek audzēta citos reģionos, ne vienmēr tā ir labākais proteīna avots. Zinātnieki aicina izmantot vietējā reģionā audzētos proteīna barības līdzekļus, piemēram, lopbarības pupas, zirņus u. c. (*Hammami et al., 2010*).

Aitu gremošanas traktā no dažādiem lipīdu avotiem veidojas triglicerīdi un brīvās taukskābes. Šiem savienojumiem ir būtiska nozīme gan aitu vielmaiņā, gan produkcijas ražošanas procesā. Izēdinot aitām linsēklas, spureklī pieaug brīvo taukskābju daudzums (*Garton et al., 1961*).

Aitām vispiemērotākā barošanas sistēma ir ganības, ja vien to atļauj laika apstākļi. Ganībās aitām jānodrošina dažādu sugu zālaugi, tās labi izmanto arī krūmus. Kā norāda ārzemju zinātnieki, liela nozīme aitu ēdināšanā ir garšaugiem, kas uzlabo dzīvnieku apetīti. Veiktajā pētījumā noskaidrots, ka atkarībā no sezonas aitas ganībās izmanto dažādus augus. Piemēram, ganību sezonas sākumā vairāk tiek patērēti zālaugi, bet ganību sezonas vidū – krūmaugi. Ganību sezonas beigās aitas barībā patērē vairāk vecākus un koksainākus krūmus.

Mūsdienās aitū ēdināšanas normās barības vielas nepieciešams sabalansēt pēc 18–20 un vairāk barības elementiem. **Plānojot aitū ēdināšanu**, jāņem vērā aitū dzīvmasa, kg un aitū fizioloģiskais stāvoklis.

Sagremojamā proteīna nepietiekamība barībā par 20–25%, bet jaunaitām pat par 40% var samazināt vilnas nocirpumu. Aitas ir ļoti jutīgas pret zemas kvalitātes un bojātas lopbarības izbarošanu. Izbarojot šādu lopbarību, apmēram pieciem procentiem aitū tiek novēroti aborti un 15%–20% jēru nomirst pie dzemdībām vai arī neizdzīvo līdz atšķiršanai. Izbarojot nekvalitatīvu lopbarību, barības devā par 10–15% jāpaaugstina sagremojamā proteīna daudzums. Īpaši nozīmīga ir aitū māšu dzīvmasu kontrole zīdīšanas laikā, jo šajā periodā tās var zaudēt 5% līdz 7% savas ķermeņa masas. Aitām labu barošanu nepieciešams nodrošināt visu gadu, bet it sevišķi grūsnības un zīdīšanas periodā (*Lemus & Brown, 2008*). Barības devas jā sastāda katrai aitū vecuma un dzimuma grupai atbilstoši to barības vielu vajadzībai (3.24. tab.)

3.24. tabula

Sagremojamā proteīna vajadzība aitū mātēm dažādā fizioloģiskajā stāvoklī

Aitas fizioloģiskais stāvoklis	Dzīvmasa, kg	Sagremojamais proteīns, g
Negrūsna vai 1.-3. grūsnības mēnesis	70	115 - 120
3 līdz 4 nedēļas pirms un pēc aplecināšanas	70	135
4. grūsnības mēnesis	75	170
5. grūsnības mēnesis: viens auglis divi augļi	80	190 - 200
	80	235
1. un 2. laktācijas mēnesis (viens jērs – 1.4 kg piena) (divi jēri– 2.8 kg piena)	70	245 - 260
	70	295 - 340
3 un 4. laktācijas mēnesis (viens jērs) (divi jēri)	70	180
	70	205

Igaunijā dažādu šķirņu negrūsnām aitū mātēm norādīta sagremojamā proteīna vajadzība vidēji 73 gramī, pirmajos grūsnības mēnešos – 107 g, pēdējos grūsnības mēnešos – 124 g, laktācijas pirmajos divos mēnešos – 219 g un laktācijas pēdējos 2 mēnešos vidēji 154 g (*Luik et all., 2011*). Aitū mātēm, kurām dzimuši dvīņi, laktācijas pirmajos divos mēnešos sagremojamā proteīna vajadzība noteikta 415 g un laktācijas pēdējos 2 mēnešos vidēji 330 g (*Kott, 2010*).

Aitām pirms lecināšanas (2–3 nedēļas) jā palielina barības sausas daudzums, lai stimulētu ovulāciju. Tas panākams ar kvalitatīvu zāles zelmeni ganībās. Intensīva augļa attīstības periodā aitū mātes barības vielu rezerves samazinās, palielinot vajadzību pēc enerģijas līdz 30–50%, pēc sagremojamā proteīna 40–60%, un fosfora un kalcija 2–3 reizes.

Vaislas teķu ēdināšanā jāievēro, ka sagatavojot tos lecināšanas periodam, kā arī lecināšanas periodā, barības devai jābūt sevišķi vispusīgai un pilnvērtīgai. Tie jābaro ne tikai ar kvalitatīvu tauriņziežu zāli, bet arī kvalitatīvu sienu un pilnvērtīgu spēkbarību. Jāatceras, ka teķus nedrīkst pārbarot, jo dzīvnieka aptaukošanās samazina to aktivitāti, un tie saražo maz un nekvalitatīvu spermu. Ik dienas teķiem nodrošina 4–6 stundu lecināšanas aktivitāti kombinācijā ar pastaigām ganībās (ganīšanos).

Vaislas teķiem barības devā jāsabalansē enerģijas daudzums, sagremojamais proteīns, vitamīni un minerālvielas (3.25. tab.).

3.25. tabula

**Sagremojamā proteīna vajadzība vaislas teķiem
nelecināšanas un lecināšanas periodā**

Periods	Dzīvmasa, kg	Sagremojamais proteīns, g
Nelecināšanas periodā	90	150
	100	160
	110	170
	120	180
Lecināšanas periodā	90	245
	100	255
	110	270
	120	280

Igaunijā dažādu šķirņu vaislas teķiem ar dzīvmasu 100 kg sagremojamā proteīna vajadzība lecināšanas periodā ieteikta vidēji 138 g, ar 120 kg lielu dzīvmasu – vidēji 160 g (*Luik et al.*, 2011). Krievijā audzētajiem dažādu šķirņu vaislas teķiem tiek norādīta līdzīga vajadzība, piemēram, vaislas teķiem ar dzīvmasu 100 kg sagremojamā proteīna vajadzība vidēji sastāda 255 g.

Jēru ēdināšana. Latvijā lielākā daļa jēru dzimst agri (janvārī vai februārī), to barības devai jāsaturs daudz enerģijas un proteīna. Pienīga aitu māte pirmajā dzīves mēnesī ar pienu var nodrošināt jēru ar visām nepieciešamajām barības vielām, bet vēlāk tas jāpapildina ar kvalitatīvu zāles un graudu barības piedevu. Pēc atšķiršanas no mātes jēram jāuzņem nepieciešamās barības vielas ar zāles lopbarību un nelielu spēkbarības piedevu. Spēkbarības deva vienmēr būs atkarīga no pamatbarības – zāles lopbarības kvalitātes. Lai jēri ar vidējo dzīvmasu 20 kg (pēc atšķiršanas no mātes) iegūtu 150 līdz 200 g lielu dzīvmasas pieaugumu diennaktī, tiem jāuzņem 0.6 – 1 kg barības sausas, kurā ir 7–7.8 MJ maiņas enerģijas un 100 – 120 g kopproteīna (3. tab.). Palielinot plānoto augšanas tempu, jāpalielina arī barības vielu koncentrācija vienā kg sausas, ko var panākt, nomainot daļu zāles lopbarības ar kombinēto spēkbarību. Audzējamām aitām 90 līdz 120 dienu vecumā (40 līdz 50 kg) jāsamazina enerģijas daudzums barības

devā. Aitas nedrīkst aptaukoties, tas veicina tauku šūnu veidošanos arī tesmenī, kas vēlāk traucēs dziedzeršūnu attīstību un piena veidošanos.

