

Pētījumi par NPK bilanci zemnieku saimniecībās IV. Ogres raj. Ogresgala pagasta „Ogre” Plant Nutrient Balance Studies in Farms of Latvia IV. Farm “Ogre”, Ogre region

Ināra Līpenīte, Aldis Kārklīšs

LLU Augsnes un augu zinātņu institūts, e-pasts: Inara.Lipenite@llu.lv
Institute of Soil and Plant Sciences, LLU, e-mail: Inara.Lipenite@llu.lv

Abstract. The fourth article of the plant nutrient balance studies in farms of Latvia is devoted to farm “Ogre” (see also *Proc. of LLU*, Nos 13 and 16) which is located in central part of the country – in Vidzeme. The farm specializes in crop and animal production but sells mostly animal products (milk). Using similar methodology, NPK Soil surface and Farm–gate balances were calculated for the period of 1999–2003. Both mineral fertilizers and manures were important sources of NPK used in the farm. The proportion of each source was changing year by year reflecting the situation whether manure was the product to buy or to sell. The Soil surface balance for phosphorous was negative in three years (for potassium – in four years) out of five. Nitrogen balance fluctuated from excess 91.4 kg ha⁻¹ of N in 1999, when large quantity of bought poultry manure was used, to -3 kg ha⁻¹ in 2001. To follow the NPK fluxes outside and inside the farm and to clarify the differences between Soil surface and Farm–gate balances, NPK Barn balance was calculated. In this study the more pronounced differences among three types of balances were observed for potassium.

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

Ievads

Galveno augu barības elementu aprīte saimniecībās, kas nodarbojas ar augkopības un lopkopības produkcijas ražošanu, ir komplicēta, jo NPK avoti gan atrodas saimniecībā, gan arī tiek piesaistīti no ārienes, to plūsma notiek virzienā uz saimniecību, saimniecības iekšienē un arī ārā no saimniecības. Turklāt NPK aprīti saimniecībā var attēlot kā atsevišķus ciklus, kuri raksturīgi katram ražošanas sektoram. Lai augu barības elementi tiktu izmantoti efektīvi un nepalielinātu vides riskus, nepieciešams apzināt to aprīti katrā no šīs sistēmas sastāvdaļām (Oborn et al., 2003; Halberg et al., 2005). Pašlaik vairums no plašāk izmantotajām augu barības elementu bilances metodēm (Lauka bilance, Saimniecības bilance) nepietiekami akcentē vai pat vispār neņem vērā barības elementu aprīti saimniecības iekšienē (Oenema, 1999; Watson, Atkinson, 1999; Jarvis, 2001). Tā, piemēram, tikai retos gadījumos lauka līmenī tiek ņemta vērā slāpekļa imobilizācija augsnes organiskajā vielā un savukārt mineralizācijas rezultātā radušos minerālā slāpekļa savienojumu asimilācija augkopības produkcijā (Karlsson et al., 2001). Tas nozīmē, ka slāpekļa savienojumu neto mineralizācija praktiski no aprēķiniem tiek izslēgta, kaut gan tā var būtiski ietekmēt bilances rādītājus, sevišķi, ja to rēķina un skata īstermiņā. Savukārt saimniecībās, kuru pamatnozāre ir lopkopība un kur dzīvnieku ēdināšanā izmanto daļu no saimniecībā saražotās augkopības produkcijas, NPK iekšējās aprītes efektivitāte un stabilitāte ir atkarīga no barības līdzekļu sabalansētības dzīvnieku barības devā, zudumu novēršanas kūtsmēsļu

ieguves un uzglabāšanas procesā un citiem faktoriem (de Roest, 1999; Kohn et al., 1997; Watson et al., 2005; Kristensen et al., 2005; Toor et al., 2005). Tāpēc tiek uzsvērtā tādu pētījumu nepieciešamība, kuros kompleksi izvērtētu visus augu barības elementu aprītes ciklus un to kvantitatīvos rādītājus, lai iespējami precīzāk, efektīvāk un drošāk varētu vadīt un kontrolēt to plūsmu. Šī procesa ietekmējošo faktoru izpēte ir sevišķi svarīga arī tādā gadījumā, ja NPK bilances rādītājus izmanto par noteiktas saimniecības darbības agroekoloģisko indikatoru.

Lai skaidrotu augu barības elementu aprītes likumsakarības Latvijas zemnieku saimniecībās, veikta slāpekļa, fosfora un kālija ieneses un iznesas uzskaitē un bilanču aprēķini lauka un saimniecības līmenī komerciāla rakstura saimniecībai, kurā dominējošā nozare bija piena lopkopība. Šis ir kārtējais raksts no sērijas, kurā tiek analizēta un diskutēta problēma saimniecību specializācijas un ģeogrāfiskā izvietojuma aspektā.

Materiāli un metodes

Augu barības elementu aprītes pētījumiem un bilanču aprēķiniem nepieciešamās informācijas un datu uzskaitē Ogres rajona Ogresgala pagasta zemnieku saimniecībā “Ogre” veikta laikā no 1999. līdz 2003. gadam. Saimniecība atrodas Viduslatvijas nolaidenuma rietumu daļā ar lēzeni viļņotu un līdzenu reljefu. Reljefs un augsnes veidojušās uz glaciģēnēm nogulumiem (morēnas mālsmits un smilšmāls). Lauksaimniecībā izmantojamā zeme (LIZ) – lielkontūrainā. Atbilstoši

Latvijas teritorijas reģionālajai rajonēšanai lauksaimniecības vajadzībām (Boruks, 2004), Ogresgala pagasts iedalīts 5.2. reģionā, kas gar Daugavu sniedz no Ikšķiles līdz Skrīveriem un LIZ raksturojas ar labi iekultivētām augsnēm. Šajā reģionā dabas un ekonomiskie apstākļi pamatā ir labvēlīgi intensīvai lauksaimniecībai. Gar Ogresgala pagasta dienvidu un dienvidrietumu robežu plūst Daugava, ziemeļu daļā savā lejtecē līkumo Ogres upe. Saimniecības lauki nerobežojas ar šīm ūdenstilpēm, taču Ogres upē nonāk meliorācijas notece no saimniecības drenētajiem laukiem. Saimniecības tuvumā nav ezeru un purvu, tāpēc nepastāv iespēja slāpekļa un fosfora nonākšanai šajās jūtīgajās ekosistēmās.

