

Pētījumi par NPK bilanci zemnieku saimniecībās II. Cēsu raj. Stalbes pagasta "Kalnamuiža" NPK Balance Studies in Farms of Latvia II. Farm "Kalnamuiža", Cesis region

Aldis Kārklīšs, Ināra Līpenīte

LLU Augsnēs 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 second article of the plant nutrient balance studies in farms of Latvia is devoted to "Kalnamuiža" (see also *Proceedings of LLU*, No. 13). The farm, which is located in Vidzeme (central part of Latvia), specializes in crop and dairy production but mostly sells animal products. Using similar methodology, NPK Soil surface and Farm-gate balances are calculated for the period of 1999-2003. Besides discussion about results obtained, attention was paid how to interpret and compare above mentioned two kinds of balances. The results are not identical. On the average for a 5-year period, Soil surface balance is as follows: 98.1 kg of N, 31.8 kg of P_2O_5 , and -29.4 kg of K_2O expressed per ha of sown area. Farm-gate balance is respectively: 109.4 kg of N, 58.5 kg of P_2O_5 , and 24.9 kg of K_2O . For farms where animal production dominates as the market commodity, in-farm NPK cycling is more complex and therefore compatibility of obtained results is more difficult to reach especially when a farm is in the stage of development and stabilization. A more obvious difference is for potassium – acute deficiency according to Soil surface balance but quite good result looking from the position of Farm-gate approach. On the other hand, calculation results illustrated necessity to change the fertilization strategy and to harmonize the NPK ratio in fertilizers and/or manures used.

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

Ievads

Ilgspējīgas lauksaimniecības modelis paredz precīzu, pārskatāmu un pamatotu augu barības elementu aprites nodrošināšanu gan lauka un saimniecības, gan arī reģionu un valstu līmenī. Kopumā augu barības elementu ienesai attiecīgajā sistēmā ir jāatbilst to iznesai. Balance ir vienkāršākais instruments, lai kontrolētu ienesas un iznesas attiecību un konstatētu augu barības elementu pārpalikumu vai deficītu konkrētā laukā vai saimniecībā. Augu barības elementu bilances dažādu jautājumu risināšanai tiek rēķinātas jau daudzus gadu desmitus kopš agroķīmijas kā atsevišķas zinātnes nozares izveidošanās. Sākotnēji tās rēķināja izmēģinājumu laucīņiem, lai izvērtētu dažādu mēslošanas līdzekļu un to normu izmantošanas lietderību augšņu ielabošanai, vēlāk – saimniecību laukiem un plašākā mērogā (Bach, Frede, 1998; Oenema, 1999; Johnston, 2000; Van Noordwijk, Neeteson, 2001; Sheldrick et al., 2002; Fardeau et al., 2005). Bilances aprēķiniem īpaša nozīme ir biogēno elementu zudumu prognozēšanai un lauksaimniecības ietekmes uz vidi novērtēšanai (Van Eerd, Fong, 1998; Granstedt, 2000; Van Beek et al., 2003).

LLU Augsnēs un agroķīmijas katedra 1999.–2003. gadā, izmantojot vienveidīgu metodiku, kopumā apsekoja 6 zemnieku saimniecības, kuras izvietotas dažādos rajonos, bija dažāda lieluma, specializācijas un ar dažādu lauksaimnieciskās darbības intensitāti. Veicot

lauka un saimniecības NPK bilances aprēķinus, saimniecībās tika analizēta galveno augu barības elementu aprīte, novērtēta mēslošanas līdzekļu lietošanas pamatotība un lietderība, kā arī prognozēta saimniecībā lietotās mēslošanas sistēmas iespējamā ietekme uz vidi.

Materiāli un metodes

Augu barības elementu bilanču aprēķiniem nepieciešamās informācijas un datu ieguve Cēsu rajona Stalbes pagasta zemnieku saimniecībā "Kalnamuiža" veikta laika posmā no 1999. līdz 2003. gadam. Saimniecība atrodas Idumejas augstienē, Austrozes paugurvaļņa dienvidu daļā. Reljefs un augsnes veidojušās uz glacigēniem nogulumiem (morēnas mālsmilts un smilšmāls). Reljefu veido lēzeni pauguri, lauksaimniecībā izmantojamā zeme (LIZ) ir vidēji kontūrainā. Ūdenskrātuves saimniecības teritoriju nešķērsoja un tai nepiegūlās. Atbilstoši A. Boruka izstrādātajai Latvijas teritorijas reģionālajai rajonēšanai lauksaimniecības vajadzībām, Stalbes pagasts ir iedalīts 2.1. reģionā, t.i., dabas apstākļi kopumā ir virs vidējiem, LIZ raksturīgas labi iekultivētas augsnes (Boruks, 2004).

