

Pētījumi par NPK bilanci zemnieku saimniecībās III. Dobeles raj. Augstkalnes pagasta "Dārznieki" NPK Balance Studies in Farms of Latvia III. Farm "Darznieki", Dobele 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 third article of the plant nutrient balance studies in farms of Latvia is devoted to "Darznieki" (see also *Proceedings of LLU*, No. 13). This farm is located in central part of Latvia on the border between Zemgale and Kurzeme regions and specializes in crop and animal production but mostly sells crop products. Using similar methodology, NPK Soil surface and Farm-gate balances were calculated for the period of 1999-2003. Mineral fertilizers provided the main sources of NPK (more than 90%) used on the farm, although plant nutrient ratio not always corresponded with its removal by crops' yield. PK Soil surface balance was negative in two years out of the five when research was performed. On average, Soil surface balance for major plant nutrients was 30.3 kg ha⁻¹ of N, 5.6 kg ha⁻¹ of P₂O₅, and 11.0 kg ha⁻¹ of K₂O. More than 96% of NPK output were provided by sold crop products. Farm-gate balance on average was positive (40.6 kg of N, 10.6 kg of P₂O₅, 26.9 kg of K₂O per 1 ha of agricultural land). This surplus entered in the internal NPK circulation, which helped to compensate NPK deficit in animal production. Therefore farming did not cause considerable environmental risk.

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

Ievads

Interese par augu barības elementu bilanču aprēķinu un iegūto rezultātu izmantošanu par sava veida agro-ekoloģisko indikatoru pēdējā laikā gūst arvien plašāku pielietojumu, lai novērtētu lauksaimnieciskās darbības ietekmi uz vidi. NPK bilances sekmīgi var tikt izmantotas arī augsnes auglības dinamikas pētījumos (Oenema, 1999; Grignani et al., 2001; Tunney et al., 2003; Oenema, Janssen, 2005). Daži autori (Menzi, 2005) uzsver, ka slāpekļa, fosfora un kālija bilanču dati dod iespēju zemniekiem efektīvāk optimizēt kultūraugu mēslošanu, tādējādi nodrošinot labvēlīgākus ekonomiskos rādītājus, salīdzinot ar tradicionālo mēslošanas plānošanu. Taču citi autori (Oenema, Velthof, 2002) ir piesardzīgāki un uzskata, ka, analizējot bilanču rādītājus un tos izmantojot praktisku jautājumu risināšanā, vērā jāņem saimniecības atrašanās vietas specifika, augšņu auglības līmenis, vides jutīgums u.c. faktori, kas var būtiski ietekmēt iegūto rezultātu interpretāciju. Tādējādi NPK bilanču nozīmi nevar absolutizēt un to aprēķinā iegūtos rezultātus pārlietu vispārināt.

Daudzās Austrumeiropas valstīs pēdējo gadu raksturīga problēma ir augšņu auglības samazināšanās, kas saistīta ar mēslošanas līdzekļu lietošanas apjoma strauju samazinājumu un pakāpeniski noved pie augšņu degradācijas un ražotspējas samazinājuma. Par to liecina izteikti negatīva galveno augu barības elementu bilance, ko šajās valstīs konstatē gan atsevišķu saimniecību, reģionu, gan arī valstu līmenī kopumā (Buciene et al., 2003; Igras, Kopinski, 2003; Cermak, Budnakova, 2005;

Torma, 2005). Aplēses liecina (Sheldrick et al., 2002), ka pasaulē vidēji gadā augšņu nodrošinājums ar augu barības elementiem samazinās par 12.1 kg ha⁻¹ N, 10.3 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 24.3 kg ha⁻¹ K₂O. Tomēr šī tendence ir izplatīta nevienmērīgi. Piemēram, Rietumeiropā, tieši pretēji, nopietnas problēmas rada lielie, ražā nesaistīto barības elementu pārpalikumi, kas no augsnes nonākot ūdeņos un atmosfērā, rada ekoloģiskas problēmas (Neeteson, 2000; Hanegraaf, den Boer, 2003; Oenema, 2004). Tāpat kā augu barības elementu deficīts, arī to uzkrājumi un līdz ar to iespējamie zudumi lielā mērā ir atkarīgi no saimniekošanas veida, intensitātes un pielietošanas tehnoloģijām, no kultūraugu mēslošanas plānojuma un tā realizācijas, no finansiālām iespējām iegādāties mēslošanas līdzekļus un citiem faktoriem. Šo faktoru starpā liela loma ir arī izpratnei par NPK iespējamo plūsmu saimniecībā un ekosistēmā kopumā, situācijas pārzināšanai un vadāmībai. Lai to realizētu, nepieciešama objektīva informācija un adekvāti iespējamās rīcības modeļi. Tieši šajā kontekstā NPK bilance var uzskatāmi ilustrēt pašreizējo situāciju un dot vielu pārdomām par iespējamām sekām agronomiskā, ekonomiskā un vides kontekstā.

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

Materiāli un metodes

Augu barības elementu bilanču aprēķiniem nepieciešamā informācija un datu ieguve Dobeles rajona Augstkalnes pagasta zemnieku saimniecībā "Dārznieki" veikta laika posmā no 1999. līdz 2003. gadam. Saimniecība atrodas Viduslatvijas zemienes Zemgales līdzenuma dienvidrietumu daļā. Reljefs un augsnes veidojušās uz glacigēniem nogulumiem (morēnas mālsmits un smilšmāls). Reljefs – līdzenums, lauksaimniecībā izmantojamā zeme (LIZ) lielkontūrainā. Atbilstoši A. Boruka izstrādātajai Latvijas teritorijas reģionālajai rajonēšanai lauksaimniecības vajadzībām Augstkalnes pagasts ir iedalīts 1.2. reģionā, t.i., dabas un ekonomiskie apstākļi pagastā kopumā ir labvēlīgi intensīvai lauksaimniecībai, LIZ raksturīgas labi iekultivētas augsnes (Boruks, 2004).

