

Pētījumi par NPK bilanci zemnieku saimniecībās V. Valmieras raj. Rencēnu pagasta "Mareņi" Plant Nutrient Balance Studies in Farms of Latvia V. Farm "Mareņi", Valmiera region

Aldis Kārklīšs, Ināra Līpenīte

LLU Augsnes un augu zinātņu institūts, e-pasts: Aldis.Karklins@llu.lv

Institute of Soil and Plant Sciences, LLU, e-mail: Aldis.Karklins@llu.lv

Abstract. The fifth article of the plant nutrient balance studies in farms of Latvia is devoted to "Mareņi" (see also *Proceedings of LLU*, Nos 13 and 16). This farm is located in the north-central part of Vidzeme and is characterized by crop and animal production. Using similar methodology, NPK Soil surface and Farm-gate balances were calculated for the period of 1999-2003. Mineral fertilizers and purchased animal feed were the main sources of nutrients, but for nitrogen – also biological fixation. Plant nutrient input (all sources) were 117.1 kg of N, 74.3 kg of P_2O_5 , and 81.5 kg of K_2O per ha of agricultural land on average per year of the investigation period. NPK Soil surface balance was 39.7 kg of N, 39.0 kg of P_2O_5 , and -31.2 kg of K_2O . Farm-gate balance was somewhat similar for nitrogen and phosphorus (36.4 and 51.0 kg ha⁻¹ respectively), but more different for potassium (7.7 kg K_2O per ha). This points to the necessity of paying more attention to reference values used in calculation to be able to track the potassium fluxes inside the farm, which is more difficult for mixed farming profile.

Key words: plant nutrient balance, NPK fluxes in agriculture, sustainable agriculture.

Ievads

Līdz ar lauksaimnieciskās ražošanas intensifikāciju, daudzviet Eiropā augu barības elementu masa, ko satur kultūraugu mēslošanai izmantotie minerālmēsli un organiskie mēslošanas līdzekļi, ievērojami pārsniedz šo elementu masu izaudzētajā produkcijā, kas ir par iemeslu negatīvām vides kvalitātes izmaiņām. Indikators, kas rāda starpību starp augu barības elementu ienesi un iznesu noteiktā sistēmā, ir augu barības elementu bilance. Uzskaitot augu barības elementu plūsmu laukā, saimniecībā, noteces baseinā vai valstī kopumā un aprēķinot to bilanci, var secināt par saimniekošanas radīto slodzi vidē, vismaz ilgtermiņa skatījumā (Oenema, 1999). Veiktie pētījumi Rietumeiropas valstīs liecina (Swensson, 2003), ka apmēram 50% saimniecību slāpekļa Saimniecības bilance ir mazāka par 100 kg ha⁻¹ N, 25% saimniecību tā ir ap 150 kg ha⁻¹, bet 10% saimniecību pārsniedz 300 kg ha⁻¹ N. Augstākie slāpekļa bilances rādītāji ir saimniecībās, kuru galvenā nozare ir lopkopība (Mulier et al., 2003; Myrbeck, 2001; Aarts et al., 2000; Halberg, 1999). Veicot korekcijas saimniekošanas un mēslošanas plānošanā, situāciju daudzviet ir izdevies uzlabot. Tā, piemēram, 1995. gadā Nīderlandē vidējais slāpekļa un fosfora pārpalikums bija 295 kg ha⁻¹ N un 71 kg ha⁻¹ P_2O_5 , bet 2001. gadā jau bija samazinājies līdz 213 kg ha⁻¹ N un 30 kg ha⁻¹ P_2O_5 (Wolf et al., 2005; van Beek et al., 2003). Dānijas lauksaimniecībā pēdējo 20 gadu laikā slāpekļa bilance samazinājusies par 38% (līdz 116 kg ha⁻¹ N), bet slāpekļa lietošanas efektivitāte pieaugusi no 20 līdz 36% (Nielsen, Kristensen, 2005). Lai mazinātu N un P zudumus no lauksaimniecības, kā

to paredz Nitrātu direktīva (Council Directive ..., 1991; Noteikumi par ..., 2001), vairākās valstīs noteikts pieļaujama, ar nodokli neapliekamais slāpekļa un fosfora bilances rādītājs. Tā, Nīderlandē no 2003. gada tas atkarībā no zemes lietošanas veida un augsnes tipa slāpeklim ir robežās no 60 līdz 180 kg ha⁻¹ N, bet fosforam – 20 kg ha⁻¹ P_2O_5 gadā (Wolf et al., 2005; Hanegraaf, Den Boer, 2003; Tunney et al., 2003). Jaunajās ES dalībvalstīs mēslošanas līdzekļu lietošana deviņdesmitajos gados ievērojami samazinājās un tikai pēdējos gados vērojams minerālmēsli (galvenokārt slāpekļa) patēriņa pakāpenisks palielinājums. Tāpēc daudzviet saimniecībās konstatēts fosfora un kālija deficīts, bet slāpekļa bilance ir līdzīga vidējiem Eiropas rādītājiem (Bujnovsky, Igras, 2001; Nikolova, 2005; Kārklīšs, Līpenīte, 2005).

Lai skaidrotu augu barības elementu aprites likumsakarības Latvijas zemnieku saimniecībās, veikta slāpekļa, fosfora un kālija ieneses un iznesas uzskaitē un bilanču aprēķini atbilstoši Lauka un Saimniecības aprēķina metodikai komerciāla rakstura saimniecībai, kurā dominējošā nozare ir lopkopība. Šis ir kārtējais raksts no sērijas, kurā tiek analizēta un diskutēta problēma saimniecību specializācijas un ģeogrāfiskā izvietojuma aspektā.