3.26. tabula

**Barības sausnas un barības vielu vajadzība
jēriem ar dažādu plānoto augšanas tempu un dzīvmasu**

Dzīvmasa, kg	Sausnas vajadzība, kg	Dzīvmasas pieaugums diennaktī, g	Maiņas enerģija, MJ	Kopproteīns, g dienā
20	0.6 – 1.0	150	7.0	100
		200	7.8	120
		250	8.8	140
		300	9.8	160
		400	11.3	200
30	0.8 – 1.3	150	9.4	120
		200	10.5	140
		250	11.6	160
		300	12.8	185
		400	14.4	220
40	1.0 – 1.5	150	11.7	125
		200	13.0	150
		250	14.8	175
		300	15.8	200
		400	17.5	250

Lai aitām dažādā fizioloģiskajā stāvoklī nodrošinātu nepieciešamo sagremojamā proteīna un enerģijas vajadzību, jāsagatavo dažāda sastāva spēkbarības maisījumi (3.27. tabula).

Dažāda sastāva spēkbarības maisījumi (Dobos, 2000)

Spēkbarības maisījuma sastāvs un barības vielu saturs	Spēkbarības maisījums, Nr.			
	1	2	3	4
Mieži, g	250	250	300	333
Auzas, g	250	250	300	333
Kvieši, g	0	0	200	0
Kukurūza, g	200	300	0	333
Sojas spraukumi, g	300	200	0	0
Pupas, g	0	0	200	0
Kopā, g	1000	1000	1000	1000
Sausna, g	879	879	876	878
Sagremojamais proteīns, g	178	142	110	75

Tā kā aitas ēd dažādus augus, zinātnieki izpētījuši, kā vielmaiņas procesus ietekmē ķiploku lakstu pievienošana skābbarībai. Kā rādīja rezultāti, šāda barības piedeva nelielās devās pozitīvi ietekmē slāpekļa vielmaiņas procesus. Pētījuma grupai konstatēta augstāka slāpekļa absorbcija un barības vielu sagremojamība. Novērots samazināts acetātsavienojumu daudzums spureklī, bet palielināts propionātsavienojumu daudzums. Ķiploku piedevu izmantošana pozitīvi vērtējama bioloģiskajā lauksaimniecībā.

Ieteicamās barības devas atkarībā no jēru dzīvmasas un izbarojamā siena kvalitātes apkopotas 3.28. un 3.29. tabulā.

**Siena – spēkbarības barības deva
nobarojamiem jēriem ar dzīvmasu 20–30 kg
(Dobos, 2000)**

Barības deva	1 kg lopbarības, g		Kopā barības devā, g	
	sausna	sagremojamais proteīns	sausna	sagremojamais proteīns
Vajadzība			1200	112
0.7 kg vidējas kvalitātes siens	860	50	602	35
0.7 kg spēkbarības maisījums Nr.3	876	110	613	77
Nodrošinājums			1215	112
0.7 kg labas kvalitātes siens	860	65	774	58
0.5 kg spēkbarības maisījums Nr.3	876	110	438	55
Nodrošinājums			1212	113

**Siena – spēkbarības barības deva
nobarojamiem jēriem ar dzīvmasu 30–40 kg
(Dobos, 2000)**

Barības deva	1 kg lopbarības. g		Kopā barības devā, g	
	sausna	sagremojamais proteīns	sausna	sagremojamais proteīns
Vajadzība			1400	140
0.7 kg vidējas kvalitātes siens	860	50	602	35
0.95 kg spēkbarības maisījums Nr.3	876	110	832	104.5
Nodrošinājums			1434	139.5
0.85 kg labas kvalitātes siens	860	65	774	58
0.8 kg spēkbarības maisījums Nr.3	876	110	701	88
Nodrošinājums			1432	143.2

Nozīmīgi ir mikroelementi varš, kobalts, jods un selēns (3.30 tabula). Sēlēna trūkums var izraisīt baltmuskulu slimību.

Mikroelementu vajadzība jēriem diennaktī

Jēru vecuma grupas	Mikroelementu devas diennaktī, mg				
	Jods	Kobalts	Varš	Cinks	Dzelzs
Jēri līdz 6 mēnešu vecumam	0.2 – 0.4	0.3 – 0.5	7 – 10	40 – 60	50 – 65
Jēri no 6 – 12 mēnešu vecumam	0.25 – 0.35	0.35 – 0.60	6 – 12	50 – 60	48 – 76

Mikroelementu vajadzība atkarīga no aitu vecuma, dzimuma un fizioloģiskā stāvokļa. Lai apmierinātu vajadzību pēc mikroelementiem, aitām ziemā regulāri dod lapu koku un atvašu slotiņas, apšu zarus, skujas, kā arī sāls un mikroelementu briketes (Latvietis, 1991; Norvele & Kairiša, 2006).

Zirņu izmantošanas iespējas jēru nobarošanā

Izmēģinājums veikts zemnieku saimniecībā un vaislas teķu pārbaudes stacijā „Klimpas”. Izmēģinājumā izmantota zirņu šķirne „Bruno”. Izmēģinājuma saimniecībā no LT šķirnes jēriem izveidotas divas pēc vecuma un dzīvmasas līdzīgas jēru grupas (3.31. tab.).

3.31. tabula

Pētījuma shēma

Grupa	Teķu skaits	Barības deva
Kontroles	7	ganību zāle - neierobežoti
Pētījuma	7	siens un pašražoto graudu (miltu) maisījums - neierobežoti

Vasaras periodā saimniecībā visu vecumu un dzimumu aitas ganīja, bet izmēģinājuma grupas teķus pētījuma vajadzībām ievietoja kūtī un baroja ar sienu un pašražoto graudu maisījumu, kas izveidots no auzu, miežu, tritikāles un zirņu miltiem. Izbarotās lopbarības ķīmiskais sastāvs un tā izmaiņas apkopotas 3.32. tabulā. Pirmie lopbarības paraugi uz laboratoriju nogādāti, uzsākot pētījumu, bet otrie – pētījuma vidus posmā.

Pētījuma sākumā zirņu īpatsvars miltu maisījumā bija 15%, pētījuma vidus posmā – 20%, pētījuma beigās to samazināja līdz 15%, jo, palielinot zirņu īpatsvaru miltu maisījumā, jēriem novēroja gremošanas trakta traucējumus – uzpūšanos un caureju. Abu sienu paraugu ķīmiskā sastāva rezultāti liecina, ka siens sagatavots novēloti. Oktobrī izbarotā siena kvalitāte, salīdzinot ar augustā izbaroto, ir sliktāka, tajā mazāks kopproteīna saturs, nedaudz lielāks ADF, mazāks enerģijas līmenis un zemāka barības sagremojamība.

Līdzīgas barības vielu daudzuma izmaiņas novērotas arī miltu maisījumam, un oktobra sākumā izbarotajam maisījumam ir par 2% zemāka sagremojamība.

**Pētījuma grupas teķiem izbarotās barības
ķīmiskā sastāva salīdzinājums pa izmēģinājuma mēnešiem**

Paraugs	Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts		
		augusta sākumā	oktobra sākumā	+/-, salīdzinot ar augusta mēnesi
Nr. 1 siens	Sausna, %	86.88	86.68	-0.20
	Kopproteīns, %, (sausnā)	10.58	9.88	-0.70
	NDF, % (sausnā)	56.38	52.52	-3.86
	ADF, % (sausnā)	35.45	35.89	+0.44
	NEL, MJ/kg sausas	5.78	5.74	-0.04
	Koppelni, % (sausnā)	7.18	...	-
	Ca, % (sausnā)	0.55	...	-
	P, % (sausnā)	0.24	...	-
	Sagremojamība, %	61	60	-1
Nr. 2 miltu maisījums ar zirņiem	Sausna, %	86.79	86.57	-0.22
	Kopproteīns, %, (sausnā)	16.58	13.86	-2.72
	NDF, % (sausnā)	42.89	47.58	+4.69
	ADF, % (sausnā)	5.82	8.31	+2.49
	NEL, MJ/kg sausas	8.15	7.95	-0.20
	Tauki, % (sausnā)	1.79	...	-
	Koppelni, % (sausnā)	3.09	...	-
	Ca, % (sausnā)	0.07	...	-
	P, % (sausnā)	0.46	...	-
	Sagremojamība, %	84	82	-2

Otrajā izmēģinājumā par zirņu izmantošanas iespējām jēru nobarošanā izmantota 3 veidu spēkbarība (3.33. tab.).

Pētījuma shēma vairošanas teķu pārbaudes stacijā „Klimpas”

Grupa	Izbarotā spēkbarība	Ražotājs	Proteīna avots	Teķu skaits
Kontroles	kombinētā	Vācija	soja	3
1. izmēģinājuma	kombinētā	Vācija	lucernas milti	3
2. izmēģinājuma	pašražotu graudu maisījums	Latvija	zirņi	3

Izmēģinājuma jēri svērti pēc iepirkšanas, uzsākot un noslēdzot izmēģinājumu, kā arī pēc 12 stundu badināšanas – pirms jēru nokaušanas. Jēru nobarošana stacijā pabeigta, sasniedzot vismaz 38 kg. Jēri kauti sertificētā kautuvē.