Saimniecības zemes kopplatība pētījumu periodā vidēji bija 104 ha, no kuriem aramzeme aizņēma 63.8%, augļu dārzs – 1%, pļavas – 1%, meži – 32.3% un cita zeme – 1.9%. Dominējošās augsnes – velēnpodzolētā glejotā un erodētās velēnu podzolaugsnes. Granulometriskais sastāvs – smilšmāls (dominē), sastopama

arī mālsmilts un smilts. Praktiski visa LIZ bija meliorēta, vidējais novērtējums – 40.0 balles. LIZ agroķīmiskie rādītāji atbilstoši Latvijā pieņemtajai apsekošanas un analīžu metodikai (Timbare, Reinfelde, 2002): pH KCl – 5.2–6.7, organiskā viela – 14–29 g kg⁻¹, augiem viegli izmantojamais P₂O₅ – 41–202, K₂O – 114–260 mg kg⁻¹.

Saimniecības galvenā ražošanas nozare pārskata periodā bija lopkopība. Ganāmpulku veidoja slaucamās govīs, teles (6–24 mēn.), teļi (līdz 6 mēn.), gaļas liellopi, bulļi un nobarojamās cūkas – vidēji 39.3 DV (dzīvnieku vienības)¹ gadā. Lopbarībai tika audzēti daudzgadīgie zālāji (tai skaitā tauriņzieži). Saimniecības vajadzībām nelielās platībās tika audzēti dažādi graudaugi (mieži, auzas, rudzi, ziemas kvieši), bet realizācijai – arī kartupeļi un zemenes. Saimniecībā iegūtos un uzglabātos pakaišu kūtsmēslus un šķīdzmēslus izmantoja saimniecības laukaugu mēslošanai. Augsnes auglības nodrošināšanai augu barības elementu krājumi tika papildināti ar iepirktiem organiskiem mēsliem (notekūdeņu dūņām) un minerālmēsliem. Augsnē tie nonāca arī ar sēklas materiālu un pastarpināti ar iepirkto lopbarību un barības piedevām.

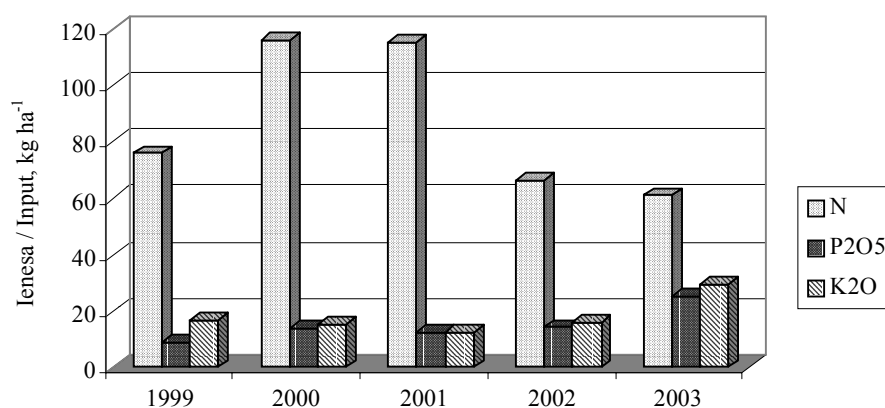
Pētījumu gaitā saimniecībā iegūta, apkopota un analizēta informācija par zemes izmantošanas veidu un augšņu raksturojumu, par ik gadus iepirkto minerālmēsļu un organisko mēsļu veidiem, sastāvu un pielietošanu, iepirkto sēklu un lopbarību, mājdzīvnieku skaitu un aprīti, lopu turēšanas sistēmu un kūtsmēsļu uzkrāšanu un uzglabāšanu, par kultūraugu mēslošanu un iegūto ražu, kā arī par realizētās augkopības un lopkopības produkcijas apjomu. Saimniecībā periodiski tika ievākti un analizēti kūtsmēsļu paraugi, nosakot tajos sausnas un NPK saturu. Saimniecībai pētījumu periodā

tika aprēķināti divi augu barības elementu bilanču veidi – NPK Lauka balance un NPK Saimniecības balance. Šo bilanču būtību un aprēķina metodiku skat. autoru iepriekšējā publikācijā (Kārklīšs, Līpenīte, 2005).

