

MĒSLOJUMA IETEKME UZ ZĀLAUGU SAUSNAS RAŽU, BIOMASAS KVALITĀTI UN AUGU BARĪBAS ELEMENTU IZNESI

EFFECTS OF FERTILIZERS ON GRASSES DRY MATTER YIELD, BIOMASS QUALITY, AND REMOVAL OF PLANT NUTRIENTS

Rasma Platače, Aleksandrs Adamovičs

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia
rasmins@inbox.lv, aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. *In a grassland experiment of the Research and Study farm “Peterlauki” (56°53'N, 23°71'E) of the Latvia University of Agriculture (LLU) from 2012 to 2016, it was found that fertilizer is an essential factor in increasing the dry matter yield of herbaceous plants. Phosphorus and potassium fertilizers (P80K120) increased the dry matter yield of five grass species (reed canary grass, festulolium, timothy, meadow fescue, and tall fescue) by 21% on average (from 9% for tall fescue to 31 % for timothy and 32 % for meadow fescue). When nitrogen was used ≥ 90 kg ha⁻¹ N for all grass species, nitrogen content in biomass increased considerably. Significant differences in phosphorus content in fertilizer variants were not observed. Potassium content in the biomass of herbaceous plants increased under the influence of both fertilizers – PK and NPK. In the variants with no fertilizer application, 49.7 kg ha⁻¹ of N, 27.8 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 117.2 kg ha⁻¹ of K₂O were removed in plant dry matter from the soil. When herbaceous plants were fertilized with phosphorus and potassium (P80K120), the removal of plant nutrients in dry matter increased by 17% of nitrogen, 16 % of phosphorus, and 23% of potassium.*

Key words: *perennial grasses, dry matter yield, chemical content.*

Ievads

Šobrīd Latvijas lauksaimniecībā pastāv vairāki saimniekošanas sistēmu veidi (konvencionālā, bioloģiskā, integrētā), kuros tiek audzēti arī daudzgadīgie zālaugi. Katram saimniekošanas sistēmas veidam ir sava, atšķirīga pieeja mēslojuma lietošanai. Bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā zālaugus lielākoties audzē bez mēslojuma izmantošanas, bet integrētajā pielieto atbilstošas mēslojuma normas.

Tādu kvalitatīvu daudzgadīgu zālaugu zelmeņu izveidošanai, no kuriem var iegūt augstas un kvalitatīvas ražas, nepieciešama mēslošana. Mēslojums jālieto pārdomāti, atbilstoši plānotajai ražai un atkarībā no zelmeņa botāniskā sastāva un augsnes agroķīmiskajiem rādītājiem (mitrums, aerācija, pH, temperatūra un minerālvielu saturs) (Būmane, Bērziņš, 2007; Gūtmane, 2011). Mēslojuma efektivitāte ir tieši atkarīga no augsnes, reģiona klimatiskajiem apstākļiem, kā arī no pielietojamajiem audzēšanas agrotehnikas paņēmieniem, zālaugu sugas un šķirnes (Gūtmane, 2011; Rancāne, Bērziņš, Lazdiņa u. c., 2014).

Pareizi mēsлотu un izmantotu stiebrzāļu zelmeņu ražība un vērtība ir augsta. LLU izmēģinājumos ar daudzgadīgiem zālaugiem konstatēts, ka, regulāri pielietojot minerālmēslus, iegūst vismaz 30–50% ražas pieaugumu (Adamovičs, Dubrovskis, Plūme u. c., 2009). Tāpat ir noskaidrots, ka fosfora un kālija mēslojums pozitīvi ietekmē daudzgadīgo zālaugu ražību (Christian, Yates, Riche, 2006).