Materiāli un metodes

Informācijas ieguve un datu uzskaitē augu barības elementu aprites pētījumiem un bilanču aprēķiniem Valmieras rajona Rencēnu pagasta zemnieku saimniecībā "Mareņi" veikta laika posmā no 1999. līdz 2003.

gamd. Saimniecība atrodas Ziemeļvidzemes zemienes Burtņieka līdzenuma austrumu daļā ar lēzeni viļņotu un līdzenu reljefu. Atbilstoši Latvijas teritorijas reģionālajai rajonēšanai lauksaimniecības vajadzībām (Boruks, 2004), Rencēnu pagasts iedalīts 2.1. reģionā, tas ir, tam raksturīgas salīdzinoši labi iekultivētas augsnes, zemes kvalitatīvais novērtējums tīrums ir 43 balles, bet lauksaimniecībā izmantojamo zemju (LIZ) novērtējums – 39 balles. Gar Rencēnu pagasta ziemeļu robežu plūst Sedas upe. Saimniecības teritorijā nav upes vai cita veida ūdenskrātuves, ir tikai meliorētajās platībās ierīkoti novadgrāvji. Līdz ar to augu barības elementu tieša nonākšana ūdeņu ekosistēmās ir maz iespējama.

Saimniecības zemes kopplatība pētījumu periodā vidēji bija 46.1 ha, no kuriem aramzeme aizņēma 72.7%, augļu dārzi – 0.2%, pļavas – 13.0%, meži – 13.0% un cita zeme – 1.1% no kopplatības. Saimniecībā dominējošās augsnes – podzolaugsnes un glejaugsnes, augšņu granulometriskais sastāvs – mālsmilts un smilšmāls. LIZ agroķīmiskie rādītāji: pH KCl – 5.1–6.3, organiskā viela – 22–36 g kg⁻¹, augiem viegli izmantojamais P₂O₅ – 135–517, K₂O – 149–334 mg kg⁻¹. Visa lauksaimniecībā izmantojamā zeme ir drenēta ar slēgto drenāžu.

Saimniecība nodarbojas ar lopkopības (liellopi, cūkas) un augkopības (kartupeļi, graudaugi) produkcijas ražošanu. Vidēji pētījumu periodā ganāmpulku veidoja 15 slaucamās govīs, 6 teles (6–24 mēn.) un 5 teļi (līdz 6 mēn.), kā arī 20 nobarojamās cūkas – vidēji

17.9 DV (dzīvnieku vienības*) gadā. Lopbarībai tika audzēti graudaugi (tritikāle, mieži, auzas) un daudzgadīgie zālāji, arī tauriņzieži. Pakaišiem izmantoja saimniecībā iegūtos salmus un zāgskaidas. Iegūtos seklās kūts pakaišu kūtsmēslus izmantoja kultūraugu mēslošanai. Augu barības elementu krājumi saimniecībā tika papildināti ar iepirktiem minerālmēsliem, iepirktiem mājdzīvniekiem, lopbarību un barības piedevām, kā arī ar iepirkto sēklas materiālu.

Pētījumu gaitā tika iegūta, apkopota un analizēta informācija par zemes izmantošanas veidiem un to augšņu raksturojumu, par saimniecībā ik gadu iepirktiem minerālmēsliem, to sastāvu un pielietošanu, iepirkto sēklu un lopbarību, mājdzīvnieku skaitu un apriti, lopu turēšanas sistēmu un kūtsmēsli uzkrāšanu un uzglabāšanu, par kultūraugu mēslošanu un iegūto ražu, kā arī par realizētās augkopības (pārtikas un cietes kartupeļi) un lopkopības (piens, cūkgaļa, liellopu gaļa) produkcijas apjomu. Saimniecībā periodiski tika ievākti un analizēti kūtsmēsli paraugi, nosakot sausnas un NPK saturu tajos. Saimniecībai pētījumu periodā (pa gadiem un pa visu pētniecības periodu) tika aprēķināti divi augu barības elementu bilanču veidi – NPK Lauka bilance un NPK Saimniecības bilance. Bilanču aprēķinu metodiku skatīt autoru iepriekšējā publikācijā (Kārklīņš, Līpenīte, 2005). Analizēta arī NPK aprīte lopkopības nozarē, veicot Kūts bilances aprēķinus. Kūts bilancē NPK inesu veidoja saimniecībā saražotie un iepirktie

1. tabula / Table 1

NPK inesas struktūra atbilstoši Lauka bilancei, kg ha⁻¹ LIZ
NPK input variables according to the Soil Surface balance, kg ha⁻¹ of agricultural land

Ienesa / Variable	1999	2000	2001	2002	2003
SLĀPEKLIS / NITROGEN					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	58.1	69.2	33.7	64.9	49.8
Organiskie mēsli / Manure, in-farm production	43.8	42.5	34.6	48.3	25.4
Sēkla / Seed	5.8	7.5	9.1	5.6	3.7
N bioloģiskā fiksācija / Biologically fixed N	27.0	7.6	20.4	11.4	28.0
FOSFORS / PHOSPHORUS					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	40.4	38.1	63.9	65.7	62.5
Organiskie mēsli / Manure, in-farm production	21.5	19.2	15.8	21.5	10.8
Sēkla / Seed	2.2	2.8	3.5	2.2	1.5
KĀLIJS / POTASSIUM					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	27.5	25.5	38.8	66.9	55.7
Organiskie mēsli / Manure, in-farm production	41.2	37.4	30.2	41.8	20.7
Sēkla / Seed	9.6	12.5	14.3	8.2	5.1

* Aprēķinātas, ņemot vērā ar kūtsmēsliem izdalīto slāpekli gadā.

dzīvnieku barībai izmantotie produkti, pakaišu materiāls un iepirktie dzīvnieki, bet iznesu – pārdotā lopkopības produkcija, kūtsmēsli un NPK zudumi no lopkopības.