Saimniecības zemes kopplatība pētījumu periodā vidēji bija 538 ha, no kuriem aramzeme aizņēma 71.1%, ganības – 25.3%, meži – 1.3% un cita zeme – 2.3%. Dominējošās augsnes – podzolaugnes, glejauksnes un podzolētās glejauksnes. Granulometriskais sastāvs – smilšmāls un mālsmilts. Visa lauksaimniecībā izmantojamā zeme ir drenēta ar slēgto drenāžu.

LIZ agroķīmiskie rādītāji: pH KCl – 5.6–7.3, organiskā viela – 17–65 g kg⁻¹, augiem viegli izmantojamais P₂O₅ – 35–366, K₂O – 46–228 mg kg⁻¹.

Saimniecība nodarbojas ar lopkopības (liellopi) un augkopības (graudaugi) produkcijas ražošanu. Ganāmpulku veidoja slaucamās govīs, teļi (līdz 6 mēn.) un teles (6–24 mēn.) – vidēji 211 DV (dzīvnieku vienības*) gadā. Lopbarībai tika audzēta kukurūza un daudzgadīgie zālāji, arī tauriņzieži. Iegūtos seklās kūts pakaišu kūtsmēslus pārsvarā izmantoja kultūraugu mēslošanai, bet nelielu daudzumu arī realizēja. Savukārt 1999. gadā papildus tika iepirkti putnu mēsli. Augu barības elementu krājumi saimniecībā tika papildināti ar iepirktiem minerālmēsliem, iepirktiem dzīvniekiem, 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 iepirktajiem minerālmēsliem un organiskiem mēslošanas līdzekļiem, to sastāvu un pielietošanu, iepirkto sēklu un lopbarību, mājdzīvnieku skaitu un apriti, lopu turēšanas sistēmu, kūtsmēslu uzkrāšanu un uzglabāšanu, par kultūraugu mēslošanu un iegūto ražu, kā arī par realizētās augkopības (graudi, salmi) un lopkopības (piens, gaļa, kūtsmēsli) produkcijas apjomu. Saimniecībā periodiski tika ievākti un analizēti kūtsmēslu 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 balance un NPK saimniecības balance. Bilanču aprēķinu metodiku skatīt autoru iepriekšējā publikācijā (Kārklīņš, Līpenīte, 2005). Analizēta arī NPK aprīte lopkopības nozarē, veicot tā

saukto „Kūts bilances” aprēķinu. Kūts bilancē NPK ienesu veidoja saimniecībā saražotie, iepirktie un dzīvnieku barībai izmantotie produkti, izlietotais pakaišu materiāls, kā arī iepirktie dzīvnieki. Savukārt izesu veidoja saražotā (pārdotā) lopkopības produkcija, iegūtie kūtsmēsli un izskaitļotie NPK zudumi no lopkopības.

Rezultāti un diskusija

Dati par slāpekļa, fosfora un kālija ienesu augsnē pētījumu periodā saimniecībā “Ogre” ir sakopoti 1. tabulā. Pa gadiem ienesas struktūra un augsnē iestrādāto galveno augu barības elementu masa ievērojami svārstījās. NPK ienesas pamatmasu veidoja saimniecībā uzkrātie kūtsmēsli un iepirktie minerālmēsli. Kūtsmēsli kā augu barības elementu avots pētījumu periodā bija visstabilākie, jo to masa pa gadiem mainījās samērā maz. Tikai 2003. gadā, kad saimniecībā ievērojami palielinājās LIZ platība un pie tam 700 t kūtsmēslu tika pārdotas, NPK ienesa ar kūtsmēsliem uz 1 ha samazinājās salīdzinājumā ar 2002. gadu par 14.7 kg N, 8.3 kg P₂O₅ un 11.3 kg K₂O. Savukārt izmantoto minerālmēslu masa pa gadiem mainījās un ar tiem iestrādātā NPK norma pakāpeniski palielinājās. Tā, piemēram, 2000. gadā kultūraugu mēslošanai saimniecībā izmantoja 1.9 t, bet 2003. g. – jau 29.8 t slāpekļa. Taču fosforam un kālijam šāds palielinājums nebija vērojams, līdz ar to šo elementu zemais īpatsvars mēslojumā varēja ietekmēt arī slāpekļa izmantošanās efektivitāti. 1999. gadā visvairāk slāpekļa, fosfora un kālija augsnē nonāca ar iepirktajiem putnu mēsliem. Kopā ar saimniecībā saražotajos kūtsmēslos un lietotajos minerālmēslos esošajiem NPK krājumiem šajā gadā augsnē pavisam iestrādāja 138.5 kg ha⁻¹ N, 89.3 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 91.1 kg ha⁻¹ K₂O. Pārējos gados ienesas lielums bija atkarīgs no NPK masas iepirktajos minerālmēslos. Būtisku slāpekļa ienesas daļu saimniecībā deva arī bioloģiski saistītais slāpekļlis, kas uzkrājās, pateicoties tauriņziežu kultivēšanai, un vidēji pētījumu periodā veidoja 24.8% no kopējās slāpekļa ienesas. Vidēji 1999.–2003. g. ar mēslojumu, N bioloģisko fiksāciju un sēklu uz 1 ha lauksaimniecībā izmantotās zemes nonāca 85.5 kg N, 25.5 kg P₂O₅ un 39.5 kg K₂O, tādējādi slāpekļa, fosfora un kālija attiecība ienesā bija 1:0.26:0.46. Tā kā 1999. gads atšķīrās no pārējā pārskata perioda ar neraksturīgi lielu NPK ienesu ar iepirktajiem putnu mēsliem, tad vidējā ienesa nākamajos 4 gados bija zemāka par vidējo visā pētījumu periodā – attiecīgi tikai 74.2, 16.0 un 31.3 kg jeb N:P:K = 1:0.22:0.42.