Rezultāti un diskusija

Slāpekļa, fosfora un kālija ienesu atbilstoši Lauka bilances aprēķina metodikai saimniecībā "Kalnamuiža" galvenokārt veidoja šo augu barības elementu krājumi kultūraugu mēslošanai izmantotajos organiskajos mēslos un minerālmēslos. Visvairāk saimniecībā tika lietoti slāpekļa minerālmēsli, kas veidoja gandrīz pusi no slāpekļa ienesas, turpretī ar fosfora un kālija minerālmēsliem tika nodrošināti tikai apmēram 30% no kopējās šo elementu ienesas. Pētījumu laikā ar minerālmēsliem iestrādātās NPK normas ievērojami mainījās (1. att.). Pakāpeniski samazinājās slāpekļa, bet palielinājās fosfora un kālija minerālmēsļu īpatsvars, un N : P : K attiecība kļuva agronomiski sabalansētāka.

Ar saimniecībā sarazotajiem pakaišu kūtsmēsliem un šķīdzmēsliem vidēji gadā uz 1 ha sējplatības iestrādāja 47.2 kg N, 9.3 kg P₂O₅ un 37.1 kg K₂O. 1999. un 2000. gadā NPK ienesa tika papildināta ar iepirktajiem organiskajiem mēslošanas līdzekļiem, jo vidēji uz 1 ha sējplatības tika iestrādātas 5 t notekūdeņu dūņu ar salīdzinoši augstu slāpekļa (1.6% N) un fosfora (2.19% P₂O₅) saturu. Līdz ar to šajos gados ievērojami palielinājās ar mēslojumu augsnē iestrādātā augu barības elementu masa. NPK ienesas struktūra 1999.–2000. un 2001.–2003. gadā parādīta 1. tabulā. Redzams, ka abos periodos ar minerālmēsliem un saimniecībā uzkrātajiem organiskajiem mēsliem kopumā augsnē tika ienesīti līdzīgi fosfora un kālija daudzumi, bet slāpekļa



1. att. NPK ienesa ar minerālmēsliem.
Fig. 1. NPK input by mineral fertilizers.

¹ Aprēķinātas, ņemot vērā ar kūtsmēsliem izdalīto slāpekli gadā.

NPK ienesas struktūra atbilstoši Lauka bilancei, kg ha⁻¹ sējplatības
NPK input variables according to the Soil Surface balance, kg ha⁻¹ of sown area

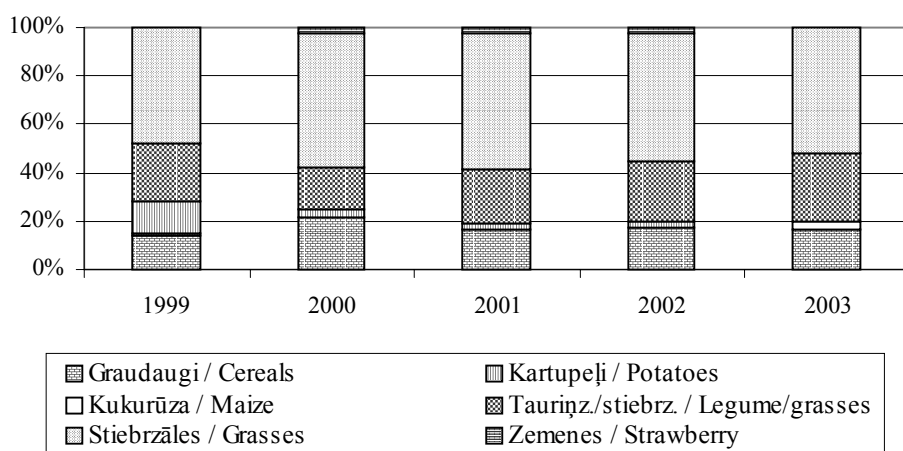
Ienesa / Input	1999–2000			2001–2003		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ar saimniecībā uzkrātiem organiskiem mēsliem / Manure, in-farm production	51.1	10.3	41.2	44.6	8.6	34.4
Ar iepirktiem organiskiem mēsliem / Purchased organic fertilizers	65.2	89.2	16.3	0	0	0
Ar minerālmēsliem / Mineral fertilizers	96.1	11.3	16.1	80.9	17.2	19.2
Ar sēklu un stādāmo materiālu / By seed	1.86	0.74	2.49	1.03	0.46	0.68
N bioloģiskā fiksācija / Biologically fixed N	22.7	–	–	16.0	–	–

ienesas bija nedaudz samazinājusies. Bioloģiski saistītā slāpekļa uzkrājums 2001. un 2002. gadā bija nedaudz mazāks, jo šajos gados bija zemāka āboliņa/stiebrzāļu zālāju ražība. Taču kopumā ienesas visai ievērojami atšķīrās. Tā, 1999.–2000. gadā slāpekļa ienesa uz 1 ha sējplatības bija 237.0 kg N, fosfora – 111.5 kg P₂O₅ un kālija – 76.1 kg K₂O. Savukārt 2001.–2003. gadā – atbilstoši 142.5 kg N, 26.3 kg P₂O₅ un 54.3 kg K₂O. Šajos periodos atšķīrās ne tikai ienesas apjoms, bet arī galveno augu barības elementu attiecība tajā: pirmajā periodā NPK attiecība bija 1 : 0.47 : 0.32, bet otrajā – 1 : 0.18 : 0.38, tātad pasliktinājās fosfora apgāde.