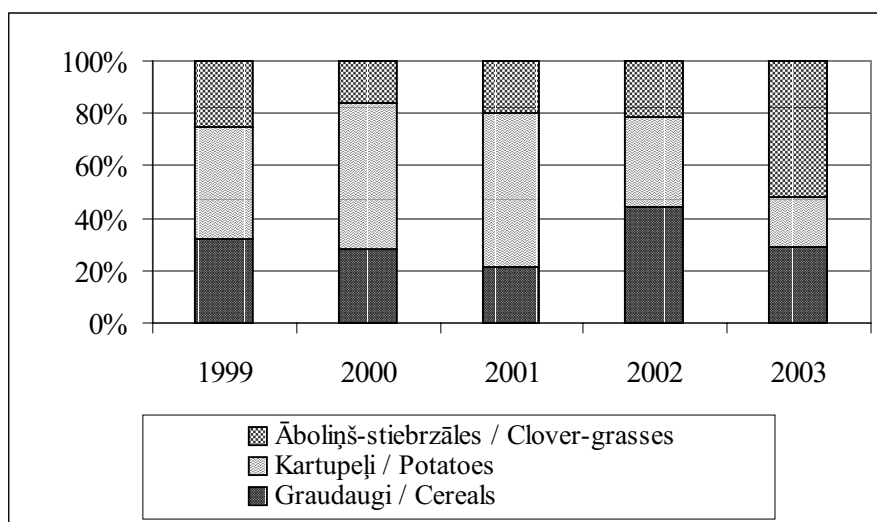
Rezultāti un diskusija

NPK ienesu augsnē pētījumu laikā saimniecībā "Mareņi" raksturo 1. tabulas dati. Nozīmīgākās ienesas sastāvdaļas bija minerālmēsli un organiskie mēsli, taču salīdzinoši daudz slāpekļa no atmosfēras piesaistīja arī saimniecībā audzētie tauriņzieži. Lietotajos minerālmēslos bija izteikti augsts fosfora īpatsvars. Vidēji pētījumu periodā N : P : K attiecība minerālmēslos bija 1 : 1.04 : 0.83, bet vidēji uz 1 ha LIZ iestrādāts 53.7 kg N, 55.8 kg P₂O₅ un 44.7 kg K₂O. NPK attiecība saimniecībā lietotajos minerālmēslos bija neraksturīga, ja to salīdzina ar vidējiem Latvijas rādītājiem, – ar salīdzinoši augstu fosfora īpatsvaru. Pēc statistikas datiem vidēji valstī NPK attiecība izmantotajos minerālmēslos 2005. gadā bija 1 : 0.31 : 0.44 (Lauku saimniecības ..., 2005).

Saimniecībā ik gadu vidēji uzkrāja 282 t kūtsmēslu, kas saturēja 1.55 t slāpekļa, 0.66 t fosfora un 1.30 t kālija. Vidēji gadā slāpekļa, fosfora un kālija ienesa ar kūtsmēsliem bija attiecīgi 37.4, 16.9 un 32.7 kg ha⁻¹. Ievērojami mazāka NPK masa augsnē nonāca ar sēklas materiālu. Tā kā vidēji aptuveni 40% no kopējās sējplatības saimniecībā aizņēma kartupeļu stādījumi, tad šajā ienesas sastāvdaļā NPK attiecība vairāk atbilda kartupeļu bumbuļu ķīmiskajam sastāvam, kur, atšķirībā no citu veidu sēklas materiāla, lielākā daudzumā ir kālijs. Kālija ienesa ar sēklu bija 11.8%, savukārt fosfora un slāpekļa – tikai attiecīgi 3.6% un 5.3% no to kopējās ienesas augsnē. Kopā pa visiem ienesu posteņiem vidēji ik gadu augsnē nonāca 117.1 kg ha⁻¹ N, 74.3 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 81.5 kg ha⁻¹ K₂O.