Ilgstoši lietojot tikai divkomponentu mēslojumu, tādu kā slāpekli un fosforu bez kālija vai tikai fosforu un kāliju bez slāpekļa, zālaugu zelmeņa produktivitāte samazinās, tā botāniskais sastāvs izmainās un augsne noplicinās (Enerģētisko augu audzēšana..., 2007). Pie līdzīgiem novērojumiem un secinājumiem ir nonākuši arī LLU Zemkopības institūta zinātnieki (Bērziņš, Būmane, Antonijs, 2001; Antonijs, Rumpāns, 2002). Plānojot vajadzīgās mēslojuma normas, parasti izmanto barības vielu izneses normatīvos rādītājus.

Literatūrā norādīts, ka zālaugi ar 1 t produkcijas iznes 17.4 (17–29) kg N; 6.3 (5–8) kg P₂O₅ un 23.0 (10–40) kg K₂O (Enerģētisko augu audzēšana..., 2007; Lauku kultūraugu mēslošanas..., 2013).

Pētījuma mērķis – noskaidrot, kā mainās zālaugu sausas raža, ķīmiskais sastāvs un barības vielu (NPK) iznese atšķirīgos mēslojuma variantos, plānojot izmantot ražu cietā kurināmā ieguvei.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ar zālaugiem ierīkots LLU Mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) „Pēterlauki” (56°53'N, 23°71'E) 2011. gadā.

Augsne – velēnu karbonātaugsne (*sod calcareous soils*); granulometriskais sastāvs – smags putekļu smilšmāls. Augsnes agroķīmiskie rādītāji: pH KCl 6.7 (LVS ISO 10390:2006); organiskās vielas saturs – 21 g kg⁻¹ (pēc Tjurina metodes; LV ST ZM 80–91), fosfora saturs – 52 mg kg⁻¹ P₂O₅, kālija saturs – 128 mg kg⁻¹ K₂O (pēc Egnera-Rīma (DL) metodes; LV ST ZM 82–97).

Izmēģinājumā tika pētītas piecas zālaugu sugas: miežabrālis (*Phalaris arundinacea* (L.) Raush.) – šķirne ‘Marthon’; auzeņairene (\times *Festulolium* Asch. & Graebn.) – šķirne ‘Vetra’; timotiņš (*Phleum pratense* L.) – šķirne ‘Teicis’; pļavas auzene (*Festuca pratensis* Huds.) – šķirne ‘Vaira’; un niedru auzene (*Festuca arundinacea* Schreb.) – šķirne ‘Fawn’; priekšaugi – vasaras mieži.

Sēklu izsējas norma: 1000 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m² vai: miežabrālim – 10.0 kg ha⁻¹; auzeņairenei – 9.5 kg ha⁻¹; timotiņam – 13.0 kg ha⁻¹; pļavas auzenei – 12.5 kg ha⁻¹; niedru auzenei – 17.0 kg ha⁻¹. Sēja veikta ar izmēģinājumu sējmašīnu „Hege – 80”.

Izmēģinājuma lauciņa platība 10 m²; starp sugām 2 m atstarpe. Varianti izkārtoti randomizēti, trijos atkārtojumos.

Ierīkto mēslojuma varianti: (1) kontrole – N0P0K0; (2) pamatmēslojums – N0P80K120, un (3) trīs varianti ar atšķirīgām slāpekļa mēslojuma normām uz pamatmēslojuma fona – 60, 90, 120 kg ha⁻¹ N.

Zālaugu zelmeņa pirmo plāvumu izmantošanas gados novāca, ziedēšanas fāzes beigās. Zālaugu zaļmasas paraugi tika smalcināti 2–3 cm garos gabaliņos; fizikālo un ķīmisko analīžu veikšanai tika sagatavoti 1 kg paraugi, kurus nosvēra ar precizitāti ± 0.01 kg. Sausnas saturu zaļmasas paraugos noteica, žāvējot tos žāvēšanas skapī „MEMMERT MNB-200” 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai (LVL EN ISO 721:2010). Slāpekli noteica pēc standarta LVS EN ISO 5983–2:2009, fosforu – pēc ISO 6492 un kāliju – pēc LVS EN ISO 6869:2002. Augu ķīmiskās analīzes veica LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā.