NPK iznesi no augsnes veidoja kultūraugu ražā uzkrātā un no lauka novāktā šo augu barības elementu masa. Sējumu struktūra saimniecībā "Kalnamuiža" pētījumu laikā parādīta 2. attēlā. Tā kā saimniecībā bija ļoti maz dabīgo pļavu un ganību, tad, lai nodrošinātu nepieciešamo lopbarību, vairāk nekā 75% no sējplatības aizņēma daudzgadīgie zālāji, ap 20% – graudaugi, bet atlikušo

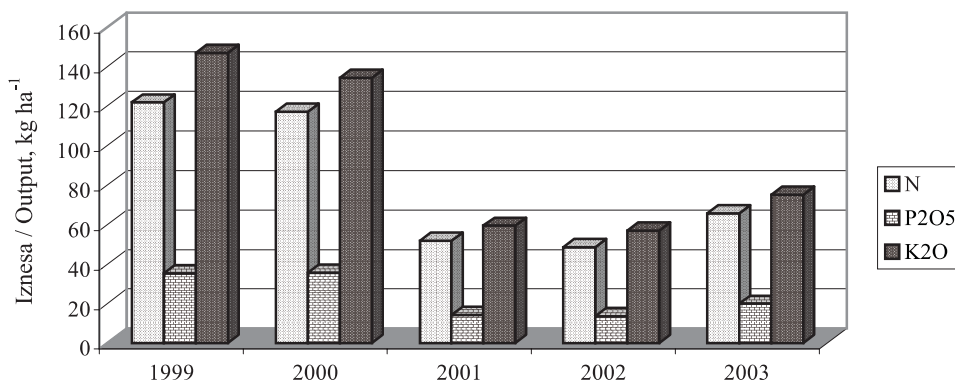
platību – kartupeļi un zemenes. Iegūtai daudzgadīgajai zālāju ražai bija raksturīgs augsts kālija un slāpekļa saturs, tāpēc arī NPK iznesā dominēja šie elementi.

Neskatoties uz aptuveni līdzīgo sējumu struktūru pētījumu laikā, NPK iznesa ar ražu pa gadiem ievērojami atšķīrās (3. att.). To galvenokārt ietekmēja kultūraugu ražas lielums. Tā, piemēram, 1999. un 2000. gadā daudzgadīgo zāļu siena ievākums vidēji bija 6.5 t ha⁻¹, bet nākamajos divos gados – tikai 3.2 t ha⁻¹. Vidēji 1999.–2000. gadā, kad ar mēslojumu iestrādāja vairāk barības elementu, no 1 ha sējplatības ar ražu iznesa 117.6 kg N, 35.3 kg P₂O₅ un 137.5 kg K₂O, kas no kopējās ienesas veidoja attiecīgi 49.6% N, 31.7% P₂O₅ un 180.9% K₂O. Iegūtie dati rāda, ka, pastāvot augstam fosfora un slāpekļa nodrošinājumam, augi pastiprināti izmantoja augsnē esošo kāliju. 2001.–2003. gadā ar ražu vidēji iznesa tikai 54.9 kg N, 16.9 kg P₂O₅ un 63.9 kg K₂O. Pie relatīvi ļoti zemās fosfora ienesas (26.3 kg ha⁻¹ P₂O₅) šajā periodā ražā no augsnē iestrādātā tika akumulēti 64.3% P₂O₅ un



2. att. Sējumu struktūra saimniecībā.

Fig. 2. Crops grown in the farm.



3. att. NPK iznesa ar kultūraugu ražu.
Fig. 3. NPK removal by crops' yield.