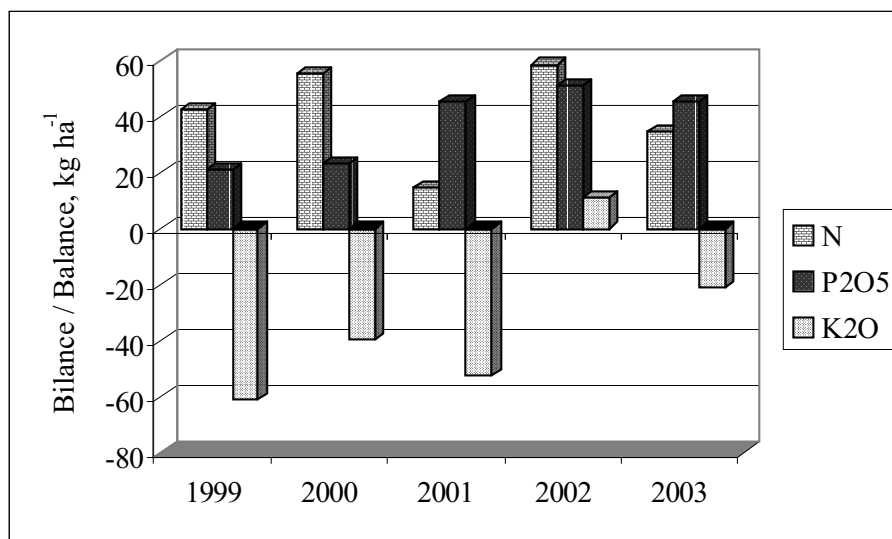
Saimniecībā "Mareņi" audzēto kultūraugu sortiments un platības pētījumu laikā mainījās nedaudz, taču 2003. gadā sakarā ar cūkkopības nozares likvidēšanu sējumu struktūrā samazinājās kartupeļu, bet divkāršojās daudzgadīgo zālāju īpatsvars (1. att.). Visu izaudzēto zālaugu un graudaugu produkciju izmantoja lopbarībai, bet apmēram 60% no iegūtās kartupeļu ražas realizēja. Vidējā ražība ziemāju un vasarāju graudaugiem bija 2–4 t ha⁻¹, kartupeļiem – 27–32 t ha⁻¹, bet daudzgadīgo zālāju sienam – 3.5–5 t ha⁻¹. No ražā akumulētā slāpekļa, fosfora un kālija tikai kartupeļu lakstos esošā NPK masa netika novākta no lauka. Pētījumu laikā ar novākto kultūraugu ražu no 1 ha LIZ iznesa 71.4–92.2 kg (vidēji 77.4 kg) slāpekļa, 23.1–30.9 kg (26.6 kg) fosfora un 98.5–132.4 kg (112.7 kg) kālija. N : P : K attiecība iznesā bija 1 : 0.34 : 1.46, kas ievērojami atšķīrās no to attiecības lietotajā mēslojumā. Minerālmēslos un kūtsmēslos esošais NPK daudzums pilnībā nosedza slāpekļa un fosfora iznesu, taču kālijam nodrošināja tikai 65% no iegūtajā ražā uzkrātā kālija daudzuma.

NPK Lauka bilance parādīta 2. attēlā. Visā pētījumu laikā lauka līmenī konstatēts ražā nesaistīta slāpekļa un fosfora pārpalikums, kas vidēji veidoja 39.7 kg N un 39.0 kg P₂O₅ uz ha LIZ. Svārstības pa gadiem galvenokārt veidojās atkarībā no slāpekļa un fosfora ienesas ar minerālmēsliem (korelācijas koeficienti attiecīgi 0.97 un 0.99). Taču ražā nesaistītā slāpekļa un fosfora pārpalikums nebija liels un tas mūsdiā neradīja apdraudējumu (risku) videi. Ņemot vērā saimniecības augšņu nodrošinājuma līmeni ar augiem izmantojamo fosforu, kas lielākoties bija augsts, fosfora mēslojuma normas varētu koriģēt, izvēloties kompleksos minerālmēslus ar zemāku tā saturu nekā tajos, kas tika izmantoti kultūraugu mēslošanai (NPK 6–26–30, NPK 6–36–18



1. att. Sējumu struktūra saimniecībā.

Fig. 1. Crops grown in the farm.



2. att. NPK Lauka bilance.
Fig. 2. NPK Soil surface balance.

u.c.). Kālija Lauka bilance pārsvarā bija negatīva (vidēji gadā $-31.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), tātad ražas veidošanai pastiprināti tika izmantoti augsnes kālija resursi. Vienīgi 2002. gadā, kad lietoto kālija minerālmēsli norma sasniedza $66.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (vidēji ar minerālmēsliem

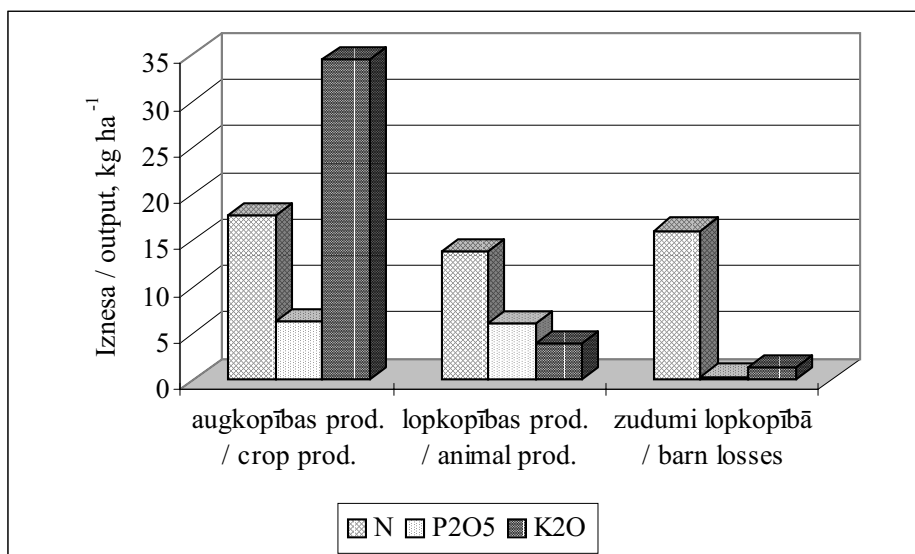
iestrādāja 44.7 kg ha^{-1}), kālija ienesa uz 1 ha LIZ par 11.2 kg pārsniedza tā iznesu ar ražu.