Augkopības nozare saimniecībā galvenokārt nodrošināja ganāmpulku ar zāles un koncentrēto lopbarību. Sējumu struktūrā (1. att.) aptuveni pusi no sējplatības aizņēma graudaugi (ziemas rudzi, tritikāle, mieži, auzas, griķi), no kuriem zināma daļa graudu,

* Aprēķinātas, ņemot vērā ar kūtsmēsliem izdalīto slāpekli gadā.

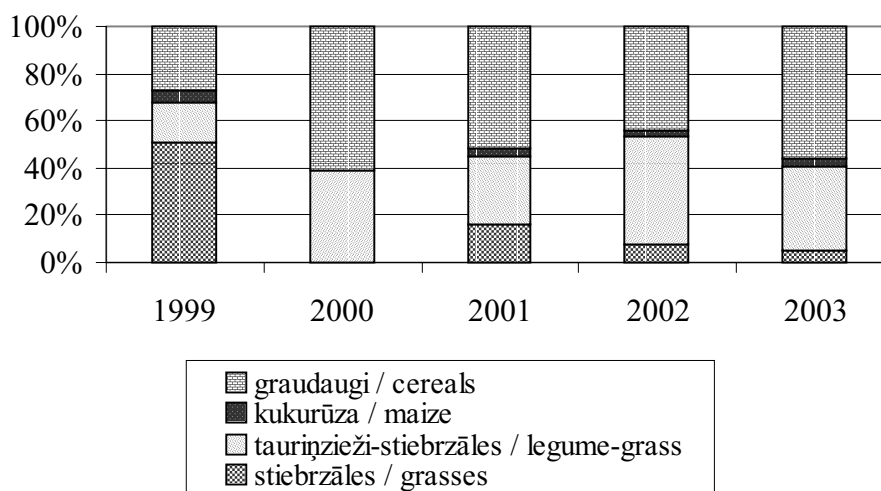
NPK ienesa augsnē, kg ha⁻¹ LIZ
NPK input into soil, kg ha⁻¹ of agricultural land

Rādītājs / Variable	1999	2000	2001	2002	2003
SLĀPEKLIS / NITROGEN					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	17.7	4.4	7.5	24.5	40.8
Organiskie mēsli / Manure	39.3	34.5	30.3	33.1	18.4
Iepirktie organiskie mēsli / Purchased manure	81.4	–	–	–	–
Sēkla / Seed	0.9	2.1	1.8	1.5	1.6
Biol. fiksētais N / Biologically fixed N	10.9	22.7	19.7	26.8	23.2
FOSFORS / PHOSPHOROUS, P₂O₅					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	–	18.9	4.0	12.9	7.2
Organiskie mēsli / Manure	17.4	14.8	12.7	13.9	5.6
Iepirktie organiskie mēsli / Purchased manure	71.9	–	–	–	–
Sēkla / Seed	0.5	1.1	0.9	0.7	0.8
KĀLIJS / POTASSIUM, K₂O					
Minerālmēsli / Mineral fertilizers	–	21.8	1.6	14.8	10.4
Organiskie mēsli / Manure	34.0	29.0	24.8	26.4	15.1
Iepirktie organiskie mēsli / Purchased manure	57.1	–	–	–	–
Sēkla / Seed	0.3	0.7	0.6	0.5	0.5

atsevišķos gados arī salmu, tika realizēta. Otru pusi aizņēma daudzgadīgie zālaugi – gan stiebrzāles, gan arī āboliņa–stiebrzāļu un lucernas–stiebrzāļu maisījumi. Nelielās platībās tika audzēta kukurūza skābbarībai. Augu barības elementu iznesu tādējādi veidoja visā augkopības pamatprodukcijā un blakus produkcijā uzkrātā NPK masa.

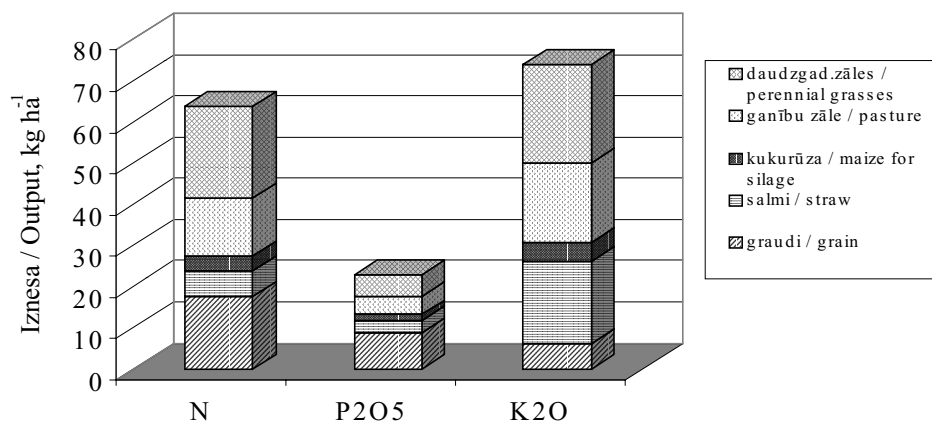
Pētījumu periodā kopējā NPK iznesa ar iegūto kultūraugu ražu palielinājās aptuveni 2.5 reizes

proporcionāli sējplatības palielinājumam. Iznesa no 1 ha pa gadiem mainījās salīdzinoši nedaudz, taču bija vērojama zināma ražības un līdz ar to arī iznesas palielināšanās. Vidēji 1999.–2003. gadā ar graudaugu, daudzgadīgo zālaugu, kukurūzas un ganību zāles ražu iznesa veidoja 63.8 kg ha⁻¹ N, 22.9 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 73.9 kg ha⁻¹ K₂O. Slāpekļa, fosfora un kālija attiecība iznesā bija 1:0.36:1.16. No audzētajiem kultūraugiem visvairāk slāpekļa un fosfora tika iznests ar graudaugu ražu, un



1. att. Sējumu struktūra saimniecībā.

Fig. 1. Crops grown in the farm, % from the sown area.



2. att. NPK iznesa ar novākto kultūraugu ražu (vidēji 1999.–2003. g.).
Fig. 2. NPK removal by crops' yield, in 1999–2003 on the average.