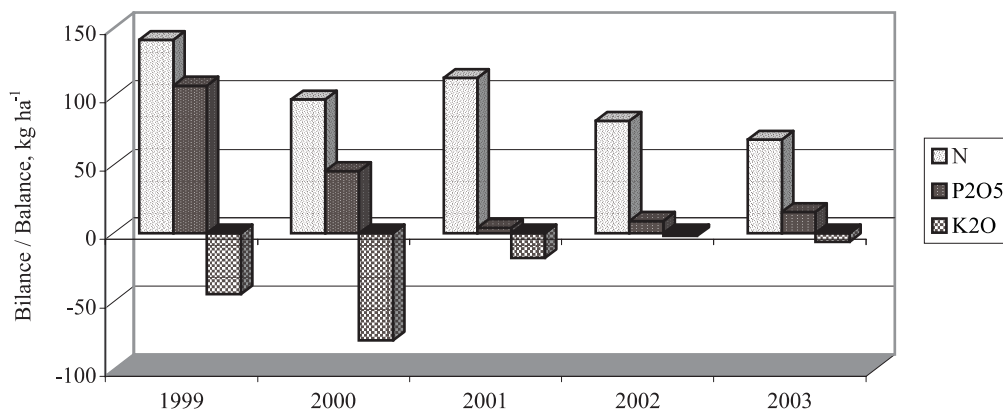
117.7% K₂O, un tikai 38.5% N. Tādējādi trūcīgā fosfora ienesa šķietami palielināja tā īpatsvaru iznesā, taču būtiski samazināja lietotā slāpekļa efektivitāti. NPK attiecība iznesā bija 1 : 0.3 : 1.2, kas būtiski atšķīrās no to attiecības ienesā. Tas nepārprotami ilustrē sen zināmo, taču praksē bieži vien ignorēto patiesību, ka nesabalansēts mēslojums samazina iestrādāto augu barības elementu izmantošanos un ir par iemeslu potenciāli iegūstamās ražas limitācijai. Šķietamā taupība ir kļuvusi par reālu zaudējumu pat viena gada robežās.

Slāpekļa, fosfora un kālija Lauka balance pētījumu gados saimniecībā "Kalnamuiža" parādīta 4. attēlā. Lauka balance slāpeklim visus gadus bija pozitīva: no 141.1 kg ha⁻¹ 1999. gadā tā samazinājās līdz 68.3 kg ha⁻¹ sējplatības 2003. gadā. Arī fosfora balance bija pozitīva, tikai atšķirībā no slāpekļa lielu fosfora pārpalikumu konstatēja 1999. un 2000. gadā, kad augsnē bez visām pārējām ienesas sastāvdaļām tika iestrādāti arī iepirktie organiskie mēsli. Tā, 1999. gadā Lauka balance fosforam bija 107.6 kg ha⁻¹, bet 2000. g. jau tikai 45.1 kg ha⁻¹; balances intensitāte – attiecīgi 406 un 227%. Savukārt Lauka balance kālijam visos pētījumu gados bija negatīva, pie kam kālija deficīts visvairāk izpaudās 1999.–2000. gadā.

Iegūtie rezultāti liecina, ka galveno augu barības elementu izmantošana saimniecībā pārskata periodā nebija sabalansēta. Netika pietiekami novērtēti potenciālie NPK avoti, kas papildināja un veidoja dažādas ienesas sastāvdaļas – minerālmēsli, organiskie mēsli, bioloģiski saistītais slāpekļlis u.c. Tāpēc kopējā to apgāde veidojās kultūraugiem nelabvēlīga, kas ietekmēja ražas lielumu. Tendence bija tāda, kā valstī kopumā – Latvijā izmantotajos minerālmēslos šajā periodā dominēja slāpekļlis (NPK attiecība 2003. g. Latvijā izmantotajos minerālmēslos bija 1:0.25:0.36), un arī saimniecībā "Kalnamuiža" ar minerālmēsliem pārsvarā iestrādāja slāpekļli.

Stāvoklis nedaudz mainījās pētījumu perioda beigu posmā, kad saimniecībā bija vērojama tendence palielināt kālija īpatsvaru ienesā, tādējādi novēršot augsnes kālija rezervju vienpusīgu izmantošanu.

Lai izvērtētu galveno augu barības elementu apriti saimniecībā, noteikta kopējā saimniecībā ienākušā un no saimniecības ar saražoto preču produkciju iznestā NPK masa (2. un 3. tabula). Līdzīgi balances analīzei lauka līmenī, arī nosakot Saimniecības balances ienesu un iznesu, tika izdalīts 1999.–2000. g. periods. Saim-



4. att. NPK Lauka balance.
Fig. 4. NPK Soil surface balance.

2. tabula / Table 2

NPK ienesas struktūra atbilstoši Saimniecības bilanci, kg ha⁻¹ LIZ
NPK input variables in Farm-gate balance, kg ha⁻¹ of agricultural land