NPK Saimniecības bilancē ienesas galveno sastāvdaļu veidoja iepirktie minerālmēsli un lopbarība (2. tabula). No kopējās ienesas saimniecībā ar minerālmēsliem

2. tabula / Table 2

NPK ienesas struktūra atbilstoši Saimniecības bilancei, kg
NPK input variables in Farm-gate balance, kg

Ienesa / Input	1999	2000	2001	2002	2003
SLĀPEKLIS / NITROGEN					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	1860	2235	1420	2408	2710
Iepirkta lopbarība / Purchased feedstuffs	282	217	494	506	249
Iepirktie mājdzīvnieki / Purchased animals	13.1	30.7	71.6	50.0	0
Iepirkta sēkla / Purchased seed	3.1	29.2	97.2	11.8	40.4
N bioloģiskā fiksācija / Biologically fixed N	862	247	858	424	1521
FOSFORS / PHOSPHORUS					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	1292	1231	2689	2437	3400
Iepirkta lopbarība / Purchased feedstuffs	337	308	270	266	188
Iepirktie mājdzīvnieki / Purchased animals	5.3	16.1	45.9	33.8	0
Iepirkta sēkla / Purchased seed	1.1	14.3	45.5	5.5	19.0
KĀLIJS / POTASSIUM					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	880	824	1631	2480	3030
Iepirkta lopbarība / Purchased feedstuffs	98.6	65.7	118	118	53.8
Iepirktie mājdzīvnieki / Purchased animals	1.3	2.8	5.9	4.0	0
Iepirkta sēkla / Purchased seed	6.0	10.0	48.2	11.1	18.5

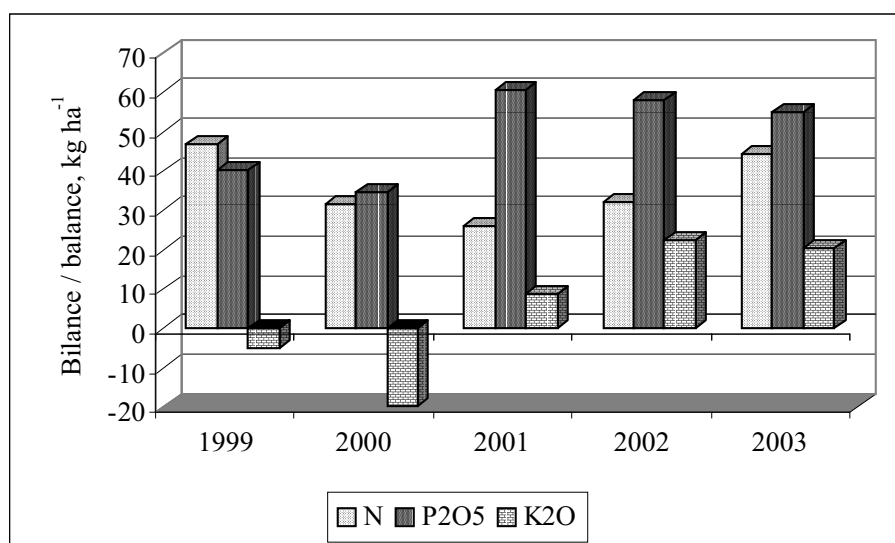


3. att. NPK iznesa no saimniecības ar pārdoto produkciju un zudumiem.
Fig. 3. NPK output with sold products and losses.

nonāca vidēji 63.9% slāpekļa, 87.7% fosfora un 94.0% kālija, bet ar iepirkto lopbarību un minerālpiedevām attiecīgi 23.4%, 10.3% un 4.8%. Ar iepirkto sēklu un mājdzīvniekiem NPK ienesa saimniecībā bija niecīga – tā nepārsniedza 2.1% no kopējās ienesas. Svarīga slāpekļa ienesas sastāvdaļa bija arī āboliņa–stiebrzāļu bioloģiski saistītais slāpekļlis. Vidēji pētījumu laikā ar iepirktajiem produktiem un slāpekļa bioloģisko fiksāciju saimniecībā, pārrēķinot uz 1 ha LIZ, nonāca 84.1 kg slāpekļa, 63.7 kg fosfora un 47.5 kg kālija.

Iznesu no saimniecības veidoja realizētajā augkopības un lopkopības produkcijā akumulētie augu barības elementu krājumi, kā arī NPK zudumi no lopkopības (3. att.). Vidēji ik gadu no saimniecības iznesa

1889 kg N, 504 kg P₂O₅ un 1579 kg K₂O. Slāpekli līdzīgos daudzumos saturēja visas iznesas sastāvdaļas, fosfora tikpat bija gan pārdotajā augkopības, gan arī lopkopības produkcijā, vienīgi zudumi kūtsmēslu ieguves, uzglabāšanas un iestrādes laikā bija ievērojami mazāki – vidēji gadā tikai 15 kg P₂O₅. Visvairāk atšķīrās kālija daudzums iznesas komponentos. Tā kā no izaudzētās ražas pārdeva tikai kartupeļus, šī iznesas sastāvdaļa raksturojās ar augstu kālija īpatsvaru – pētījumu gados atkarībā no realizēto kartupeļu daudzuma no saimniecības iznesa no 1.0 līdz 1.7 t K₂O. Turpretī lopbarības produkcija kāliju saturēja ievērojami mazāk. Rēķinot uz 1 ha LIZ, iznesa Saimniecības bilanci bija 47.7 kg N, 12.7 kg P₂O₅ un 39.9 kg K₂O.



4. att. NPK Saimniecības bilance.
Fig. 4. NPK Farm-gate balance.