Izmantojot iegūtos dzīvmasas rezultātus, aprēķināts absolūtais dzīvmasas pieaugums (A) diennaktī, pēc formulas:

$$A = \frac{Wt - W_0}{t}, \quad (1)$$

kur Wt – dzīvmasa perioda beigās, kg
 W_0 – dzīvmasa perioda sākumā, kg
 t – perioda ilgums, dienās.

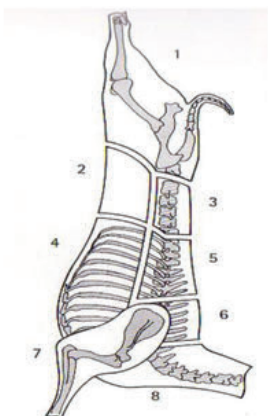
Pēc jēru nokaušanas nosvērti liemeņi un aprēķināts iegūtais kautiznākums:

$$K = \frac{Km}{Wk} \times 100 \quad (2)$$

kur K – kautiznākums, %
 Wk – dzīvmasa pirms kaušanas, kg
 Km – liemeņa svars, kg

Liemeņu kvalitāte novērtēta, izmantojot Eiropā izstrādātu aitu liemeņu klasifikācijas standartu, kur muskulatūras attīstības novērtējuma apzīmēšanai izmantoti EUROP burtu apzīmējumi, kuru nozīme ir sekojoša: E – teicami attīstīta (skaitliskais apzīmējums – 1), U – ļoti labi attīstīta (2), R – labi (3), O – vidēji (4), P – vāji attīstīta muskulatūra (5). Tauku noslēpuma pakāpe apzīmēta ar skaitļiem no 1–5, kur 1 – ļoti zems, 2 – zems, 3 – vidējs, 4 – augsts, 5 – ļoti augsts. Izmantojot mērlenti, nomērīts liemeņa garums un gurnu apkārtmērs.

Pēc vērtēšanas liemenis sadalīts uz pusēm, vēlāk liemeņa labā puse sadalīta pa izcirtņiem, izņemot kakla izcirtni, kura masu noteica veselam liemenim, atbilstoši 3.7. attēlā dotajai shēmai.



1–gūžas/ ciskas izcirtnis
 (griezums izdarīts starp 5./6. jostas
 skriemeli),
 2–pavēdere (zemjostas daļa),
 3–jostas daļa (1. –5. jostas skriemelis
 ar fileju),
 Liemeņa izcirtņu analīzei 4., 5., un 6.
 izcirtņi svērām kā vienu gabalu);
 7–plecs,
 8–kakls (1.–7. kakla skriemelis)

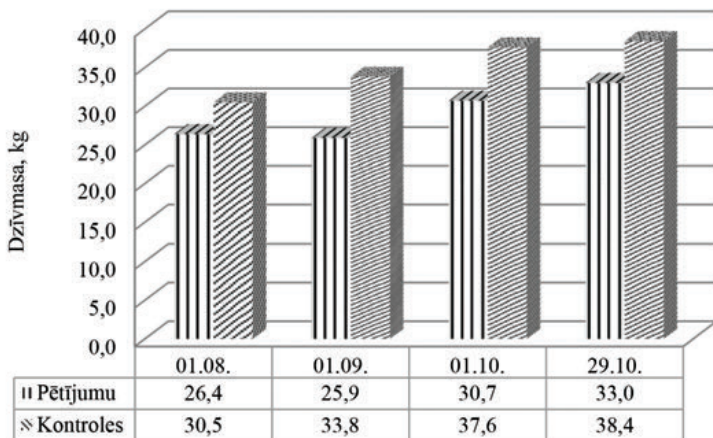
3.7. att. Jēra liemeņa daļas (modificēts pēc Korns, 1992).

Sadalītie izcirtņi atkauloti un sadalīti pa audu veidiem: muskuļaudi, kauli, taukaudi un saistaudi. Izmantojot iegūtos rezultātus, aprēķinātas audu attiecības: gaļas (muskuļaudi + taukaudi) un kaulu (gaļīguma koeficients), muskuļaudu un taukaudu. Zinātniskā institūta BIOR laboratorijā gaļas ķīmiskā sastāva analīzei tika izmantoti paraugi no *Quadriceps femoris* muskuļa. Datu matemātiskā apstrāde veikta ar *Microsoft Excel* datorprogrammu. Aprēķināti: vidējais matemātiskais, standartklūda, standartnovirze, datu izkliedes raksturošanai – variācijas koeficients. Iegūto rezultātu salīdzināšana pa pētījuma grupām veikta ar t-testu nesaistītām paraugkopām, atšķirības norādītas ar mazajiem alfabēta burtiem ($p \leq 0,05$).

Teķu (jēru) augšanas rādītāju analīze izmēģinājuma saimniecībā.

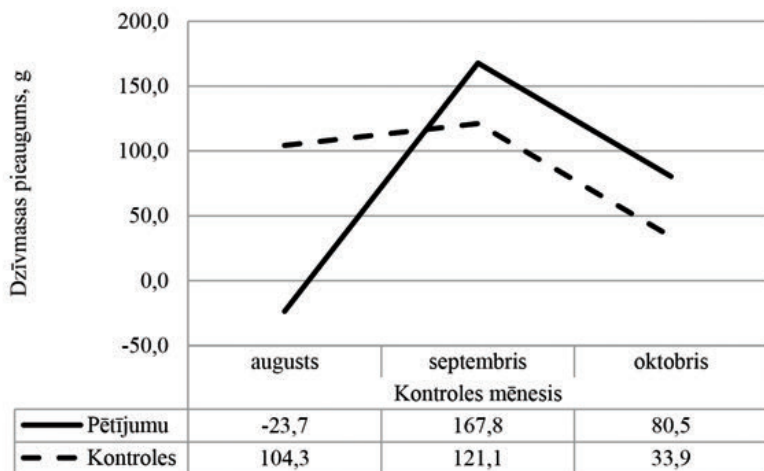
Uzsākot **pirmo** izmēģinājumu, jēru vecums bija vidēji 4 mēneši, bet dzīvmasa robežās no 25 līdz 31 kg. Izmēģinājums ilga 3 mēnešus, izmēģinājuma beigās atsevišķu jēru dzīvmasa sasniedza 40 kg, vidējās dzīvmasas izmaiņas izmēģinājuma laikā apkopotas 3.8. attēlā.

Izmēģinājuma grupas jēru adaptācija (pāreja no ganībām uz kūti) jaunajos turēšanas un ēdināšanas apstākļos nebija veiksmīga, novēroti gremošanas traucējumi (caureja), rezultātā jēri mēneša laikā nebija pieņēmuši svarā, bet gan zaudējuši vidēji 0.5 kg no savas ķermeņa masas. Visā izmēģinājuma laikā (90 dienas) kontroles grupas jēriem dzīvmasas pieaugums bija 7.9 kg, bet izmēģinājumu grupas jēriem – 5.4 kg, kas ir par 2.5 kg mazāks. Aprēķinātais dzīvmasas pieaugums diennaktī (3.9. att.) pārliecinoši atspoguļo adaptācijas perioda sekas, kā arī turpmāko jēru augšanas tempu.



3.8. att. Jēru dzīvmasas izmaiņas izmēģinājuma laikā, kg.

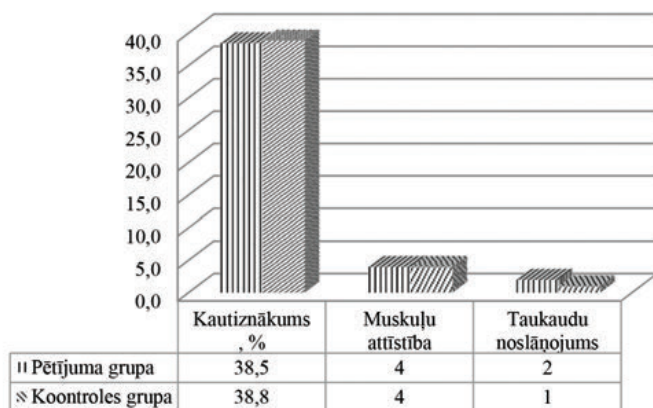
Septembra mēnesī izmēģinājuma grupas jēri sasniedza būtisku dzīvmasas pieauguma kāpinājumu, vidēji 4.8 kg. Lai nodrošinātu optimālam augšanas ātrumam nepieciešamo proteīna un enerģijas daudzumu, tika palielināts zirņu miltu īpatsvars graudu maisījumā līdz 20%, kā rezultātā jēriem atkārtoti novēroja gremošanas trakta traucējumus un dzīvmasas pieauguma strauju samazināšanos.