šie elementi pārsvarā akumulējās graudos. Salmos, kurus arī novāca no lauka, bija lielāks kālija īpatsvars – kālija iznesa ar salmiem 3 reizes pārsniedza slāpekļa iznesu. Salīdzinoši daudz slāpekļa un īpaši kālija, bet mazāk fosfora iznesa ar zālāugiem (2. att.).

NPK kopējā ienesa augsnē un iznesa ar ražu pētījumu periodā pa gadiem ir parādīta 2. tabulā. Aprēķins rāda, ka augu barības elementu iznesa ar ražu vāji korelē ar to ienesu augsnē ($r=0.32$). Pētījumu laikā ienesa pa gadiem bija mainīga un atkarīga no mēslošanas līdzekļu iegādes iespējām un apjomiem, pie kam atšķirīgs bija arī

atsevišķu augu barības elementu īpatsvars mēslojumā, kas mainīja N:P:K attiecību. Visos gados ienesā dominēja slāpekļis un, izņemot 2001. gadu, tā ienesa pilnībā nosedza slāpekļa iznesu ar ražu. NPK Lauka bilance 1999. gadā ievērojami atšķīrās no pārējā pētījumu perioda, jo lauka līmenī veidojās liels ražā nesaistītā slāpekļa un arī fosfora pārpalikums. Šajā gadā arī augsnē iestrādātais kālija daudzums bija pietiekošs tā iznesai, kā dēļ kālija lauka bilance bija pozitīva un pārpalikums veidoja 17.9 kg ha⁻¹ K₂O.

Kā rāda bilances aprēķini, laikā no 2000. līdz 2003.

2. tabula / Table 2

NPK Lauka bilance saimniecībā, kg
NPK Soil surface balance in the farm, kg

Rādītājs / Variable	1999	2000	2001	2002	2003
SLĀPEKLIS / NITROGEN					
Ienesa augsnē / Input	57651	27109	33187	42484	61280
Iznesa ar ražu / Removal by crops' yield	22584	24874	34885	31239	52003
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	35067	2235	-1698	11245	9277
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	91.4	5.2	-3.0	22.7	12.7
FOSFORS / PHOSPHOROUS, P₂O₅					
Ienesa augsnē / Input	30752	11450	5865	9749	8249
Iznesa ar ražu / Removal by crops' yield	7698	9441	12776	11150	18374
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	23054	2009	-6911	-1401	-10125
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	60.1	4.7	-12.3	-2.8	-13.9
KĀLIJS / POTASSIUM, K₂O					
Ienesa augsnē / Input	33233	20532	12808	18714	17134
Iznesa ar ražu / Removal by crops' yield	26348	29270	40761	34188	61243
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	6885	-8738	-27953	-15474	-44109
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	17.9	-20.5	-49.9	-31.3	-60.5

gadam fosfora un kālija bilance pārsvarā bija negatīva, tātad ražas veidošanai notika intensīva augiem viegli izmantojamo fosfora un kālija augsnes rezervju izmantošana. Vidēji gadā pārskata perioda laikā ražā netika saistīti 21.6 kg ha⁻¹ N un 2.6 kg ha⁻¹ P₂O₅, bet 34.5 kg ha⁻¹ K₂O tika izmantoti no augsnes rezervēm. Šie rezultāti parāda nepietiekamo fosfora un kālija mēslojuma lietošanas intensitāti, kas būtiski varēja ietekmēt iegūtās ražas lielumu un tās kvalitāti.

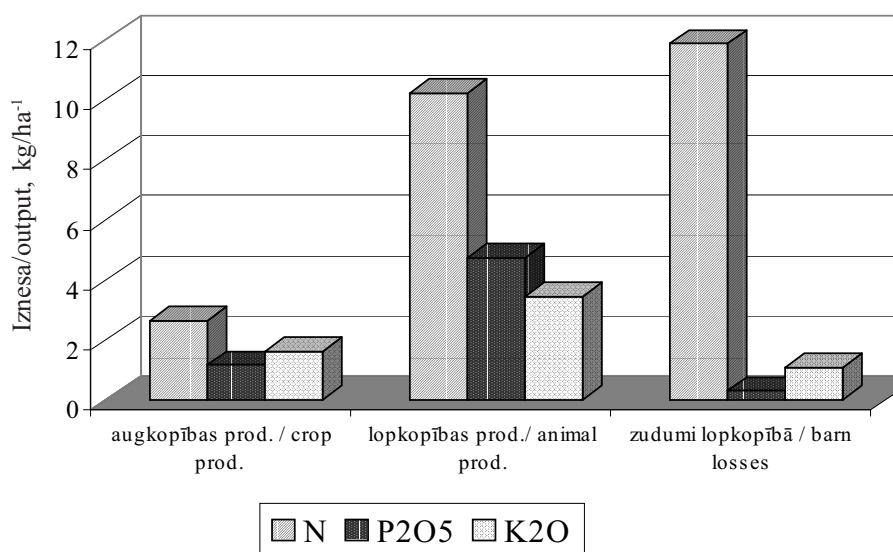
Rēķinot saimniecības bilanci, augu barības elementu ienesu saimniecībā veidoja iepirktie produkti: minerālmēsli un iepirktie organiskie mēsli, graudaugu un zālāju sēkla, lopbarība (klījas, drabiņas, melase, cukurbiešu grauzījumi u.c.) un minerālpiedevas, kā arī 1999. gadā iepirktās govīs. Ar šo produktu kopējo masu, kas pa gadiem mainījās, vidēji 1999.–2003. g. saimniecībā nonāca 68.9 kg N, 28.4 kg P₂O₅ un 22.8 kg ha⁻¹ K₂O. Uz kopējā piecgadas fona krasi atšķīrās 1999. gads, kad ienesa, rēķinot uz 1 ha LIZ, saimniecībā bija 118.3 kg N, 75.8 kg P₂O₅ un 62.2 kg K₂O. Vislielāko ienesas īpatsvaru veidoja mēslojums, un vidēji gadā tas slāpeklim bija 54.2%, fosforam 80.4% un kālijam 92.6% no kopējās ienestās augu barības elementu masas. Nozīmīga ienesas sastāvdaļa bija arī bioloģiski saistītais slāpekļlis, kas veidoja 30.8% no kopējās saimniecībā ienākošās slāpekļa masas.