Ienesa / Input	1999.–2000.			2001.–2003.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ar minerālmēsliem / Mineral fertilizers	90.6	10.7	14.5	72.3	15.1	16.8
Ar iepirktajiem organiskiem mēsliem / Purchased organic fertilizers	55.7	76.2	13.9	0	0	0
Ar sēkļu un stādāmo materiālu / Purchased seed	0.28	0.14	0.14	0.73	0.34	0.24
Ar iepirkto lopbarību / Purchased feedstuffs	18.3	19.2	7.03	26.0	25.2	10.2
Ar iepirktiem dzīvniekiem / Purchased animals	0.23	0.09	0.02	0.13	0.05	0.01
N bioloģiskā fiksācija / Biologically fixed N	20.0	–	–	14.1	–	–
Kopā / Total	185.1	106.3	35.6	113.3	40.7	27.2

niecības bilances ienesas struktūrā šajos gados būtisks rādītājs bija NPK masa iepirktajos organiskajos mēslos, kas no kopējā saimniecībā ienākušā slāpekļa veidoja 30.1%, no fosfora – 71.7% un no kālija – 39%. Visā pētījumu periodā galvenā slāpekļa ienesas sastāvdaļa bija minerālmēsli, bet fosfors saimniecībā vairāk nonāca ar iepirkto lopbarību nekā ar fosfora minerālmēsliem. Pavisam ar iepirktajiem materiāliem 1999.–2000. g. uz 1 ha LIZ ienesa veidoja 185.1 kg N, 106.3 kg P₂O₅ un 35.6 kg K₂O, bet 2001.–2003. g. – attiecīgi 113.3 kg N, 40.7 kg P₂O₅ un 27.2 kg K₂O.

Tā kā saimniecība izaudzēto augkopības produkciju pārsvarā izmantoja lopbarībai, tad augu barības elementu iznesa ar realizēto augkopības produkciju visā pētījumu periodā bija niecīga. Iznesu pārsvarā veidoja NPK masa realizētajā lopkopības produkcijā, kā arī slāpekļa zudumi no lopkopības, kas 1999.–2000. g. bija 53.5% un 2001.–2003. g. – 64.6% no kopējās slāpekļa

iznesas no saimniecības. Pētījumu laikā vidēji gadā, rēķinot uz 1 ha LIZ, slāpekļa iznesa veidoja 29.8 kg N, fosfora – 6.5 kg P₂O₅ un kālija – 5.4 kg K₂O, kas bija ievērojami mazāk par šo augu barības elementu ienesu saimniecībā.

Salīdzinot augu barības elementu ienesu saimniecībā ar iepirktajiem materiāliem un iznesu no tās ar realizēto preču produkciju, redzams, ka NPK Saimniecības bilance pētījumu periodā bija pozitīva (5. att.). No galvenajiem augu barības elementiem vislielākais pārpalikums veidojās slāpeklim. Trīs gadus saimniecībā tas bija lielāks par 100 kg ha⁻¹, bet 2000. gadā sasniedza pat 166.7 kg ha⁻¹ N. Šādi slāpekļa bilances rādītāji izskaidrojami ar augsto slāpekļa saturu iepirktajā un izmantotajā mēslojumā, kurš tik īsā laika periodā ne-transformējās atbilstošā saražotā produkcijā, kas tiktu realizēta ārpus saimniecības. Arī fosforam 1999. un 2000. gadā Saimniecības bilance bija izteikti pozitīva – attiecīgi 108.8 un 90.4 kg ha⁻¹ LIZ, kas skaidrojams ar iepirktajos

3. tabula / Table 3

NPK iznesa no saimniecības vidēji gadā, kg ha⁻¹ LIZ
NPK output on average per year, kg ha⁻¹ of agricultural land

Iznesa / Output	1999–2000			2001–2003		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ar realizēto augkopības produkciju / Sold crop products	0.88	0.32	1.74	0.01	0.02	0.06
Ar realizēto lopkopības produkciju / Sold animal products	16.00	8.43	4.65	9.21	4.60	2.21
Zudumi no lopkopības / Barn losses	19.60	0.44	1.75	16.80	0.38	1.51
Kopā / Total	36.48	9.19	8.14	26.02	5.00	3.78

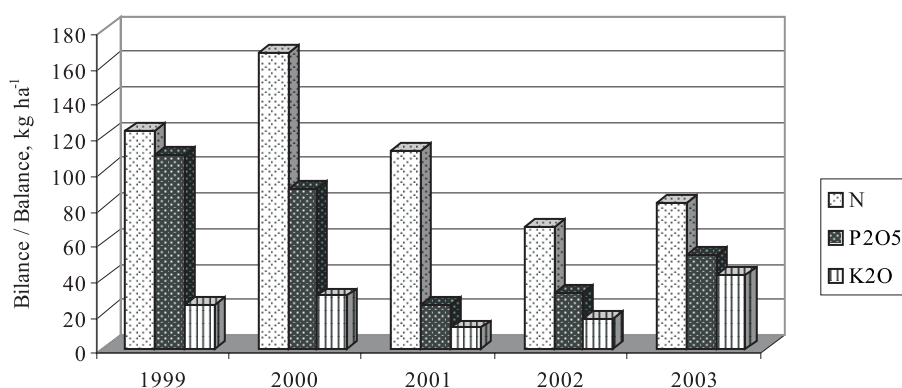


Fig. 5. NPK Farm-gate balance.