Rezultāti

Zālaugu sugām sausnas raža bija atkarīga no mēslojuma veida un lietotās normas (1. tab.). Tikai fosfora un kālija mēslojums zālaugu sausnas ražu būtiski ($p < 0.05$) paaugstināja par 0.85 t ha⁻¹ jeb 21 %, salīdzinot ar kontroles variantu (bez mēslojuma lietošanas). Zālaugu sugu griezumā fosfora un kālija mēslojums sausnas ražu paaugstināja par 0.44 t ha⁻¹ niedru auzenei (+9% salīdzinājumā ar kontroli) līdz 1.16 t ha⁻¹ timotiņam (+31% salīdzinājumā ar kontroli). Otrs augstākais sausnas ražas pieaugums bija pļavas auzenei – 1.10 t ha⁻¹ jeb 32%, salīdzinot ar kontroli. Arī slāpekļa mēslojums, salīdzinot ar pamatmēslojuma variantu, būtiski ($p < 0.05$) paaugstināja zālaugu sausnas ražu: no 1.98 t ha⁻¹ ar normu 60 kg ha⁻¹ N līdz 2.91 t ha⁻¹ ar normu 120 kg ha⁻¹ N.

1. tabula Table 1

Slāpekļa mēslojuma ietekme uz zālaugu sausnas ražu /
Effect of nitrogen fertilizer on the dry matter yield of perennial grasses

Mēslojuma (NPK) norma / Fertilizer (NPK) doses, kg ha ⁻¹	Sausnas raža / Dry matter yield, t ha ⁻¹							Raža (relatīvi) / Yield (relatively), %	
	zālaugu suga / species of perennial grasses					Vidēji / On average	Sx		
	miežabrālis / reed canary grass	auzeņairene / festulolium	timotiņš / timothy	pļavas auzene / meadow fescue	niedru auzene / tall fescue				
0-0-0	4.64	3.93	3.80	3.42	4.67	4.28	± 0.25	100	–
0-80-120	5.20	4.89	4.96	4.52	5.11	5.13	± 0.14	121	100
60-80-120	7.01	6.91	6.79	6.22	6.71	7.11	± 0.14	165	136
90-80-120	6.95	7.09	7.52	6.57	6.52	7.50	± 0.18	173	144
120-80-120	7.28	7.32	8.06	7.15	7.13	8.04	± 0.17	186	154
Vidēji	6.22	6.16	6.23	5.58	6.25	6.41	± 0.13	×	
Sx	± 0.54	± 0.77	± 0.80	± 0.70	± 0.56	± 0.67	± 0.05	×	

Visām pētījumā iekļautajām zālaugu sugām (miežabrālis, auzeņairene, timotiņš, pļavas auzene un niedru auzene) būtisku ($p < 0.05$) sausnas ražas pieaugums konstatēts variantā ar slāpekļa normu 60 kg ha⁻¹ N (sausnas ražas pieaugums attiecīgi bija 1.81, 2.02, 1.83, 1.70 un 1.60 t ha⁻¹, salīdzinot ar fona variantu) savukārt, palielinot slāpekļa normas līdz 90 un 120 kg ha⁻¹ N, netika novērota būtiska ($p > 0.05$) tālāka sausnas ražas palielināšanās.

Fosfora un kālija (P80K120) mēslojuma variantā slāpekļa un fosfora saturs vidēji zālaugu biomasā bija samazinājies attiecīgi par 1% un 7% (2. tab.), savukārt kālija saturs palielinājās par 2% salīdzinājumā ar kontroles variantu. Lietojot 60 kg ha⁻¹ N slāpekļa mēslojuma P80K120 fonā slāpekļa un fosfora saturs zālaugu sausnā arī bija mazāks: attiecīgi par 3% un 10%, salīdzinot ar kontroles variantu, un par 2% un 4%, salīdzinot ar fona variantu. Lietojot 90 un 120 kg ha⁻¹ slāpekļa mēslojumu, zālaugu biomasā palielinājās gan slāpekļa,