3.9. att. Jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī pētījuma laikā, g.

Kontroles grupas jēriem nemainīja ne turēšanas, ne barošanas apstākļus, tomēr, samazinoties zālāju ražībai un pasliktinoties to kvalitātei, arī kontroles grupas jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī samazinājās vidēji līdz 40 g. Iegūtie rezultāti kopumā liecina par mazu jēru augšanas ātrumu, jo nevienā no grupām un nobarošanas periodiem netika sasniegts iespējamais vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī – līdz 200 g.

Kaušanas datu analīze. No katras grupas nokāva 3 jērus. Iegūtā liemeņa iznākums (kautiznākums, %) un liemeņa kvalitātes vērtējuma rezultāti apkopoti 3.10. attēlā.



3.10. att. Kautiznākums un liemeņa kvalitātes vērtējums.

Izmēģinājuma un kontroles grupas jēriem kautiznākums bija zems, attiecīgi 38.5% un 38.8%. Arī liemeņu kvalitātes vērtējums zems, visi liemeņi novērtēti ar O klasi, taukaudu noslāņojums zems (vēlamais vērtējums 1–2 punkti), kontroles grupas teķu liemeņiem 1 punkts, bet izmēģinājuma grupas liemeņiem, vidēji 2 punkti. Liemeņa tālākai analīzei izmantota labā puse, liemeņu sadales procesā iegūtie izcirtņi apskatāmi 3.11. attēlā.



3.11. att. Pētījuma grupas teķu liemeņa izcirtņi (D. Kairiša).

Iegūtie liemeņa izcirtņu (daļu) svara un daļu lieluma rezultāti apkopoti 3.34. tabulā. Lielākais vērtīgo izcirtņu daļu (ciskas/ gurns lāpstiņas un pleca)

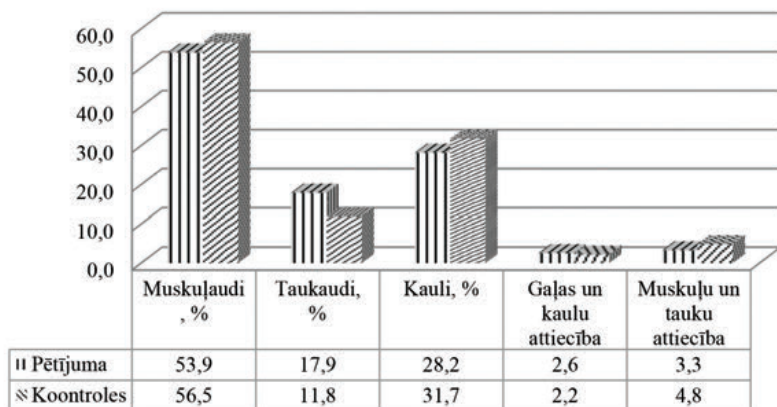
īpatsvars liemenī iegūts no kontroles grupas jēru liemeņiem, bet jostas un krūšu daļa, kur ietilpst arī muguras garais muskulis – no izmēģinājuma grupas jēriem.

3.34. tabula

Liemeņa izcirtņu iznākums

Grupa	Pusliemeņa masa, kg	Ciska - gurns		Pavēdere		Jostas daļa	
		kg	%	kg	%	kg	%
Izmēģinājuma	5.8	2.1	35.4	0.3	4.7	0.4	6.6
Kontroles	6.6	2.7	40.6	0.2	2.7	0.3	3.9
Grupa	Krūšu daļa bez lāpstiņas		Lāpstiņa un plecs		Kakls		
	kg	%	kg	%	kg	%	
Izmēģinājuma	1.5	25.7	1.2	20.9	0.4	6.7	
Kontroles	1.5	22.4	1.4	21.8	0.6	8.5	
	2.1	23.9	1.8	20.6	0.6	6.6	

Liemeņa audu daļu iznākums un attiecības redzamas 3.12. attēlā. Lielākais patērētājiem tīkamākās (pieprasītākās) audu daļas (muskulaudi) iznākums liemenī iegūts no kontroles grupas jēru liemeņiem, vidēji – 56.5%, bet izmēģinājuma grupas jēru liemeņos bija par 6.1% vairāk tauku, kas norāda uz pastiprinātu taukaudu veidošanās tendenci jēriem, kuri baroti ar graudu barību, ko, iespējams, veicināja graudos esošā ciete.



3.12. att. Liemeņa audu iznākums un attiecības.

Lielākais kaulu īpatsvars iegūts no kontroles grupas teķu liemeņiem – 31.7%. Lielākā gaļas un kaulu attiecība iegūta no izmēģinājuma grupas teķu liemeņiem. Tomēr labākā muskuļaudu un taukaudu attiecība bija kontroles grupas teķu liemeņiem, kur uz 1 kg taukaudu bija 4.8 kg muskuļaudu. Analizētie

liemeņa audu veidi un BIOR laboratorijai sagatavotie muskuļaudu paraugi redzami 3.13. attēlā.



3.13. att. Pēc liemeņu sadales audu daļas: kauli, tauki un muskuļi
(D. Kairiša).

Otrajā izmēģinājumā izmantoti LT šķirnes teķi (jēri), kuru vidējais vecums nobarošanas sākumā bija 3 mēneši un vidējā dzīvmasa no 23.8 līdz 26.2 kg. Nobarošana ilga vidēji 3 mēnešus. Noslēdzot nobarošanu, visu grupu jēru dzīvmasa pārsniedza 55 kg robežu.

3.35. tabula

Kontroles un pētījuma grupu teķu dzīvmasas izmaiņas nobarošanas laikā

Grupa	Uzsākot nobarošanu		Nobarošanas beigās	
	teķu vecums, dienas	teķu dzīvmasa, kg	teķu vecums, dienas	teķu dzīvmasa, kg
Kontroles	87	26.2	181	56.5
1. izmēģinājuma	90	23.8	184	55.8
2. izmēģinājuma	97	26.0	191	55.1

Visu grupu jēriem visā nobarošanas laikā vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī bija līdzīgs: kontroles grupai – 321 g, 1. izmēģinājuma grupai – 343 g, bet 2. izmēģinājuma grupai – 309 g.

Pētījuma ekonomiskā pamatojuma atspoguļošanai izmantots 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei patērētais dažāda sastāva spēkbarības daudzums un tās izmaksas. Iegūtie rezultāti apkopoti 3.36. tabulā.

3.36. tabula

Veiktā pētījuma ekonomiskais pamatojums

Izbarota spēkbarība	Grupa					
	kontroles		1. izmēģinājuma		2. izmēģinājuma	
	kombinētā spēkbarība ar soju, kg	izmaksas, euro	kombinētā spēkbarība ar lucernas miltiem, kg	izmaksas, euro	graudu maisījums (auzas + zirņi), kg	izmaksas, euro
Vaislas teķu teķu pārbaudes stacija						
Uz 1 kg dzīvmasas pieauguma	5.41	2.93	4.94	2.46	5.09	1.32
Zemnieku saimniecība						
Uz 1 kg dzīvmasas pieauguma	x	x	8.6	2.43	x	x

Vaislas teķu pārbaudes stacijā mazākais spēkbarības patēriņš jēru nobarošanā iegūts, izmantojot spēkbarību ar lucernas zāles miltu piedevu. 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei ekonomiski lētākā bija zirņu piedevas izmantošana – 1.32 eiro. Z/s jēru 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei patērēja 8.6 kg miltu maisījuma, kura izmaksas bija 2.43 eiro, līdzīgi kā izmantojot spēkbarību ar lucernas miltu piedevu.