Pārskata periodā mainījās iepirktās lopbarības sortiments. Palielinoties koncentrātu un piedevu īpatsvaram, aptuveni 5 reizes samazinājās kālija, bet palielinājās slāpekļa un fosfora ienesa. Iepirktā lopbarība un minerālpiedeva deva gandrīz piekto daļu no kopējās fosfora ienesas. Vidēji uz 1 ha LIZ ar iegādāto lopbarību saimniecībā ienesa 10.1 kg N, 5.5 kg P₂O₅ un 1.7 kg K₂O. NPK ienesa ar iepirkto sēklu, pakāpeniski palielinoties

sējplatībai, pieauga, taču veidoja niecīgu daļu – tikai 0.1–0.2% – no kopējās ienesas saimniecībā. Ar iepirktajiem dzīvniekiem saimniecībā kopumā nonāca 250 kg N, 169 kg P₂O₅ un 20 kg K₂O, kas ienesu uz 1 ha LIZ būtiski neietekmēja.

NPK iznesu no saimniecības, ko veidoja pārdotā produkcija, t.i., graudi un salmi, piens un liellopu gaļa, nelielā daudzumā arī kūtsmēsli, kā arī NPK zudumi no lopkopības, pētījumu periodā raksturo 3. attēls. Kopējā iznesa no saimniecības nebija liela. Vidēji gadā, rēķinot uz 1 ha LIZ, saimniecību atstāja 24.7 kg N, 6.2 kg P₂O₅ un 6.2 kg K₂O. Pa gadiem iznesa ar augkopības produkciju mainījās atkarībā no pārdotās graudu un salmu masas. Gados, kad salmus nepārdeva, iznesā samazinājās kālija daudzums. Realizētā piena un gaļas daudzums pārskata periodā pakāpeniski pieauga, tādējādi palielinot arī NPK iznesu, kurā izteikti dominēja slāpekļlis (N:P:K = 1:0.5:0.3). Tā, kopējā N iznesa ar lopkopības produktiem palielinājās no 2442 kg 1999. gadā līdz 9202 kg 2003. gadā. Saimniecība realizēja arī nelielu daļu no uzkrātajiem pakaišu kūtsmēsliem, ar kuriem vidēji gadā iznesa 506 kg N, 198 kg P₂O₅ un 418 kg K₂O. Nozīmīga iznesas (īpaši slāpekļa) sastāvdaļa bija arī augu barības elementu zudumi lopkopībā. Tie gadā veidoja 6543 kg N, 164 kg P₂O₅ un 608 kg K₂O.

NPK Saimniecības bilance līdzīgi Lauka bilancei 1999. gadā ievērojami atšķīrās no pārējā pētījumu perioda rādītājiem (3. tabula). Bilances aprēķini rāda, ka šajā gadā iepirktie produkti, īpaši putnu mēsli, radīja salīdzinoši augstu NPK pārpalikumu, kas palika saimniecībā: 90.8 kg ha⁻¹ N, 70.6 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 56.3 kg ha⁻¹ K₂O. Arī visos pārējos gados slāpekļa un fosfora ienesa pārsniedza to iznesu ar pārdoto produkciju un zudumiem. Tā, piemēram, 2000. gadā pārdotajā



3. att. NPK iznesa no saimniecības ar pārdoto produkciju un zudumiem.

Fig. 3. NPK output with sold products and losses.

NPK Saimniecības bilance, kg
NPK Farm-gate balance, kg

Rādītājs / Variable	1999	2000	2001	2002	2003
SLĀPEKLIS / NITROGEN					
Ienesa saimniecībā / Farm input	45364	12841	21390	30640	57595
Iznesa no saimniecības / Farm output	10531	11048	11803	14916	16878
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	34833	1793	9587	15724	40717
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	90.8	4.2	17.1	31.8	55.9
FOSFORS / PHOSPHOROUS, P₂O₅					
Ienesa saimniecībā / Farm input	29078	9389	5852	8594	11078
Iznesa no saimniecības / Farm output	1997	2262	2691	3963	4812
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	27081	7127	3161	4631	6266
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	70.6	16.7	5.6	9.4	8.6
KĀLIJS / POTASSIUM, K₂O					
Ienesa saimniecībā / Farm input	23879	9912	1912	7453	8292
Iznesa no saimniecības / Farm output	2265	2466	2140	4515	4561
Pārpalikums vai deficīts / Excess or deficit	21614	7446	-228	2938	3731
Bilance / Balance, kg ha ⁻¹	56.3	17.5	-0.41	5.9	5.1

produkcijā nesaistītais slāpeklis bija tikai 4.2 kg ha⁻¹, bet turpmāk palielinājās un 2003. gadā jau sasniedza 55.9 kg ha⁻¹. Fosfora pārpalikums saimniecībā nebija liels. Saimniecības bilance kālijam 2001. gadā bija negatīva – no saimniecības kāliju iznesa par 228 kg vairāk nekā ienesa, kas, rēķinot uz 1 ha LIZ, bija 0.41 kg K₂O. Citos gados tika konstatēts kālija pārpalikums, kas veidoja 5.1–17.5 kg ha⁻¹. Vidēji pārskata periodā Saimniecības bilance slāpeklim bija 39.6 kg N, fosforam

18.6 kg P₂O₅ un kālijam 13.7 kg K₂O uz 1 ha LIZ.