NPK masa augkopības produkcijā un tās izlietojums, vidēji 1999.–2003. g., kg
NPK in crops' yield and its distribution, average per year, 1999–2003, kg

NPK krātuve / Plant nutrient pool	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Iegūtājā ražā / In harvested yield, from which:	3065	1053	4460
- pārdotajā ražas daļā / in sold crop products	704	250	1363
- saimniecībā palikušajā daļā / in remained crop yield, from which:	2361	803	3097
- pašu izaudzētā sēklā: graudi + kartupeļi / in seed: grain + potatoes	26 + 182	12 + 65	9 + 352
- salmos / in straw for litter	173	73	443
- lopbarībā / feedstuffs, from which:	1980	653	2293
- zālāji, siens / in pasture grasses, hay	1197	315	1490
- graudi / in grain	447	219	153
- kartupeļi / in potatoes	336	119	650

NPK Saimniecības bilance pētījumu gados parādīta 4. attēlā. Vidēji gadā saimniecībā nonāca par 1439 kg slāpekļa, 2017 kg fosfora un 303 kg kālija vairāk nekā tie tika iznesti ar realizēto produkciju un zudumiem. Vislielākais pārpalikums veidojās fosforam – vidēji 51 kg ha⁻¹ P₂O₅. Kā rāda Lauka bilances rādītāji, lielākā daļa no šī fosfora pārpalikuma (39.4 kg ha⁻¹) nonāca augsnē, tādējādi palielinot augiem izmantojamā fosfora resursus. Arī slāpekļa bilance visos gados bija pozitīva – vidēji 36.4 kg ha⁻¹, taču salīdzinājumā ar vairākās valstīs noteikto slāpekļa pārpalikuma limitu saimniecībām (Wolf et al., 2005; Hanegraaf, Den Boer, 2003; Tunney et al., 2003) tas nebija liels. Kālija Saimniecības bilance divos gados no trim bija negatīva, bet pārējos divos veidojās neliels kālija pārpalikums: vidēji pētījumu laikā 7.7 kg K₂O uz ha LIZ gadā.

No audzēto kultūraugu ražā uzkrātās NPK masas tikai 23% N, 24% P₂O₅ un 31% K₂O atstāja saimniecību ar realizēto augkopības produkciju. Pārējā šīs masas daļa tika iekļauta saimniecības iekšējā apritē pašražotās lopbarības, pakaišu materiāla un pašu izaudzētās sēklas sastāvā (3. tabula). Rēķinot uz 1 ha LIZ, saimniecībā palika 77.4 kg slāpekļa, 26.6 kg fosfora un 112.7 kg kālija. Pavisam neliels NPK daudzums ar graudaugu un kartupeļu sēklu atgriezās augsnē, bet salmi, ko izmantoja pakaišiem, kā arī lopbarības graudi, kartupeļi un visa zālāju raža nonāca lopkopības nozarē. NPK attiecība atsevišķos produkcijas veidos atšķīrās nedaudz. Izņemot graudus, pārējie produkti vairāk saturēja kāliju, bet vismazāk – fosforu. NPK attiecība pašražotajā lopbarībā bija 1 : 0.33 : 1.16. Lopkopības nozarē nonākusī augu barības elementu masa tālāk nosacīti "izgāja caur kūti", sadalot plūsmu starp lopkopības produkciju, kūtsmēsliem un zudumiem kūtsmēsliu uzkrāšanas un uzglabāšanas laikā. Pēc literatūras datiem, no lopbarībā esošiem slāpekļa, fosfora un kālija krājumiem lopkopības

produkcijā pāriet attiecīgi 20, 27 un 13%, dzīvniekos akumulējas – 20, 13 un 12%, bet kūtsmēslos un zudumos aiziet – 60, 50 un 75 % šo augu barības elementu (Harrison et al., 2004).

Lopkopības nozarē nonāca ne tikai saimniecībā izaudzētās augkopības produkcijas lielākā daļa, bet arī visa iepirkta lopbarība un minerālpiedevas, kā arī neliels daudzums NPK ar iepirktajiem dzīvniekiem. NPK masa, kas atradās šajos produktos, veidoja ienesu t.s. Kūts bilancē (4. tabula). Vidēji gadā šī ienesa veidoja 2536 kg slāpekļa, 1020 kg fosfora un 2830 kg kālija. Rēķinot uz 1 dzīvnieku vienību, vidēji gadā ar pašražoto lopbarību ienesa 110.6 kg N, 36.5 kg P₂O₅ un 128.1 kg K₂O, bet ar iepirkto – attiecīgi 19.5, 15.3 un 5.1 kg. Pa gadiem mainījās kā pašražotās, tā arī iepirktais lopbarības daudzums, taču šo ienesas sastāvdaļu NPK masas korelācija ar dzīvnieku vienību skaitu saimniecībā bija vāja (R = -0.29 – -0.56). Tas norāda, ka uz lopkopību novirzītā augkopības produkcijas daļa netika pietiekami sabalansēta ar lopbarības vajadzību konkrētajā gadā. Tas īpaši raksturīgs 2000. un 2002. gadam, kad, palielinoties mājlopu skaitam, NPK masa izmantotajā lopbarībā bija attiecīgi tikai 83.7 un 86.6 kg N, 44.0 un 35.3 kg P₂O₅, 83.0 un 61.1 kg K₂O uz 1 dzīvnieku vienību. Vienīgi ar pakaišu materiālu kūti ienestais NPK daudzums cieši korelē ar dzīvnieku vienību skaitu saimniecībā (R = 0.91–0.93). Iznese Kūts bilancē veidoja uzkrātajos kūtsmēslos esošā slāpekļa, fosfora un kālija masa un kūtsmēsliu ieguves, uzglabāšanas un iestrādes laikā radušies NPK zudumi, kā arī NPK realizētajā lopkopības produkcijā. Vidēji gadā kopējā iznesa no lopkopības (kūts) bija 2536 kg N, 925 kg P₂O₅ un 1291 kg K₂O. Tā kā kūtsmēsliu masa un arī zudumi no lopkopības bija tieši proporcionāli dzīvnieku skaitam saimniecībā, tad arī kopējā NPK iznesa cieši korelē ar dzīvnieku vienību skaitu (R = 0.83–0.93). Slāpekļa iznesa no lopkopības nozares