gan kālija saturs, nedaudz arī fosfora saturs, taču tas bija mazāks salīdzinājumā gan ar kontroles, gan ar fona variantu. No visām pētītajām zālaugu sugām visaugstākais slāpekļa saturs biomasas sausnā bija pļavas auzenei: no 1.53% (kontroles variantā) līdz 1.77% (N90P80K120 variantā). Augstākais slāpekļa saturs pieaugums zālaugu biomasā visām zālaugu sugām tika novērots gadījumos, kad slāpekļa norma bija ≥ 90 kg ha⁻¹.

2. tabula Table 2

Mēslojuma ietekme uz slāpekļa, fosfora un kālija saturu zālaugu sausnā
Impact of fertilizer on the NPK content in the dry matter of perennial grasses

Mēslojuma (NPK) norma / Fertilizer (NPK) doses, kg ha ⁻¹	Ķīmiskā elementa saturs sausnā / Content of chemical compounds in grass DM, %					NPK saturs (vidēji) / NPK content (average)		Ķīmiskā elementa saturs relatīvās izmaiņas / Changes in the content of chemical compounds (relatively), %	
	zālaugu suga / species of perennial grasses					%	g kg ⁻¹ , kg t ⁻¹		
	mieža-brālis /reed canary grass	auzeņ-airene/ festulolium	timotiņš / timothy	pļavas auzene / meadow fescue	niedru auzene/ tall fescue				
Kopslāpekklis (N)									
0-0-0	1.34	0.95	1.14	1.53	1.01	1.17	11.7	100	–
0-80-120	1.04	0.95	1.14	1.73	1.00	1.16	11.6	99	100
60-80-120	1.08	0.93	1.09	1.62	0.99	1.14	11.4	97	98
90-80-120	1.17	1.32	1.44	1.77	1.17	1.37	13.7	117	118
120-80-120	1.12	1.33	1.43	1.61	1.08	1.32	13.2	113	114
Sx	±0.05	±0.09	±0.08	±0.04	±0.08	±0.05	×	×	×
Fosfors (P)									
0-0-0	0.31	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	3.0	100	–
0-80-120	0.29	0.24	0.28	0.32	0.29	0.28	2.8	93	100
60-80-120	0.27	0.24	0.25	0.34	0.26	0.27	2.7	90	96
90-80-120	0.29	0.29	0.26	0.35	0.28	0.29	2.9	97	104
120-80-120	0.28	0.29	0.26	0.35	0.26	0.29	2.9	97	104
Sx	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	×	×	×
Kālijs (K)									
0-0-0	2.25	2.50	2.26	2.56	2.30	2.37	23.7	100	–
0-80-120	2.33	2.25	2.36	2.66	2.50	2.42	24.2	102	100
60-80-120	2.29	2.34	2.57	2.65	2.50	2.47	24.7	104	102
90-80-120	2.12	2.70	2.60	2.76	2.25	2.49	24.9	105	105
120-80-120	2.19	2.77	2.57	2.74	2.51	2.56	25.6	108	106
Sx	±0.04	±0.10	±0.07	±0.04	±0.06	±0.03	×	×	×

No pētītajām zālaugu sugām visaugstākais fosfora saturs sausnā tika konstatēts pļavas auzenei. Kālija saturs zālaugu biomasā palielinājās gan PK, gan NPK mēslojuma ietekmē.

Nelietojot mēslojumu, ar atbilstošo zālaugu sausas ražas un biomasas ķīmisko sastāvu vidēji no visām zālaugu sugām no augsnes tika iznests 49.7 kg ha⁻¹ N, 27.8 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 117.2 kg ha⁻¹ K₂O (3. tab.) jeb, pārrēķinot uz 1 t sausas ražas, slāpekļa iznesa bija 11.9 kg, fosfora – 6.8 kg un kālija – 28.6 kg.