Saimniecībā “Ogre” no visa izaudzētajā augkopības produkcijā uzkrātā NPK daudzuma saimniecībā palika 31221 kg N, 9976 kg P₂O₅ un 36979 kg K₂O (attiecīgi 95.4% N, 94.3% P₂O₅ un 97.7% K₂O), kas bija akumulēti sēklai atstātajos graudos, pakaišiem paredzētajos salmos, lopbarības graudos, skābbarībā un sienā, kā arī ganību zālē (4. tabula). No šī NPK daudzuma vairāk nekā 97.5% tika iekļauti aprītē lopkopības nozarē. Tā kā

NPK masa augkopības produkcijā un tās izlietojums, vidēji 1999.–2003. g., kg ha⁻¹
NPK in crops' yield and its distribution, 1999–2003, average per year, kg ha⁻¹

NPK krātuve / Plant nutrient pool	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Iegūtajā ražā, tajā skaitā / In harvested yield, from which:	63.0	22.7	73.0
- pārdotajā ražas daļā / in sold crop products	2.9	1.3	1.7
- saimniecībā palikušajā daļā, tajā skaitā / left in the farm, from which in:	60.1	21.4	71.3
- pašu izaudzētā sēklā / in-farm produced seed	1.4	0.7	0.5
- salmos / in straw for litter	6.0	3.0	19.0
- lopbarībā, tajā skaitā / in feedstuffs, from which in:	52.8	17.7	51.8
- ganību zālē / pasture grasses	14.0	4.5	19.2
- sienā, skābbarībā / hay, silage	25.2	6.4	27.8
- graudos / grain	13.6	6.8	4.8

NPK Kūts bilance, vidēji 1999.–2003. g., kg DV⁻¹
NPK Barn balance in 1999–2003, average per year, kg DV⁻¹

Rādītājs / Variable	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
IENESA / INPUT			
Augkopības produkcijas daļa lopbarībai / In-farm crop products for feed	97.0	33.1	82.4
Ganību zāle / Grasses from pasture	34.4	11.0	47.2
Salmi pakaišiem / Straw for litter	14.9	7.3	46.7
Iepirktā lopbarība / Purchased feed	24.9	13.4	4.1
Iepirktie dzīvnieki / Purchased animals	0.2	0.2	0.0
IZNESĀ / OUTPUT			
Pārdotā lopkopības produkcija / Sold animal products	23.7	11.0	8.0
Uzkrātie organiskie mēsli / Manure	72.6	31.4	61.5
Zudumi no lopkopības / Barn losses	31.0	0.8	2.9
BILANCE / BALANCE	44.1	21.8	108.0

lielāko augkopības produkcijas daļu veidoja zāles lopbarība, kā arī salmi, tad visvairāk šajā aprītē nokļuva kālijs, kas bija paņemts no augsnes resursiem, par ko liecināja negatīvā kālija Lauka bilance. Lopbarībā nonākošā fosfora masa, salīdzinot ar kāliju, bija ievērojami mazāka, un tā tikai nedaudz caur pakaišiem nonāca kūtsmēsļu sastāvā. No lopkopībā ienestā slāpekļa aptuveni puse bija sastopama sagatavotajā sienā (skābsienā) un skābbarībā, bet otro pusi līdzīgi veidoja ganību zāle un lopbarības graudi. Saimniecībā izaudzētajā lopbarībā esošie NPK krājumi nodrošināja 83.9% no dzīvnieku ēdināšanā izmantotā slāpekļa, 76.4% – fosfora un 96.9% – kālija.

Lai varētu izsekot augu barības elementu plūsmām saimniecības iekšienē un arī izskaidrot nesaisti starp aprēķinātajām NPK Lauka un Saimniecības bilancēm, veikts papildus aprēķins – izskaitlota tā sauktā Kūts bilance. Tā rāda NPK plūsmu lopkopības nozarē, kas ir daļa no kopējās Saimniecības bilances. Šajā gadījumā termins „kūts” apzīmē lopkopību kopumā un dažādu NPK saturošu materiālu plūsmu uz to un no tās.

Vidēji 1999.–2003. gadā lopkopībā ienākošā un no tās izejošā NPK masa, rēķinot uz dzīvnieku vienību (DV), ir parādīta 5. tabulā. Saimniecībā uz vietas saražotā lopbarība (siens, skābsiens, skābbarība, graudi) un ganību zāle bija galvenās ienesas sastāvdaļas. Savukārt vairāk nekā pusi NP un virs 80% K₂O ienesas no lopkopības nozares (kūts) veidoja uzkrātie kūtsmēsli. Kā rāda Kūts bilances aprēķini, lopkopības nozarē veidojas augu barības elementu pārpalikums: uz 1 DV vidēji gadā tas bija 44.1 kg N, 21.8 kg P₂O₅ un 108.0 kg K₂O. Tomēr atkarībā no tā, cik liela NPK masa nonāca

apritē lopkopībā no saimniecībā izaudzētās augkopības produkcijas, pa gadiem šis pārpalikums ievērojami svārstījās. Tā, piemēram, slāpeklim 1999. un 2000. gadā bilance uz 1 DV bija negatīva, attiecīgi -1.1 un -2.1 kg, turpretī 2003. gadā sasniedza +149 kg. Ļoti liels bija lopkopības produkcijā nesaistītā kālija daudzums. Tas pa gadiem mainījās no 69.8 līdz 226.7 kg DV⁻¹. Pārēķinot uz 1 ha LIZ, Kūts bilance pārskata periodā saimniecībā slāpeklim bija -0.6 līdz 43.1 kg, fosforam 10.5 līdz 22.5 kg un kālijam 37.2–65.7 kg.

Iegūtie rezultāti rāda, ka bilances aprēķinos izmantotie normatīvi jāprecizē. Pētījumu periods bija pietiekami garš – 5 gadi –, lai vidējā lopkopības (kūts) bilance tuvotos savam loģiskajam rezultātam – nullei (ja ņemtu vērā arī ganībās atstātos dzīvnieku izdalījumus), tas ir, visiem pieciem iespējamiem NPK ienesas posteņiem būtu jābalansējas ar trim loģiski esošajiem iznesu posteņiem. Ja tas tomēr tā nav, tad pozitīvas bilances gadījumā var secināt, ka vai nu ienesas posteņi ir pārvērtēti (NPK masa uzrādīta lielāka, nekā reāli), vai arī iznesu posteņi nav pienācīgi novērtēti (NPK masa uzrādīta mazāka), vai arī abi šie momenti ir kombinējušies. Relatīvi lielāka iespēja pastāv, ka precizēšana nepieciešama NPK iznesu normatīviem ar kultūraugu ražu, kūtsmēsļu ieguves un ķīmiskā sastāva normatīviem, kā arī NPK zudumu normatīviem. Šie normatīvi ir viskomplicētākie, vidējos rādītājus veido liels skaits atsevišķu un ievērojami atšķirīgu individuālo komponentu, tos analītiski pārbaudīt ir ļoti sarežģīti.