Zirņu miltu piedeva (līdz 15%) pie pašražoto citu graudu miltiem var uzlabot kopproteīna daudzumu maisījuma barības sausnā. Jāņem vērā, ka jēru pieradināšana pie šāda miltu maisījuma var ilgt līdz 2 nedēļām un to nevajag piemērot, mainot arī pamatbarību (ganību zāle – siens). Viena kg dzīvmasas pieauguma ieguvei dažādos apstākļos nobarotie jēri izmantoja no 5 līdz 8 kg kombinētās spēkbarības vai miltu maisījuma, kas izmaksāja no 1.32–2.91 eiro, dārgākā bija kombinētās spēkbarības izmantošana, kuras sastāva iekļauta soja. Zirņu piedevas izmantošana neuzlabo muskuļaudu daudzumu lie-menī, bet palielina taukaudu daudzumu, kas kopumā pasliktina liemeņa kvalitatīti un var samazināt jēru realizācijas cenu. Nodrošinot kvalitatīvu ganību zāli, jēru nobarošana var būt tikpat veiksmīga, kā nobarojot jērus telpās ar pašražoto graudu miltu maisījumu, kurā ir līdz 17% kopproteīna un 8 MJ NEL.

Lauka pupu izmantošanas iespējas jēru nobarošanā

Izmēģinājums par lauka pupu izbarošanas iespējām jēru intensīvai nobarošanai veikts vaislas teķu stacijā. Izmēģinājums ilga 3 gadus un tajā izmantoti 2014., 2015. un 2016. gadā dzimuši Latvijas tumšgalves šķirnes teķi (turpmāk jēri), kuri iepirkti 2.5–3 mēnešu vecumā no Latvijā reģistrētām aitū audzēšanas saimniecībām.

Jēri izvietoti āra nojumēs pa 3–4 dzīvniekiem katrā. Nojumes bija dziļās kūts tipa ar salmu pakaišiem. Īdens padeve automatizēta – bļodiņas tipa dzirdnes. Jēru nobarošanu uzsāka pēc adaptācijas perioda, kas atkarībā no jēru aklimatizācijas, ilga no 2 līdz 3 nedēļām. Izmēģinājuma shēma attēlota 3.37. tabulā.

3.37. tabula

Izmēģinājuma shēma

Izmēģinājuma grupa	Jēru skaits	Rupjā lopbarība (neierobežoti)	Spēkbarība (neierobežoti)
Kontroles	16	stiebrzāļu siens	pēc Vācijā izstrādāta sastāva Latvijā ražota kombinātā spēkbarība
Izmēģinājuma	19	stiebrzāļu siens	lauka pupu un auzu miltu maisījums (50% / 50%)

Izmēģinājuma grupas jēri saņēma pupu un auzu miltu maisījumu neierobežotā daudzumā, bet kontroles grupas jēri kombinēto spēkbarību, tās sastāvs apkopots 3.38. tabulā. Lai tuvinātu galveno barības vielu sastāvu kombinētās spēkbarības sastāvam, miltu maisījumā pupas un auzas bija vienādās daļās 50% un 50%, lai gan pēc profesora Latvieša (2013) un citu zinātnieku ieteikumiem, pupām barības maisījumā nevajadzētu pārsniegt 20%.

**Izmēģinājuma laikā izbarotā miltu maisījuma
un kombinētās spēkbarības sastāvs**

Paraugs	Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Spēkbarības sastāvs pa pētījuma gadiem		
		2016.	2015.	2014.
Nr. 1. Pupas un auzas (miltu maisījums)	Sausna, %	89.50	90.14	88.77
	Kopproteīns, %, (sausnā)	20.51	19.22	18.32
	NDF, % (sausnā)	18.76	18.40	21.21
	ADF, % (sausnā)	10.54	12.17	13.41
	NEL, MJ/kg sausas	7.77	7.64	7.54
	Koppelni, % (sausnā)	5.42	5.04	5.88
	Ca, % (sausnā)	0.64	0.56	0.48
	P, % (sausnā)	0.53	0.45	0.63
Nr. 2. Kombinētā spēkbarība	Sausna, %	88.11	88.21	89.04
	Kopproteīns, % (sausnā)	23.32	21.98	22.61
	NDF, % (sausnā)	24.27	24.63	23.87
	ADF, % (sausnā)	11.93	11.05	12.36
	NEL, MJ/kg sausas	7.66	7.73	7.62
	Koppelni, % (sausnā)	9.11	9.61	9.66
	Ca, % (sausnā)	1.62	1.86	1.73
	P, % (sausnā)	0.80	0.80	0.81
	Sagremojamība, %	79.60	79.80	79.27

Sagatavotā lauka pupu un auzu miltu maisījuma sastāvā vidēji bija par 2% zemāks kopproteīna saturs, enerģijas saturs līdzvērtīgs, bet mazāks Ca un P saturs, kas skaidrojams ar to, ka miltu maisījumam netika pievienotas minerālvielas. Izmēģinājuma laikā arī siens izbarots neierobežoti. Siena kvalitatē – vidēja (3.39. tab.). Papildus tika izēdināta minerālbarība.

3.39. tabula

Izmēģinājuma laikā izbarotā siena ķīmiskais sastāvs

Sastāvs, %	Siena sastāvs pa pētījuma gadiem		
	2014	2015	2016
Sausna, %	95.34	83.96	86.95
Kopproteīns, % (sausnā)	7.00	8.77	9.66
Kokšķiedra	...	...	36.37
NDF, % (sausnā)	53.58	57.13	58.36
ADF, % (sausnā)	41.38	32.77	36.14
NEL, MJ/kg sausas	5.31	5.99	5.72
Koppelni, % (sausnā)	7.95	5.79	5.64
Ca, % (sausnā)	0.95	0.41	0.48
P, % (sausnā)	0.21	0.24	0.21

Iegūtā siena ķīmisko sastāvu ietekmēja mainīgie klimatiskie apstākļi. Kā liecina 9. tabulā apkopotie rezultāti, nekvalitatīvs siens iegūts 2014. gadā, siens pāržāvēts – sausna 95.34%, zems proteīna saturs – 7%. Arī pārējos pētījuma gados iegūtā siena kvalitāte ir samērā zema, kas liecina, ka siens iegūts no nekvalitatīviem zālājiem, kā arī pļauts novēloti.

No iepirktajiem LT šķirnes jēriem izveidotas divas grupas (3.40. tab.). Izmēģinājuma grupas jēru vidējais vecums, tāpat kā izmēģinājumā par zirņu izmantošanas iespējām, bija 3 mēneši. Kontroles grupas jēri bija par 8.3 dienām vecāki un par 2.4 kg smagāki. Tāda tendence saglabājās arī izmēģinājuma noslēgumā, kad izmēģinājuma grupas jēri bija par 9.4 dienām jaunāki un par 6.1 kg vieglāki.

3.40. tabula

Izmēģinājumā izmantoto jēru vecums un dzīvmasa pirms un pēc nobarošanas

Grupa	Uzsākot izmēģinājumu		Izmēģinājuma beigās	
	vecums, dienas	dzīvmasa, kg	vecums, dienas	dzīvmasa, kg
Izmēģinājuma	92.7 ^a	27.4 ^a	167.2 ^a	42.7 ^a
Kontroles	101.0 ^a	29.8 ^b	177.6 ^b	48.8 ^b

a, b – ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Izmēģinājuma ilgums abās grupās pārsniedza 2 mēnešus, bet tā laikā izmēģinājuma grupas jēri pieņēmas par 15.3 kg, kontroles grupā – 19.0 kg, sasniedzot attiecīgi 247.4 un 280.4 g dzīvmasas pieaugumu diennaktī (3.41. tab.). Proteīna nepietiekamība un nesabalansēšana ar enerģiju barības devā bija iemesls būtiski mazākam dzīvmasas pieaugumam diennaktī un mazākai jēru dzīvmasai pirms kaušanas.

3.41. tabula

Izmēģinājuma perioda ilgums un jēru dzīvmasas pieaugums

Grupa	Izmēģinājuma ilgums, dienas	Pieaugums izmēģinājuma laikā, kg	Dzīvmasas pieaugums diennaktī izmēģinājuma laikā, g
Izmēģinājuma	63.4 ^a	15.3 ^a	247.4 ^a
Kontroles	67.7 ^a	19.0 ^b	280.4 ^b

a, b – ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Pēc nokaušanas iegūti vidēji no 18.8 kg (izmēģinājuma grupa) līdz 21.1 kg (kontroles grupa) smagi liemeņi. Iegūtais kautiznākums un liemeņa vērtējums apkopoti 3.42. tabulā. Jēru kautiznākums starp grupām atšķīrās par 2.3%, bet aprēķinātais kautiznākums tikai par 0.9%, sasniedzot LT šķirnei

atbilstošu kautiznākumu 44.6 % (kontroles grupa) un 45.5% – izmēģinājuma grupai.