organiskajos mēslos esošā fosfora lielo daudzumu, kas tik īsā periodā nepaspēja izmantoties. Turpmākajos gados fosfora pārpalikums veidojās salīdzinoši mazāks – tikai 24.3–52.3 kg ha⁻¹. Savādāk formējās kālija Saimniecības bilance. Saimniecībā ienākošie materiāli kāliju saturēja visai maz, taču, tā kā saimniecībā augu barības elementu iznesa praktiski bija tikai ar realizēto lopkopības produkciju, kurai arī ir zems kālija saturs, tad arī šī elementa iznesa no saimniecības bija niecīga. Līdz ar to saimniecības bilance kālijam veidojās pozitīva: 11.5–41.8 kg K₂O uz 1 ha lauksaimniecībā izmantojamās zemes.

Analizējot abu veidu bilanču rādītājus, var atzīmēt, ka pārskata periodā relatīvi liela NPK masa nonāca saimniecības iekšējā apritē. To galvenokārt veidoja izaudzētajā augkopības produkcijā uzkrātie augu barības elementi (4. tab.), kas ārpus saimniecības praktiski netika realizēti. No vidēji gadā ražā uzkrātā NPK tikai 0.5% N, 0.6% P₂O₅ un 0.8% K₂O saimniecību atstāja ar realizētajiem kartupeļiem un zemeņu ražu. No atlikušajā ražas daļā esošā NPK apmēram 5% palika salmos, ko izmantoja pakaišiem, ap 1% – sēklā, bet vairāk

nekā 90% nonāca lopbarībā. Savukārt saimniecībā iegūtajos kūstmēslos gadā vidēji uzkrājās 2807 kg N, 552 kg P₂O₅ un 2198 kg K₂O.

Iegūtie rezultāti rāda, ka augu barības elementu aprite saimniecībā pa gadiem nav bijusi stabila. Ienesas lielumu pētījumu periodā visvairāk ietekmēja organisko mēslo (notekūdeņu dūņu) iegāde un izmantošana kultūraugu mēslošanai. Neskatoties uz ievērojamo NPK masu saimniecībā uzkrātajos un iepirktajos organiskajos mēslos, tika lietotas arī lielas slāpekļa minerālmēslo normas. Līdz ar to 1999. un 2000. gadā radās ievērojama ražā nesaistītā slāpekļa un arī fosfora masa. Fosfora pārpalikums šīs saimniecības augsnēs bija vēlams, jo uzlaboja augiem izmantojamā fosfora rezerves, kas daļai saimniecības lauku bija zemas. Savukārt kultūraugiem neizmantojot slāpekļa daļa varēja tikt pakļauta izskalošanās riskam. Ja bilanci analizē lauka līmenī, tad pie esošā mēslošanas līdzekļu lietošanas apjoma iegūstot augstākas kultūraugu ražas, iznesas palielinātos un attiecīgi slāpekļa bilance samazinātos, t.i., šis elements pilnīgāk tiktu iekļauts bioloģiskajā un kontrolējamā apritē. Viennozīmīgi identificēt un izskaidrot iemeslus,

4. tabula / Table 4

NPK masa augkopības produkcijā un tās izlietojums, vidēji gadā, kg
NPK in crops' yield and its distribution, average per year, kg

NPK krātuve / Plant nutrient pool	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Novāktajā ražā / In harvested yield:	4756	1447	5511
t.sk. pārdotajā produkcijā / incl. sold crop products	22 (0.5%)	9 (0.6%)	46 (0.8%)
t.sk. atlikušajā ražas daļā, no tās / incl. remained crop yield, from which:			
– salmos (pakaišiem) / straw for litter	159 (3.3%)	67 (4.6%)	397 (7.2%)
– sēklā / seed	41 (0.9%)	16 (1.1%)	64 (1.2%)
– lopbarībā / feedstuffs	4533 (95.3%)	1356 (93.7%)	5004 (90.8%)

Piezīme / Note: % – barības elementa masas relatīvais sadalījums no novāktajā ražā esošajiem / % – relative distribution of nutrients from its content in harvested yield

kas limitēja augstāku ražu ieguvu, nebija iespējams, tāpēc N pārpalikums sistēmā "augšne" eksistēja, taču kur un kādā formā, to ar izmantoto pētniecības metodi konstatēt nebija iespējams.