Ļoti dinamisks un vāji izpētīts ir posms, ko bilanču aprēķinos apzīmē ar terminu „zudumi”, sevišķi attiecībā uz slāpekli. Tas sastāv no vairākiem etapiem: zudumi

NPK nodrošinājums lopbarībā, vidēji gadā uz 1 dzīvnieku vienību, kg
NPK supply with feed, average per year, per 1 animal unit, kg

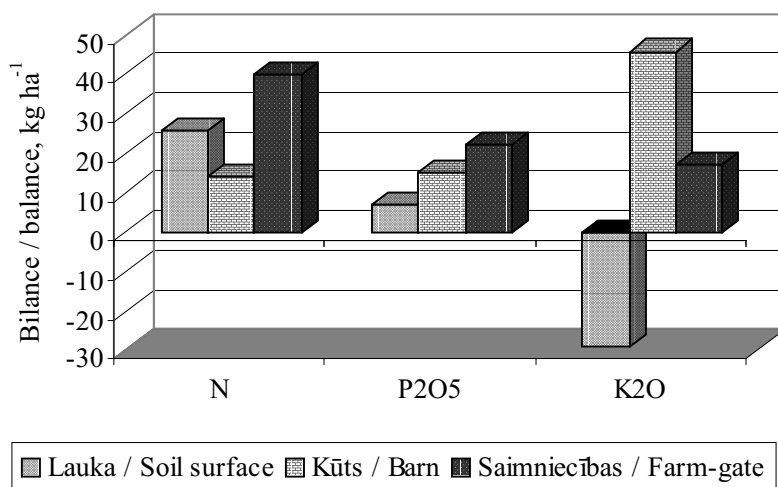
Lopbarības veids / Feed	Kopproteīns / Crude protein (6.25 N)	P ₂ O ₅	K ₂ O
Graudi / Grain	208.1	16.7	11.7
Siens, skābarība / Hay, silage	386.3	15.9	68.4
Ganību zāle / Pasture grasses	215.0	10.9	47.2
Iepirkta lopbarība / Purchased feedstuffs	155.0	13.4	4.1
KOPĀ / TOTAL	964.4	56.9	131.4
Diennaktī / Per day	2.64	0.156	0.360
NORMA / RECOMMENDED DIET	2.50	0.204	0.273

no dzīvniekiem, novietnē, ganībās, mēslu savākšanas un uzglabāšanas laikā, mēslu izklīdes un iestrādes laikā, no augsnes un pat no augiem. Izsekot visiem šiem posmiem un tos kvantitatīvi raksturot ir ļoti sarežģīti, izvēlētie un bilanču aprēķinos izmantotie normatīvie rādītāji ir ļoti aptuveni un var ievērojami svārstīties atkarībā no vairākiem vides un tehnoloģiskajiem apstākļiem.

Veicot aprēķinus par saimniecībā dzīvnieku ēdināšanai izmantotajā lopbarībā esošajiem kopproteīna, fosfora un kālija krājumiem, noskaidrots, ka pārskata periodā pa gadiem tie bija atšķirīgi, kaut gan dzīvnieku skaits saimniecībā praktiski nemainījās. Tā, lopbarībā esošā kopproteīna dienas deva uz 1 DV svārstījās no 1.74 līdz 4.66 kg, P₂O₅ – no 99 līdz 264 g, bet K₂O – no 225 līdz 576 g. Pēc literatūras (Dzīvnieku ēdināšanas ..., 1977) datiem, šo komponentu diennakts norma barībā slaucamajām govīm ar vidējo izslaukumu 7000 kg piena gadā (atbilst 1 DV) ir 2.5 kg kopproteīna, 204 g

P₂O₅ un 273 g K₂O. Vidēji 1999.–2003. g. saimniecībā “Ogre” kopproteīna nodrošinājums lopbarībā bija tuvs normai, fosfora daudzums – par 23.5% mazāks, bet kālija – par 31.9% lielāks salīdzinājumā ar vēlamo daudzumu barībā (6. tabula). Atsevišķos gados novirzes bija ievērojami lielākas, bet kopējā tendence sakarā ar lielo zāles lopbarības īpatsvaru dzīvnieku barībā bija nepietiekamais fosfora un pārlietu lielais kālija daudzums.

Pētījumā iegūtās NPK Lauka, Kūts un Saimniecības bilances parādītas 4. attēlā. Augu barības elementu aprites izpēte un minēto bilanču aprēķini rādīja, ka līdz šim dažādi skaidrotā atšķirība starp Lauka un Saimniecības bilanci konkrētā saimniecībā ir NPK pārpalikums vai deficīts (Kūts bilance), kas veidojas lopkopības nozarē, ņemot vērā arī saimniecības iekšējā apritē esošo NPK masu. Saimniecības “Ogre” piemērs rāda, ka Saimniecības bilance ne vienmēr atspoguļo patieso augu barības elementu izmantošanās līmeni



4. att. NPK Lauka, Kūts un Saimniecības bilances salīdzinājums, vidēji 1999.–2003. g.

Fig. 4. Comparison of NPK Soil surface, Barn, and Farm-gate balances, on average in 1999–2003.

saimniecībā, kā arī to neracionālā uzkrājuma potenciālo ietekmi uz vidi. Tā, piemēram, kālija Saimniecības bilance bija tikai 16.9 kg ha⁻¹ LIZ, turklāt lauka līmenī vērojams pat izteikts kālija deficīts (-28.8 kg ha⁻¹). Taču pavisam atšķirīga situācija tika konstatēta kālija aprītē lopkopībā. Kālija uzkrājums augkopības produkcijā, kurš bija veidojies, augiem izmantojot augsnes kālija resursus, nonākot lopkopības sektorā tikai daļēji akumulējās saražotajā lopkopības produkcijā un kūtsmēslos. Kā rāda Kūts bilance, tad lopkopībā neizmantojot kālija daļa veidoja 45.7 kg ha⁻¹ K₂O, tādējādi radot ievērojamus līdz šim neidentificētus zudumus. Kālija zudumi nerada vides problēmas, taču līdzīgs Saimniecības bilances vērtējums slāpeklim vai fosforam varētu sniegt nepareizu priekšstatu par saimniekošanas ekoloģisko drošību.