NPK Kūts bilances sastāvdaļas, vidēji 1999.–2003. g., kg
Variables of NPK Barn balance, average per year, 1999–2003, kg

Rādītājs / Variable	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
IENESA / INPUT			
Augkopības produkcijas daļa lopbarībai / Crop products as feedstuffs	1980	653	2293
Salmi pakaišiem / Straw for litter	173	73	443
Iepirkta lopbarība / Purchased feed	350	274	91
Iepirktie dzīvnieki / Purchased animals	33	20	3
IZNESA / OUTPUT			
Pārdotā lopkopības produkcija / Animal products sold	547	239	159
Uzkrātie organiskie mēsli / Accumulated manure	1482	671	1076
Zudumi no lopkopības / Losses (barn + manure storage)	638	15	57
BALANCE / BALANCE			
kg	-130	95	1539
kg ha ⁻¹ LIZ / per agricultural land	-3.3	2.4	38.9
kg DV ⁻¹ / per animal unit	-7.3	5.6	86.0

2000. un 2002. gadā par 772 un 991 kg pārsniedza tā ienesu, līdz ar to slāpekļa Kūts bilance vidēji pētījumu laikā bija negatīva (-7.3 kg DV⁻¹). Fosfora un kālija Kūts bilance bija pozitīva (attiecīgi 5.6 un 86.0 kg DV⁻¹). Vislielākais veidojās kālija pārpalikums. Šāda tendence ir atzīmēta arī citos līdzīgos augu barības elementu aprites pētījumos (Saporito, Lanyon, 2004; Bacon et al., 1990) un tiek saistīta ar iespējamām kļūdām kūtsmēslos esošo NPK krājumu un to zudumu uzskaitē. Iespējams līdz šim netiek pienācīgi novērtēta PK zudumu iespēja ar šķidrājiem izdalījumiem (virca) un notekūdeņiem.

NPK Saimniecības bilanci jeb šo augu barības elementu pārpalikumu saimniecībā veidoja gan tā NPK masa, kas, nonākot augsnē, netika saistīta kultūraugu ražā, gan arī tas NPK daudzums, kas netika izmantots kūts līmenī. Saimniecībā "Mareņi" slāpekļa pārpalikums galvenokārt tika novērots lauka līmenī (14.8–58.8 kg ha⁻¹ N), bet atsevišķos gados nedaudz arī lopkopībā (4.2–11.0 kg ha⁻¹ N). Ražā nesaistītais slāpekļa pārpalikums daļēji imobilizējas augsnē, bet ar palielinātu nokrišņu daudzumu tas var ieskaloties dziļākos augsnes slāņos, nokļūst gruntsūdeņos, ūdenskrātuvēs un pasliktināt dzeramā ūdens kvalitāti. Taču, salīdzinot ar slāpekļa bilanci daudzviet Eiropā (Halberg, 1999; Aarts et al., 2000; Myrbeck, 2001; Nielsen, Kristensen, 2005), šajā saimniecībā zudumiem potenciāli pakļautā slāpekļa daudzums nebija ievērojams. Arī fosfora pārpalikums tika konstatēts galvenokārt lauka līmenī. Lai gan tas bija salīdzinoši liels (40–60 kg ha⁻¹ P₂O₅), fosfors saistās

augsnē, palielinot augiem izmantojamos resursus, bet tā zudumi vairāk iespējami ar ūdens virszemes noteci izteikta reljefa apstākļos, taču tas nebija raksturīgs šai saimniecībai. Kā rāda pētījumi Zviedrijā (Swensson, 2003), saimniecībās, kas vienlaicīgi nodarbojas ar augkopības un lopkopības produkcijas ražošanu un realizāciju, fosfora bilance parasti ir bijusi robežās no 7 līdz 53 kg, bet citās valstīs arī vairāk par 70 kg ha⁻¹ P₂O₅ (Sibbesen, Runge–Metzger, 1995; Wolf et al., 2005). Kālija Saimniecības bilance "Mareņos" vidēji 1999.–2003. gadā bija 7.7 kg ha⁻¹ K₂O, taču šis rādītājs atspoguļo tikai saimniecībā ienākošās un no saimniecības izejošās kālija plūsmas starpību. Lauka līmenī tika novērots izteikts kālija deficīts (vidēji gadā -31.4 kg ha⁻¹ K₂O), kas var negatīvi ietekmēt augsnes kālija nodrošinājumu. Savukārt lopkopības sektorā noteikts liels kālija pārpalikums, kura tālākā plūsma nav noskaidrota.

Secinājumi

NPK ienesa saimniecībā "Mareņi" galvenokārt notika ar iepirktajiem minerālmēsliem, lopbarību, kā arī ar bioloģiski saistīto slāpekli, kas kopā bija 98% no ienesas. Minerālmēsli bija galvenā ienesas sastāvdaļa Lauka bilancē. Ar tiem vidēji gadā uz 1 ha LIZ iestrādāja 53.7 kg N, 55.8 kg P₂O₅ un 44.7 kg K₂O. Kūtsmēsli nodrošināja attiecīgi 37.4 kg N, 16.9 kg P₂O₅ un 32.7 kg K₂O. Kultūraugu ražā netika akumulēts viss augsnē ienestais slāpekļa un fosfora daudzums – vidēji 39.7 kg ha⁻¹ N un 39.0 kg ha⁻¹ P₂O₅, bet kālija iznesa pārsniedza tā ienesu (vidēji -31.2 kg ha⁻¹ K₂O). No izaudzētajā

augkopības produkcijā uzkrātā NPK daudzuma vairāk nekā divas trešdaļas nonāca saimniecības iekšējā apritē, veidojot attiecīgi 85.0, 70.5 un 96.2% no kopējā slāpekļa, fosfora un kālija daudzuma lopbarībā. Lopkopības nozarē tika noteikts liels kālija pārpalikums. Pētījumu laikā saimniecības bilance vidēji bija 36.4 kg N, 51.0 kg P₂O₃ un 7.7 kg K₂O uz 1 ha LIZ. Liels slāpekļa un fosfora pārpalikums, kas varētu būtiski ietekmēt vides kvalitāti, saimniecībā nav konstatēts.