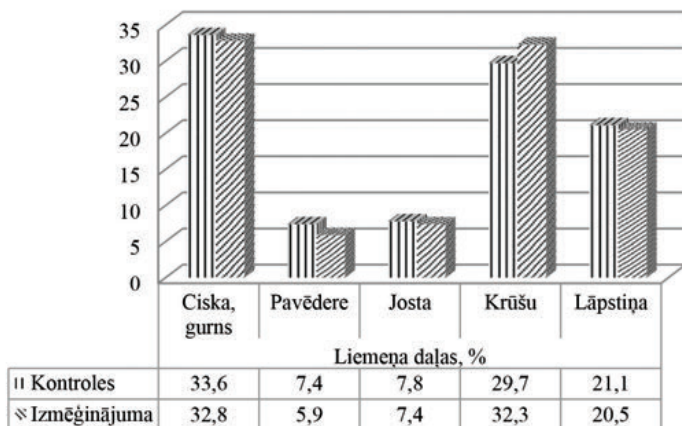
3.42. tabula

Kautiznākums un jēru liemeņu vērtējuma rezultāti

Grupa	Kaut- iznākums, %	Liemeņa garums, cm	Gurnu apkārtmērs, cm	Taukaudu slāņa biezums, mm	Muskuļaudu attīstības vērtējums, punkti
Izmēģinājuma	45.5 ^a	72.3 ^a	63.8 ^a	2.8 ^a	3.3 ^a
Kontroles	44.6 ^a	72.5 ^a	68.5 ^b	1.5 ^b	2.9 ^a

a, b – ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Izmēģinājuma grupas jēru liemeņi bija par 0.2 cm īsāki, ar 4.7 cm mazāku gurnu apkārtmēru, par 1.3 punktiem lielāku taukaudu slāņa novērtējumu un kopumā ar vājāk attīstītu muskulatūru, ko apstiprina lielāks muskuļaudu novērtējums punktos (daļa no liemeņiem novērtēta ar O klasi, bet kontroles grupā daļa no liemeņiem novērtēti ar R+ klasi). Retais patērētājs tirgū iegādājās visu liemeņi. Lielākā daļa liemeņu tiek sadalīti pa izcirtņiem un tālāk piedāvāti par atšķirīgu cenu, kas skaidrojams ar atšķirīgu tajos esošo kaulu daļu. Vērtīgākie liemeņa izcirtņi ir ciska, gurns, josta, lāpstīņa (3.14. att.).



3.14. att. Jēru liemeņu izcirtņu daļu salīdzinājums, %.

No izmēģinājuma grupas jēru liemeņiem, salīdzinot ar kontroles grupu, iegūta lielāka krūšu daļa, kas ir lētākais izcirtnis, bet kontroles grupā lielākas bija vērtīgākās liemeņu izcirtņu daļas.

Lopbarības patēriņš 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei norāda uz barības devā esošo barības vielu konversiju (3.43. tab.).

3.43. tabula

Lopbarības patēriņš 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei

Grupa	Lopbarība	Izmēģinājuma gads		
		2014	2015	2016
Izmēģinājuma	Siens, kg	3.03	3.83	3.14
	Milti (pupas + auzas), kg	5.74	5.33	4.55
Kontroles	Siens, kg	3.42	4.01	2.56
	Kombinētā spēkbarība, kg	5.49	4.63	4.22

Lielākais siena patēriņš 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei novērots 2015. gadā, izmēģinājuma grupas jēriem – 3.83 kg, bet kontroles grupas jēriem – 4.01 kg. Lielākais spēkbarības patēriņš – 2014. gadā, attiecīgi – 5.74 kg izmēģinājuma grupā un 5.49 kg kontroles grupā. Mazākais barības patēriņš abās grupās novērots 2016. gadā, kas skaidrojams ar vaislas teķu pārbaudes stacijā novērtētu, kvalitatīvu vaislas teķu izmantošanu pēcnācēju ieguvei saimniecībās, no kurām iepirkti jēri nobarošanai. Ņemot vērā lopbarības izmaksas, viena kg dzīvmasas pieauguma ieguve izmēģinājuma grupā bija lētāka, nekā kontroles grupā.

Lauka pupas maisījumā ar auzām nodrošina vidēju jēru augšanas ātrumu, vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī pētījuma laikā – 247 g. Iekļaujot spēkbarības maisījumā pupas, liemeņu kvalitātes vērtējums ir vidējs, vājāk attīstīta gurnu daļas muskulatūra, zemāks liemeņa muskuļaudu attīstības vērtējums, palielināts aptaukojums, kas pasliktina liemeņu vizuālo izskatu, mazāka muskuļaudu un taukaudu, kā arī kaulu attiecība. Viena kg dzīvmasas pieauguma ieguvei patērēti aptuveni 5 kg spēkbarības un 2.5 kg siena sausas. Izbarojot lopbarības pupu un auzu maisījumu, barības izmaksas ir vidēji par 30% zemākas, nekā, izēdinot iepirkto kombinēto spēkbarību.

Pākšaugu izēdināšanas ietekme uz jēru gaļas kvalitāti

Izmēģinājuma laikā uz BIOR laboratoriju nosūtīti un analizēti 26 jēru gaļas paraugi. Jēru skaits pa grupām, to vecums, gaļas pH un holesterīna līmenis apkopots 3.44. tabulā.

3.44. tabula

Izmēģinājuma jēru vecums, gaļas pH un holesterīna saturs

Izbarotā lopbarība	Gaļas paraugu skaits	Jēru vecums nokaujot, dienas	pH, pie 20°C	Holesterīns, mg/100g
Kombinētā spēkbarība	6	145.8 ^a	5.51 ^a	92.0 ^a
Pupu un auzu maisījums	14	167.1 ^b	5.72 ^b	73.9 ^b
Zirņu, auzu, miežu un tritikāles maisījums	3	234.6 ^c	5.74 ^b	114.4 ^a
Ganību zāle	3	235.0 ^c	5.76 ^b	210.4 ^c

Ar kombinēto spēkbarību nobarotie jēri nokaujot bija būtiski jaunāki, bet ganībās un ar zirņu piedevu nobaroto jēru vecums bija gandrīz 8 mēneši. Lai gan šīs grupas jēriem tauku saturs gaļā bija mazākais, tas tomēr negarantēja mazāko holesterīna daudzumu, gluži pretēji – tas bija augstākais. Zemākais holesterīna saturs iegūts jēru gaļā, kurus nobaroja ar pupu un auzu miltiem.

Ganībās un ar miltu maisījumu, kura satāvā bija zirņi, nobaroto jēru gaļas mitrums bija virs 70%, norādot uz mazāku sausnas daļu, kas izskaidrojams ar ļoti zemu tauku daļu, tikai 4.8% ar zirņu piedevu līdz 4.9% ar ganību zāli nobarotiem jēriem. Lielākais tauku daudzums gaļā bija ar kombinēto spēkbarību nobarotiem jēriem. Tātad, neskatoties uz to, ka jēri bija jauni, tikai nedaudz vecāki par 4 mēnešiem, to gaļā bija liels tauku daudzums. Līdzīgi rezultāti iegūti jēru grupā, kurus nobaroja ar pupu un auzu miltu maisījumu. Lai gan vizuāli liemeņi bija ar lielu aptaukojumu, taukaudu vērtējums – vidēji 3 punkti, iegūtā gaļa bija ar zemu holesterīna līmeni. Ilgāku periodu nobaroto jēru gaļā bija būtiski lielāks minerālvielu (pelnu) saturs, ganībās nobaroto – pat 1.3%. Nepiesātināto taukskābju saturs taukos apkopots 3.45. tabulā.