No saimnieciskā un ekoloģiskā aspekta ir svarīgi, lai gan saimniecībā ienākusi, gan arī iekšējā aprītē nonākusi augu barības elementu masa tiktu izmantota racionāli. Saimniecībā “Ogre” NPK aprīte visumā bija sabalansēta un, vērtējot visu pārskata periodu, par zināmu risku videi varētu uzskatīt vienīgi nepamatoti augsto NPK ienesi 1999. g. ar iepirktajiem organiskajiem mēsliem. Tomēr, lai augu barības elementu izmantošanas efektivitāti palielinātu, būtu vēlams palielināt kālija minerālmēsļu normas kultūraugu mēslošanai, kas veicinātu slāpekļa un fosfora izmantošanās efektivitāti un palielinātu graudaugu u.c. kultūraugu ražību, kā arī uzturētu vismaz esošo kālija nodrošinājuma līmeni augsnē. Tāpat būtu lietderīgi izmainīt zāles un koncentrētās lopbarības un minerālpiedevu attiecību dzīvnieku barībā, tādējādi optimizējot fosfora un samazinot kālija saturu tajā.

Secinājumi

Pētījumu periodā saimniecībā “Ogre” vidēji gadā aprītē nonāca 48.9 t N, 15.7 t P₂O₅ un 21.1 t K₂O, pie kam nozīmīga NPK masas daļa tika iekļauta saimniecības iekšējā aprītē. Lauka bilance slāpeklim un fosforam veidojās pozitīva (attieciņi 21.6 un 2.6 kg ha⁻¹), bet kālijam – negatīva (-34.5 kg ha⁻¹). Saimniecības bilance bija pozitīva, t.i., vidēji gadā, rēķinot uz 1 ha LIZ, ar iepirktajiem materiāliem saimniecībā nonāca par 39.6 kg slāpekļa, 18.6 kg fosfora un 13.7 kg kālija vairāk nekā tika iznests no saimniecības. Starpību starp Saimniecības un Lauka bilanci veidoja NPK pārpalikums lopkopības nozarē, kas vidēji gadā veidoja 44.1 kg N, 21.8 kg P₂O₅ un 108.0 kg K₂O uz 1 DV. Dzīvnieku barībā dominēja saimniecībā saražotā produkcija. Tajā esošie NPK krājumi nodrošināja 83.9 % no dzīvnieku ēdināšanā izmantotā slāpekļa, 76.4 % – fosfora un 96.9 % – kālija. Vidēji 1999.–2003. g. kopproteīna nodrošinājums izmantotajā lopbarībā un piedevās bija tuvs normai, fosfora – par 23.5 % mazāks, bet kālija – par 31.9 % lielāks nekā ieteiktais daudzums dzīvnieku barībā. Nepieciešami papildu pētījumi par bilances aprēķin-

nāšanai izmantoto normatīvu precizitāti, jo tie var ienest būtiskas kļūdas aprēķinos un iegūto datu interpretācijā.

Literatūra

1. Boruks, A. (2004) *Dabas apstākļi un to ietekme uz agrovidi Latvijā*. Rīga, 166 lpp.
2. *Dzīvnieku ēdināšanas normatīvi un barības sastāvs*. (1977) Sast. J. Latvietis. Rīga: Liesma, 207 lpp.
3. Jarvis, S.C. (2001) Improving nitrogen use efficiency from balance sheets: opportunities to reduce losses? 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. 25.
4. Halberg, N., Verschuur, G., Goodlass, G. (2005) Farm level environmental indicators: are they useful? An overview of green accounting systems for European farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 105, Issues 1–2, pp. 195-212.
5. Karlsson, T., Andren, O., Katterer, T. (2001) ICBM–N, a simple model for including internal soil N fluxes in field–scale balances. 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. 39.
6. Kohn, R.A., Dou, Z., Ferguson, J.D., Boston, R.C. (1997) A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. *Journal of Environmental Management*, V. 50, Issue 4, pp. 417-428.
7. Kristensen, I.S., Halberg, N., Nielsen, A.H., Dalgaard, R. (2005) N turnover on Danish mixed dairy farms. Part II. In: *Nutrient management on farm scale. How to attain policy objectives in regions with intensive dairy farming. Report of the EGF workshop. Plant Research International*, V. 83, pp. 91-109.
8. 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.
9. Oborn, I., Edwards, A.C., Witter, E., Oenema, O., Ivarsson, K., Withers, P.J.A., Nilsson, S.I., Richert Stinzing, A. (2003) Element balances as a tool for sustainable nutrient management : a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy*, V. 20, pp. 211-225.
10. 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.
11. de Roest, K. (1999) Interrelations between nitrogen balances and technical and structural characteristics of dairy farms in Northern Italy. In: *Weidema, B.P. and Meeusen M.J.G. Agricultural data for life cycle assessments*. The Hague (LEI), pp. 161-175.
12. Toor, G.S., Sims, J.T., Dou, Z. (2005) Reducing

phosphorus in dairy diets improves farm nutrient balances and decreases the risk of nonpoint pollution of surface and ground waters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 105, Issues 1-2, pp. 401-411.

13. Watson, C.A., Atkinson, D. (1999) Using nitrogen budgets to indicate nitrogen use efficiency and losses from whole farm systems: a comparison of three

methodological approaches. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, V. 53, pp. 259-267.

14. Watson, C.A., Oborn, I., Eriksen, J., Edwards, A.C. (2005) Perspectives on nutrient management in mixed farming systems. *Soil Use and Management*, V. 21, Supplement 1, pp. 132-140.

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 pētījumu veikšanā.