Sarežģītāka un grūtāk izsekojama ir Saimniecības bilances veidošanās. Ja arī pati bilance raksturo NPK virzību uz saimniecību un no tās, tad NPK reālo kustību var iedalīt divos blokos – NPK aprite augkopībā un lopkopībā un šo bloku mijiedarbība. Kā rādīja pētījums, liela daļa saimniecībā ienākošo augu barības elementu masas saimniecību neatstāja, tātad bilanci neietekmēja, bet tikai nonāca iekšējā aprītē. Tā galvenokārt bija saistīta ar saimniecībā saražoto lopbarību, kā arī uz vietas uzkrāto organisko mēsļu izmantošanu. Ja Saimniecības bilanci izskaitļo NPK iznesas un ienesas attiecību un to pieņem par augu barības elementu izmantošanās efektivitāti (Oenema, 1999), tad tā pārskata periodā bija zema: slāpeklim – 0.21, fosforam – 0.10 un kālijam – 0.18. NPK izmantošanās efektivitāti augkopības–lopkopības specializācijas saimniecībās iespējams paaugstināt, palielinot pārdotās augkopības un lopkopības produkcijas daudzumu, kā arī ārpus saimniecības realizējot organiskos mēslus, tātad – intensificējot visu nozaru darbību, taču būtiski nepalielinot iepirkto resursus – mēslošanas līdzekļus un lopbarību. Papildus tam iespējami jāsamazina augu barības elementu – īpaši slāpekļa – zudumi, kas var notikt vairākos tehnoloģiskajos procesos un negatīvi ietekmēt saimniekošanas rezultātus, t.sk. NPK bilances rādītājus.

Secinājumi

Mēslošanas intensitāte un, tās ietekmē, NPK bilances saimniecībā pa gadiem svārstījās. Vidēji 1999.–2003. gadā NPK Lauka bilance veidoja 98.1 kg N, 31.8 kg P₂O₅ un -29.4 kg K₂O, izsakot uz hektāru sējplatības. Savukārt Saimniecības bilance attiecīgi bija: 109.4 kg N, 58.5 kg P₂O₅ un 24.9 kg K₂O. Iegūtie rezultāti ļauj atklāt nepilnības mēslošanas plānošanā, jo līdzšinējā prakse kālija deficītu kultūraugiem ir veidojusi, pastiprinot augsnes kālija rezervju izmantošanu un, pilnīgi iespējams, potenciāli iegūstamās ražas samazinājumu. Iegūtie rezultāti rāda nepieciešamību uzlabot NPK bilanci aprēķina metodiku un normatīvo bāzi, lai iespējami pilnīgāk harmonizētu iegūtos rezultātus, sevišķi, ja aprēķini tiek veikti augkopības–lopkopības specializācijas saimniecībās, kas atrodas izaugsmes un stabilizācijas stadijā. Šādās saimniecībās veidojas divu veidu NPK aprite: ārējā un iekšējā, kas ievērojami sarežģī iegūto rezultātu interpretāciju, jo īpaši tad, ja jāizvērtē saimniecības potenciālā ietekme uz vidi.

Literatūra

1. Bach, M., Frede, H.–G. (1998) Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Ger-

many – Methodology and trends 1970 to 1995. *Z. Pflanzenernahr. Bodenk.*, V.161, 385–393.

2. Boruks, A. (2004) *Dabas apstākļi un to ietekme uz agrovidi Latvijā*. Rīga, 166 lpp.

3. Ferdeau, J.C., Sinaj, S., Frossard, E. (2005) Historical perspectives on element balance method to achieve a sustainable use of land resources. In: *Element balances as a tool of sustainable land management. Abstract book of International Conference held in Tirana, Albania, March 13–18, 2005*, pp. 24.

4. Granstedt, A. (2000) Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment experience from Sweden and Finland. *Agriculture Ecosystems & Environment*, V. 80, No. 1–2, pp. 169 – 185.

5. Johnston, A.E. (2000) Efficient use of nutrients in agricultural production systems. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, V. 31(11–14), pp. 1599–1620.

6. 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.

7. 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*, 25–43.

8. Sheldrick, W.F., Syers, J.K., Lingard, J. (2002) A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, V. 62, No.1, 61–72.

9. 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, No. 3, 233–244.

10. Van Eerd, M.M., Fong, P.K.N. (1998) The monitoring of nitrogen surpluses from agriculture. *Environmental Pollution*, V. 102 (Suppl.1), 227–233.

11. Van Noordwijk, M., Neeteson, J. (2001) Element balances at different scales as tool to understand and improve sustainability of agricultural production systems. In: *Element balances as a sustainability tool. Proceedings of the Workshop in Upsala, March 16–17, 2001*. JTI Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering, pp. 19.

12. Timbare, R., Reinfelde, L. (2002) Augšņu agroķīmisko analīžu rezultātu vērtēšanas normatīvi. *Ražība*, Nr. 2, 11.–13. lpp.

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.