Literatūra

1. Aarts, H.F.M., Habekotte, B., van Keulen, H. (2000) Nitrogen (N) management in the "De Marke" dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, V. 56, pp. 231-240.
2. Bacon, S.C., Lanyon, L.E., Schlauder, R.M.Jr. (1990) Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. *Agronomy Journal*, V. 82, pp. 755-761.
3. Van Beek, C.L., Brouwer, L., Oenema, O. (2003) The use of farmgate balances and soil surface balances as estimator for nitrogen leaching to surface water. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, V. 67, pp. 233-244.
4. Boruks, A. (2004) *Dabas apstākļi un to ietekme uz agrovīdi Latvijā*. Rīga, 166 lpp.
5. Bujnovsky, R., Igras, J. (2001) Nutrient balances (NPK) for representative farms in Czech Republic, Latvia, Poland and Slovak Republic. *Fertilizers and Fertilization*, No. 2 (7), pp. 53-65.
6. Council Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC). (1991) *Official Journal of the European Communities*, No. L375, 21.12.91.
7. Halberg, N. (1999) Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 76, pp. 17-30.
8. Hanegraaf, C.M., Den Boer, D.J. (2003) Perspectives and limitations of the Dutch Minerals Accounting System (Minas). *European Journal of Agronomy*, V. 20, pp. 25-31.
9. Harrison, J., Nennich, T., Kincaid, R., Van Wieringen, L. (2004) Potassium nutrition: cow requirements and whole farm balance. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, Oct. 26 – 27, 2004, Holiday inn, Grantville, PA*, pp. 17-31.
10. Kārklīšs, A., Līpenīte, I. (2005) Pētījumi par NPK bilanci zemnieku saimniecībās. I. Jelgavas raj. Sesavas pagasta „Rudeņi”. *LLU Raksti*, Nr. 13 (308), 1.-9. lpp.
11. *Lauku saimniecības Latvijā 2004. gadā*. (2005) Statistikas biļetens, LR Centrālā Statistikas pārvalde. Rīga, 36 lpp.
12. Mulier, A., Hofman, G., Baecke, E., Carlier, L., De Brabander, D., De Groote, G., De Wilde, R., Fiems, L., Janssens, G., Van Cleemput, O., Van Herck, A., Van Huylenbroeck, G., Verbruggen, I. (2003) A methodology for the calculation of farm level nitrogen and phosphorus balances in Flemish agriculture. *European Journal of Agronomy*, V. 20, pp. 45-51.
13. Myrbeck, A. (2001) Nutrient flows and balances in different farming systems – A study of 1300 Swedish farms. In: *Element balances as a sustainability tool. Proceedings of the Workshop in Uppsala, March 16–17, 2001*. JTI Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering, p. 109.
14. Nielsen, A.H., Kristensen, I.S. (2005) Nitrogen and phosphorus surpluses on Danish dairy and pig farms in relation to farm characteristics. *Livestock Production Science*, V. 96, Issue 1, pp. 97–107.
15. Nikolova, M.T. (2005) Potassium balance in field, farm and country level in Bulgaria. *Fertilizers and Fertilization*, No. 3 (24), pp. 89–97.
16. *Noteikumi par ūdens un augsnes aizsardzību no lauksaimnieciskās darbības izraisītā piesārņojuma ar nitrātiem (Nr. 531)*. (2001) Latvijas Republikas Ministru kabinets, 2001. gada 18. decembrī.
17. Oenema, O. (1999) Nitrogen cycling and losses in agricultural systems; identification of sustainability indicators. In: *Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture. Conference Proceedings, December 1–2, 1998, Falenty, IMUZ*, pp. 25-43.
18. Saporito, L.S., Lanyon, L.E. (2004) Evaluating the spatial and temporal dynamics of farm and field phosphorus and potassium balances on a mixed crop and livestock farm. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, V. 69, pp. 85-94.
19. Sibbesen, E., Runge-Metzger, A. (1995) Phosphorus balance in European agriculture – status and policy options. In: H. Tiessen, Ed. *Phosphorus in global environment*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 43-58.
20. Swensson, C. (2003) Analyses of mineral balances between 1997 and 1999 from dairy farms in the south of Sweden. *European Journal of Agronomy*, V. 20, No. 1, pp. 63-69.
21. Tunney, H., Csatho, P., Ehlert, F. (2003) Approaches to calculating P balance at the field-scale in Europe. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, V. 166, pp. 438-446.
22. Wolf, J., Rotter, R., Oenema, O. (2005) Nutrient emission models in environmental policy evaluation at different scales – experience from Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 105, issues 1–2, pp. 291-306.

Pateicība

Pētījums veikts ar LZP grantu tēmas Nr. 01. 0765 un Eiropas Komisijas finansētā projekta PL 950231 INCO-COPERNICUS atbalstu. Pateicība saimniecības īpašniekiem par atsaucību pētījumam veikšanā.