Izmēginājuma jēru gaļā esošo nepiesātināto taukskābju daudzums

Izbarotā lopbarība	Linolskābe [C18:2 n6c]	Linolelaidīnskābe [C18:2n6t]	Oleīnskābe [C18:1 n9c]	Palmitoleīnskābe [C16:1 n9c]	Alfa-linolēnskābe [C18:3 n3]
	Omega - 6		Omega - 9		Omega - 3
Kombinētā spēkbarība	4.51 ^b	0.71 ^a	40.02 ^a	1.97 ^a	0.54 ^a
Pupas un auzas	3.26 ^a	0.84 ^a	41.76 ^a	1.74 ^a	0.70 ^b
Zirņu, auzu, miežu un tritikāles maisījums	2.63 ^c	0.43 ^b	37.07 ^b	1.87 ^a	1.23 ^c
Ganības	2.70 ^c	0.50 ^b	36.00 ^b	1.63 ^a	1.50 ^c

a, b, c – ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Varam secināt, ka iegūtās gaļas kvalitāte atkarīga no kauto jēru vecuma. Jēru gaļas ķīmiskā sastāva analīze liecina, ka intensīvi nobarotu jaunāku jēru gaļā (nobaroti stacijā ar kombinēto spēkbarību vai pupu un auzu miltu maisījumu) ir vairāk tauku un tādu nepiesātināto taukskābju kā linolskābes, linolelaidīnskābes palmitoleīnskābes, bet mazāk olbaltumvielu, minerālvieļu, holesterīna un alfa-linolēnskābes. Ganībās nobarotu, vai ar pašražoto graudu miltu maisījumu, kuru sastāvā ir zirņi, auzas, mieži un tritikāle, nobarotu jēru gaļa tiek iegūta ar zemu tauku un augstu minerālvieļu saturu.

Literatūra

Ambrosoli R.; Stasio L.; Mazzoco P. (1988) Content of α s1-casein and coagulation properties in goat milk. J. Dairy Sci., v. 71, p.24–28.

Baars T., 1998. Future systems in organic farming: grassland and fodder production. The future of organic farming systems. Proceedings of the Fourth ENOF Workshop / The European Network for Scientific Research coordination in organic farming: Edinburg, UK, pp 39–48.

Barbals R., Brosova A. (2013) Lopbarības pupu šķirņu salīdzinājums. Zinātniski praktiskā konference Lauksaimniecības veiksmīgai saimniekošanai 21.–22. 02. 2013. Jelgava, LLU P. 209–214.

Bed S., Nagy Z. (1999) Milk urea and lactose as indicators of the protein and energy status in lactating ewes and goats. <http://www.fao.org/regional/europe/PUB/RTS50/204.htm>

Bewely, J., Peacock, A., Lewis, O., Boyce, R., Roberts, D., Coffey, P., Kenyon, S. and Schutz, M. (2008) Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. *J. DairySci.* 91: 3439–3453.

Bijgaart, H., van den (2003) Urea. New applications of mid-infra-red spectrometry. *Bulletin of the IDF*, 383, pp. 5-15.

Broderick G.A. (2003) Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, pp. 1370 – 1381.

Buttchereit, N., Stamer, E., Junge, W., Thaller, G. (2010) Evaluation of five lactation curve models fitted for fat: protein ratio of milk and daily energy balance. *Journal of Dairy Science*, 93, 4, pp. 1702–1712.

Carlsson J., Bergstrom J., Pehrson B. (1995) Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk. *Acta Vet. Scand.* 36, pp. 245–254.

Chang S. L. (2015) *Dietary Nutrients, Additives and Fish Health*. Canada, 255 p.

Cheeke P. R. and Kelly I. D. (1989) Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. *Wageningen*, pp. 189–201.

Chen X. B., Franklin M. F., Orskov E. R., et al. (1992) The effect of feed intake and body weight on purine derivative excretion and microbial protein supply in sheep. *Journal of Animal Science*, Vol. 70, p. 1534–1542

Ciltsdarba programma Būru šķīmes kazām 2013–2018. gadam: http://www ldc.gov.lv/upload/doc/buru_kazu_ciltsdarba_programma_20013_2018.pdf

Clark S.; Sherbon, J.W. (2000) Genetic variants of alphas1-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Rum. Res.*, v. 38, p. 135–143.

Culleton N., Barry P., Fox R., Schulte R., Finn J. (2001) *Principles of Successful Organic Farming*. - Teagasc, UK, 162 p.

Damián J.P.; Sacchi I.; Reginensi S.; De Lima D.; Bermúdez J. (2008) Cheese yield, casein fractions and major components of milk of Saanen and Anglo-Nubian dairy goats. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*60 (6).

Dawson A. K., Tricarico J. (2002) No rauga līdz Yea-Sacc. Navigating from Niche Markets to Mainstream. – R., 13 p.

Degola L. (2015). Effect of pulse in finishing pig feeding. *Engineering for rural development. Proceedings of International conference*, pp.119–126

Degussa (2006) Amino Dat.3.0.The amino acid composition of feedstuffs, 5th rev.ed. Degussa AG., Feed ADDITIVES, Hanau, Germany.

Dobos G. (2000) *Zeitgemässe schafhaltung / 3.neu bearbeitete Auflage*. Leopold Stocker Verlag, Graz – Stuttgart, s.185

EC directive 999, (2001).Regulation (EC) No 999/2001 of the

European Parliament and of the Council of 22 May 2001 laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies. Official Journal of the European Communities L 147/1 – L 147/40.

Eicher, R., Bouchard, E., Bigras-Poulin, M. (1999) Factors affecting milk urea nitrogen and protein concentrations in Quebec dairy cows. Preventive Veterinary Medicine, 39, pp. 53–63

Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere (1999) / Heinz Jeroch; Winfried Drochner; Ortwin Simon; Armin Dittrich. – Stuttgart: Ulmer, s. 464–483

Esads P. (2000). The role of protein supplementation in manipulation of body composition of lamb. A thesis submitted in total fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 148 p.

Feligini M. et al. (2005) Caprine α 1-Casein Polymorphism: Characterisation of A, B, E and F Variants by Means of Various Biochemical and Molecular Techniques: Caprine α 1-Casein Polymorphism. J. Food Technol. Biotechnol. 43 (2), pp. 123–132.

Field C. (2013) Amino acids and immune function in livestock and avian species. Presentation in the Mini-Symposium on Amino Acids in Animal Nutrition: 11th World Conference on Animal Production, China, Beijing.

Foissy H. (2004) Milchwirtschaft. IMB – Verlag, Universität für Bodenkultur Wien, pp. 2–29.

Garnsworthy P.C., Haresing W., Cole D.J.A. (1992) Recent Advances in Animal Nutrition. Book. Oxford, 223 p.

Garton G. A., Lough A. K., Vioque E. (1961) Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. Journal of General Microbiology, Vol. 25, p. 215–225.

Geerts, N. E., De Brabander, D. L., Vanacker, J. M., De Boever, J. L., Botterman S. M. (2004) Milk urea concentration as affected by complete diet feeding and protein balance in the rumen of dairy cattle. Livestock Production Science, 85, pp. 263–273

Grings E.E., Roffler R. E., Deitehoff D.P. (1991) Response of dairy cows in early lactation to additions of cottonseed meal and alfalfa based diets. J. Dairy Sci. 74, pp. 2580–2587.

Grosclaude F.; Ricordeau G.; Martin P. et al. (1994) From the gene to the cheese: goat α 1-casein polymorphism, its effects, its evolution. INRA Prod. Anim., v.7, p.3–19.

Guoyao Wu, Fuller W. Bazer, Zhenlong Wu, Zhaolai Dai, Junjun Wang, Weiwei Wang, and Bin Wang. Dietary requirements for “nutritionally nonessential amino acids” by animals. Proceedings of the 11th World Conference on Animal Production, China, Beijing, P. 71

Gustaffson A. H., Emanuelson M., Oltner R., Wiktorsson H. (1987) Milk urea level. Its variations and how it is affected by herd, milk yield, stage of lactation, season and feeding. A field study report 165. Swedish Univ. Agric. Sci., Uppsala, Sweden.

Halse K., Standal N., Syrstad O. (1983) Fatty acid composition of milk fat related to concentrations of acetoacetate and glucose in blood plasma of cows. *Acta Agric. Scan.* 33, pp. 361–368.

Hammami M., Rouissi H., Salah N., et. al. (2010) Fluorescence spectroscopy coupled with factorial discriminant analysis technique to identify sheep milk from different feeding systems. *Food Chemistry*, Vol. 122 p. 1344.–1350.

Han In.K. and Lee J. K. (2000) The Role of Synthetic Amino Acids in Monogastric Animal Production-Rewiev. *Asian. –Aus. J. Anim.Sci.*, Vol. 13, No.4, pp. 543–560.

Hancock J. (2003) 100% organic livestock feeds – preparing for 2005. Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales Aberystwyth, Ceredigion.

Hoffman M., Steinhofel O. (1990) Possibilities and restriction in using milk urea concentrations as markers of energy and protein balance. *J. Vet. Med.* 45, pp. 223–227.