Kopējā augu barības vielu iznesa ar zālaugu sausas ražu
Total removal of plant nutrients with the dry matter yield of perennial grasses

Mēslojuma (NPK) norma / Fertilizer (NPK) doses, kg ha ⁻¹	Barības elementu iznesa / Removal of plant nutrients, kg ha ⁻¹					Vidēji / Average, kg ha ⁻¹	Relatīvās izmaiņas / Changes (relatively), %	
	zālaugu suga / species of perennial grasses							
	mieža-brālis / reed canary grass	auzeņ- airene / festulolium	timotiņš / timothy	plavas auzene / meadow fescue	niedru auzene / tall fescue			
Kopslāpekļis (N)								
0-0-0	62.2	36.1	39.0	71.4	39.7	49.7	100	–
0-80-120	54.1	47.1	51.6	90.8	47.2	58.2	117	100
60-80-120	75.8	63.1	67.8	108.8	68.4	76.8	155	132
90-80-120	81.3	99.2	94.7	123.1	87.4	97.1	196	167
120-80-120	81.6	107.3	102.3	123.6	83.6	99.7	201	171
Fosfors (P ₂ O ₅)								
0-0-0	33.0	24.3	22.7	32.1	27.0	27.8	100	–
0-80-120	34.6	27.3	29.0	38.5	31.4	32.1	116	100
60-80-120	43.4	37.3	35.6	52.3	41.2	42.0	151	131
90-80-120	46.2	50.0	39.2	55.8	47.9	47.8	172	149
120-80-120	46.7	53.6	42.6	61.5	46.2	50.1	180	156
Kālijs (K ₂ O)								
0-0-0	125.8	114.3	93.0	144.0	108.8	117.2	100	–
0-80-120	146.0	134.4	128.6	168.2	142.3	143.9	123	100
60-80-120	193.5	191.4	192.6	214.3	208.2	200.0	171	139
90-80-120	177.4	244.5	205.9	231.2	202.5	212.3	181	148
120-80-120	192.1	269.1	221.5	253.3	234.7	234.1	200	163

Salīdzinot ar kontroles variantu (bez mēslojuma), P80K120 mēslojuma variantā slāpekļa iznesa, palielinājās par 17%, fosfora – par 16% un kālija – par 23%. Arī slāpekļa mēslojums fona variantos sekmēja augu barības vielu iznesi no augsnes un lietotā mēslojuma. Ar slāpekļa normu 60 kg ha⁻¹ N no augsnes un iestrādātā mēslojuma slāpekli iznesa par 32% vairāk, fosforu par 31% vairāk un kāliju par 39% vairāk, salīdzinot ar fona (P80K120) variantu. Savukārt N120P80K120 variantā slāpekļa iznesa, palielinājās pat 71%, fosfora – par 56% un kālija – par 63%, salīdzinot ar fona variantu.

Secinājumi

1. Fosfora un kālija mēslojums (P80K120) un slāpekļa mēslojums zālaugu sausas ražu būtiski ($p < 0.05$) paaugstināja visos variantos, salīdzinot ar kontroli (bez mēslojuma lietošanas). Visām zālaugu sugām (miežabrālis, auzeņairene, timotiņš, plavas auzene un niedru auzene) būtisks ($p < 0.05$) sausas ražas pieaugums tika konstatēts, lietojot 60 kg ha⁻¹ N, bet, slāpekļa normas palielinot līdz 90 un 120 kg ha⁻¹, būtiska ($p > 0.05$) sausas ražas palielināšanās netika novērota.
2. Augstākais slāpekļa saturs sausrā bija plavas auzenei – no 1.53% (kontroles variantā) līdz 1.77% (N90P80K120). Visām zālaugu sugām slāpekļa saturs biomasā palielinājās, lietojot ≥ 90 kg ha⁻¹ slāpekli.
3. Augstākais fosfora saturs biomasas sausrā bija plavas auzenei no 0.30% (kontrolē) līdz 0.35% (ar slāpekļa normu 90 un 120 kg ha⁻¹ P80K120 fonā).
4. Kālija saturs zālaugu biomasas sausrā bija no 2.12% (miežabrālim) līdz 2.77% (auzeņairenei). Slāpekļa mēslojuma ietekmē kālija saturs vidēji palielinājās no 2% (ar slāpekļa normu 60 kg ha⁻¹) līdz 6% (ar slāpekļa normu 120 kg ha⁻¹), P80K120 mēslojuma ietekmē kālija saturs vidēji palielinājās par 2%, bet NPK mēslojuma ietekmē – no 4% (N60P80K120) līdz 8% (N120P80K120).
5. Nelietojot zālaugiem mēslojumu, no augsnes ar sausas ražu tika iznests 49.7 kg ha⁻¹ N, 27.8 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 117.2 kg ha⁻¹ K₂O. Zālaugus mēslojot tikai ar fosforu un kāliju (P80K120 slāpekļa iznesa palielinājās par 17%, fosfora par 16% un kālija par 23%). Lietojot N120P80K120, slāpekļa iznesa palielinājās par 71%, fosfora par 56% un kālija par 63%, salīdzinot ar NOP80K120 mēslojumu.