Jezierny D., R. Mosenthin, N. Sauer, S. Roth, H. –P. Piepho, M. Rademacher, M. Eklund (2011). Chemical composition and standardised ileal digestibilities of crude protein and amino acids in grain legumes for growing pigs. *Livestock Science* 138, 229–243.

Jezierny, D., Mosenthin, R. And Bauer, E., (2010). The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 157 (3–4), pp.111–128.

Kim S. W., A. C. Weaver, Y. B. Shen, and Y. Zhao (2013). Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 4:26.

Kohn R., Jonker J., Erdman R. (1997) Milk urea nitrogen: Theory and practice. *Proceedings of the Maryland Nutrition Conference*, Baltimore, pp. 83–90.

König K-H. (1990) *Tierproduktion // Schafzucht. – 2., durchgesehene Auflage.- Deutschland: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag*, s. 280

Korn S. (1992) *Schafe in Koppel und Hütelhaltung. - Stuttgart: Ulmer*, s. 198

Kott R. (2010). *Montana Farm Flock Sheep Production Handbook*. Animal & Range Sciences Department, Montana State University, 35p.

Lampkin N. (1992) *Organic farming. - Farming Press*, 703 p.

Latvietis J. (1991) *Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšana. 2. izdevums. R.: Zvaigzne*, 196 lpp.

Latvietis J. (2013) Lopbarība. ISBN 978-9984-48-096-1, lpp.308

Latvietis J., AgroPols 17.09.2004

Lauksaimniecības gada ziņojums par 2014. gadu. https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/00/63/66/LS_gadazinojums_2015.pdf

Lemus R., Brown K. Feeding Small Ruminants: Developing a Grazing System for Sheep and Goats. Cooperative Extension Service, Mississippi State University, Forage news. July 2008, p. 4. [tiešsaiste] [skatīts 2013.g. 20. dec.]. Pieejams: <http://msucare.com/crops/forages/newsletters/08/7.pdf>

Luik H., Pīrsalu P., Vahejoe K. (2011). Aitkopības rokasgrāmata. Pasūtītājs: Seto Pagastu asociācija un Apes pagasts, Igaunijas-Latvijas sadarbības projekta "BUY LOCAL" ietvaros. Tartu, 45 lpp.

Lyons T.P. (2002) Harnessing Nature – practical applications of natural technologies. Moatsou G.; Samolada M.; Panagiotou P. et al. (2004) Casein fraction of bulk milks from different caprine breeds. Food Chem., v.87, p.75–81.

Mulligan, F. and Doherty, M. (2008) Production diseases of the transition cow. The Vet. J. 176, pp. 3–9.

Myers K., Knowlton K., Jones G.M. (2000) Nitrogen and milk urea nitrogen facts. No. 404–121, 2 p.

Namara Mc, Murphy S., Rath J., O'mara F M. (2003) Effects of different transition diets on energy balance, blood metabolites and productive performance in dairy cows. Liv. Prod. Sci. 84: 195–206.

Naude, R. T., & Hofmeyr, H. S. (1981). Meat production. In C. Gall (Ed.), Goat production (pp. 285–307). London: Academic Press

Norvele G., Kairiša D. (2006) Rokasgrāmata aitu audzētājiem. Madona: Biedrība „Latvijas Aitu audzētāju asociācija”. 91 lpp.

NRC (1998) Nutrient requirement of swine 10th edition. National Academy Press., Washington DC.

NRC, (2010) Nutrient requirement of swine 10th edition. National Academy Press., Washington DC.0

Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. (1981) National Research Council, National Academy Press, 91 p.

Okrouhla M., Stupka R., Čitek J., Šprysl M., Kluzakova E., Trnka M., Štolc L. (2006) Amino acid composition of pig meat in relation to live weight and sex. Czech J. Anim. Sci., 51 (12):529–534.

Osītis U. (2004) Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā. LLU, Jelgava, 364 lpp.

Osītis, U. (2005) Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā. Jelgava: LLU, pp. 320.

Ošmane B., Konošonoka I. H., Ceriņa S. (2015) Tauriņziežu kvalitātes vērtējums. Žurnāls Saimnieks, maijs 2015.

Oudah, E. Z. M. (2009) Non-genetic factors affecting somatic cell count, milk urea content, test - day milk yield and milk protein percent in dairy cattle of the Czech Republic using individual test - day records. Available at: <http://www.lrrd.org/lrrd21/5/ouda21071.htm> Accessed 28.08.2017.

Outhouse J. B., Johnson K., D. Rhykerd L. Managing and Utilizing Pasture and Harvested Forages for Sheep. Agronomy Extension, Purdue University, Forage information, 2007, New 11/82, ID-153. [tiešsaiste] [skatīts 2013.g. 20. dec.]. Pieejams: <http://www.agry.purdue.edu/ext/forages/publications/ID-153.htm>

Piliena K., Sprūžs J., 2007. Kazkopība. Talsi, 95 lpp.

Pinkerton, F., Pinkerton, B. (2015) Feeding programs for meat goats. <http://www.goatworld.com/articles/nutrition/feedingprograms.shtml>

Plēsums J., Osītis U., Runce A., Ramane I., Gaile Z. (2005) Gaļas liellopi un liellopu gaļas ražošana Ltvijas apstākļos. Jelgava, 78. Lpp.

Plitzner, C., T. Etl, S. Handl, P. Schmidt and W. Windisch. (2007) Effects of different dietary threonine levels on growth and slaughter performance in finishing pigs. Czech J. Anim. Sci. 52:447-455.

Poppi D. P., McLennan S. R. (1995) Protein and energy utilization by ruminants at pasture. Journal of Animal Science, Vol. 73, p. 278-290

Proceeding from Alltechs 17th European lecture tour, p. 7.

Richardt W., Jeroch H., Spilke J. (2001) The impact of nutrition factors on milk urea concentration. Archives of Animal Breeding, No. 5.

Roche, J., Friggens, N., Kay, J., Fisher, M., Stafford, M. and Berry, D. (2009) Body condition score and its associations with dairy cow productivity, health, and welfare. J. Dairy Sci. 92: 5769-5801.

Scaife J. R., Mayo J., Galbraith H., Michie W. (1990) Effect of different dietary supplemental fats and oils on growth performance and fatty acid composition of tissues in female broilers. – Proceedings of the Nutrition Society, 49, pp. 130.

Sprūžs J. (1996) Kazkopības ABC. – Jelgava: LLU, 100 lpp.

Sprūžs J. (2003) Cilvēci izglābs kazas piens. – Vides vēstis 2(57), 38.-39. lpp.

Storry J. E.; Grandison A. S.; Millard D. et al. (1983) Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminants. J. Dairy Res., v. 50, p. 215-229.

Sundrum A. (1997) Beurteilung der Auswirkungen überhöhter Rohproteinversorgung beim Rind mit biochemischen und immunologischen Blutparametern. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau. Rheinische Friedrichs Wilhelms Universität Bonn, D.

Sung W. K. (2013) Functional amino acids in pig production. Presentation in the Mini-Symposium on Amino Acids in Animal Nutrition: 11th World Conference on Animal Production, China, Beijing.

Sung Y. Y.; Wu T. I.; Wang, P. H. (1999) Evaluation of Milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. Small Ruminant. Res., v. 33, p.17–23.

Zawadski W., Kotecka A., Czerski A., Winzevic E., Kozak M., Jeszka J., Geaczyk S. (2004). Nutritional value and fermentation course of ground seeds of yellow lupin of markiz and teo types in the rumen fluid in conditions of in vitro. Elec. J. Pol. Agric. Univ. 7: (2).

ZhaoWei Cai, Xiao Feng Zhao, Xiao Ling Jiang, Yu Chang Yao, Chun Jiang Zhao, Ning Ying Xu, Chang Xin Wu, (2010). Comparison of muscle amino acid and fatty acid composition of castrated and uncastrated male pigs at different slaughter ages. Italian Journal of Animal Science, Vol, 9, No 2.

1<http://laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/lopbaribas-pupas-augstrazigo-govju-baribas-deva>

2lufb.llu.lv/dissertation-summary/feed/Maija_Beca_1-a.pdf

3www.losp.lv/node/582

4www.laukutikls.lv/system/files_force/informativie_materiali/zalajs-elekt.pdf?...1

5rpl.llkc.lv/doki/taurinziezi_stiebrzales_raksturojums.pdf