Izmantotā literatūra

1. Adamovičs A., Dubrovskis V., Plūme I., Jansons Ā., Lazdiņa D., Lazdiņš A., Kārklīšs G. (2009). *Biomassas izmantošanas ilgtspējības kritēriju pielietošana un pasākumu izstrāde*. Valsts SIA „Vides projekti”. Rīga. 186 lpp. [Tiešsaiste] [skatīts 2018. g. 10. janv.].
Pieejams: https://www.lvafa.gov.lv/faili/petijumi/Biomassas_izmantosana.pdf
2. Antonijs A., Rumpāns J. (2002). Daudzgadīgo zālāju sausnas ražība un botāniskais sastāvs. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 4, 151.–155. lpp.
3. *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā* (2012). Latvijas Lauksaimniecības universitāte; red. P. Rivža. Jelgava, LLU. 391. lpp.
4. Bērziņš P., Būmane S., Antonijs A. (2001). Fosfora un kālija efektivitāte ganībās atkarībā no šo uzturvielu nodrošinājuma augsnē. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 3, 180.–185. lpp.
5. Būmane S., Bērziņš P. (2007). „KAS – 32” ietekme uz stiebrzāļu sugu 1. zāles ražu LLU aģentūras Zemkopības zinātniskajā institūtā. **No:** *Lauka izmēģinājumi un demonstrējumi 2006*. Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs. Ozolnieki, 55.–58. lpp.
6. Christian D.G., Yates N.E., Riche A.B. (2006). The effect of harvest date on the yield and mineral content of *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass) genotypes screened for their potential as energy crops in southern England. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, No. 86, p. 118–1188.
7. *Enerģētisko augu audzēšana un izmantošana* (2007). Adamovičs A., Agapovs J., Aršanica A., u.c. Rīga, Valsts SIA „Vides projekti”. 190 lpp.
8. Gūtmane I. (2011). *Aužēnāreņu un hibrīdo auru produktivitātes veidošanās agrocenoloģiskais raksturojums*. Promocijas darba kopsavilkums Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. 49 lpp. [Tiešsaiste] [skatīts: 2018. g. 10. janv.]. Pieejams: http://lufb.llu.lv/dissertation-summary/fertilizing/Iveta_Gutmane_Promocijas_darba_kopsavilkums_LLU_LF.pdf
9. *Lauku kultūragu mēslošanas normatīvi* (2013). Sast. A. Kārklīšs un A. Ruža. Jelgava: LLU, 55. lpp.
10. Rancāne S., Bērziņš P., Lazdiņa D., Gūtmane I., Stesele V., Dzene I. (2014). Enerģētisko augu plantācijā audzēto daudzgadīgo zālaugu mēslošanas efektivitāte. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference, 20.–21.02.2014. Raksti. Jelgava, LLU, 110.–114. lpp.