Saimniecības „Dārznieki” teritoriju šķērso Svētes upe. Starp tīrumiem un upi atrodas pļavas un ar krūmiem apaugusi josla, aptuveni 200 m plata, kas kalpo par labu buferzonu virszemes noteces uztveršanai, tādējādi samazinot risku ūdensteces piesārņošanai ar noteci no apstrādājamām platībām.

Saimniecības zemes kopplatība pētījumu periodā mainījās no 72.8 ha 1999. gadā līdz 113.6 ha 2003. gadā. Aramzeme – attiecīgi no 69.8 līdz 106.6 ha. Pļavas un ganības aizņēma 5 ha, augļu dārzs – 1 ha. Dominējošās augsnes – velēnu karbonātu un brūnaugsnes, granulometriskais sastāvs – smilšmāls (dominē). Visa LIZ meliorēta ar slēgto drenāžu.

Saimniecība bija specializējusies graudaugu (ziemas un vasaras kvieši, rudzi, mieži) audzēšanā, taču nelielā platībā tika audzēti arī kartupeļi. Saimniecība iepirka daļu nepieciešamās graudaugu sēklas, bet kartupeļu sēklai izmantoja pašu izaudzēto produkciju. No izaudzētās augkopības produkcijas saimniecība realizēja graudus

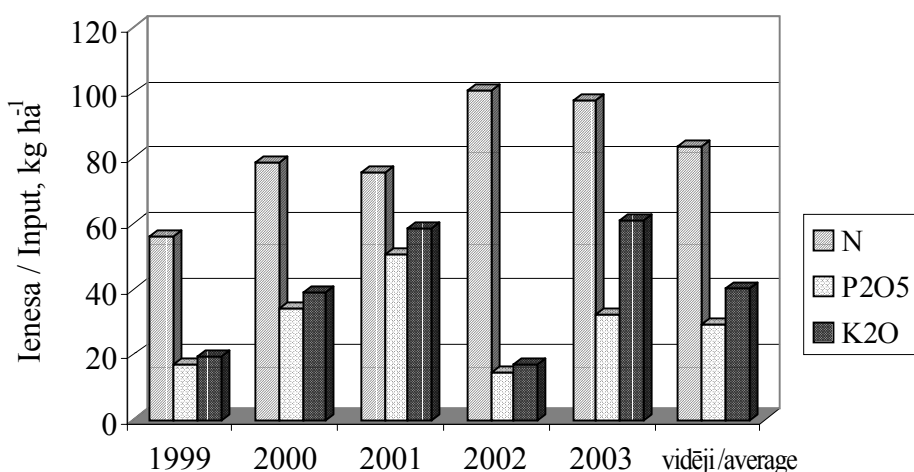
un kartupeļus. Iegūtos miežu salmus daļēji izmantoja pakaišiem, bet pārējos iestrādāja augsnē. Kultūraugu mēslošanai izmantoja saimniecībā saražotos organiskos mēslus (galvenokārt kartupeļiem), kā arī tika iepirkti minerālmēsli. Lopu skaits (nobarojamie liellopi un cūkas) saimniecībā bija neliels – vidēji tikai 3.05 DV (dzīvnieku vienības)¹ gadā jeb 0.04 DV uz 1 ha LIZ. Teļi un sivēni tika iepirkti, bet to nobarošanai izmantoja saimniecībā saražoto lopbarību. Pētījumu periodā nelielos apjomos tika realizēta liellopu gaļa un cūkgaļa, galvenokārt lai stabilizētu naudas plūsmu saimniecībā, kas pie pilnīgas augkopības specializācijas ir izteikti sezonāla.

Pēc sava rakstura saimniecību var klasificēt kā daļējas nodarbes, jo abi ekonomiski aktīvie ģimenes locekļi vienlaicīgi bija arī algoti darbinieki citos uzņēmumos.

Pētījumu gaitā saimniecībā iegūta, apkopota un analizēta informācija par ik gadus iepirkto minerālmēslu veidiem, sastāvu un to pielietošanu, iepirkto sēklu, mājdzīvnieku apriti, lopu turēšanas sistēmu un kūtsmēslu uzkrāšanu un uzglabāšanu, par kultūraugu mēslošanu un iegūto ražu, kā arī par realizētās augkopības un lopkopības produkcijas apjomu. Saimniecībā periodiski tika ievākti un analizēti kūtsmēslu paraugi, nosakot sausnas un NPK saturu tajos. Saimniecībai pētījumu periodā tika aprēķināti divi augu barības elementu bilanču veidi – NPK Lauka bilance un NPK Saimniecības bilance. Šo bilanču būtību un aprēķina metodiku skat. autoru iepriekšējā publikācijā (Kārklīņš, Līpenīte, 2005).

Rezultāti un diskusija

Augu barības elementu ienesu atbilstoši Lauka bilances aprēķina metodikai saimniecībā "Dārznieki" veidoja tikai ar minerālmēsliem, saimniecībā iegūtajiem



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

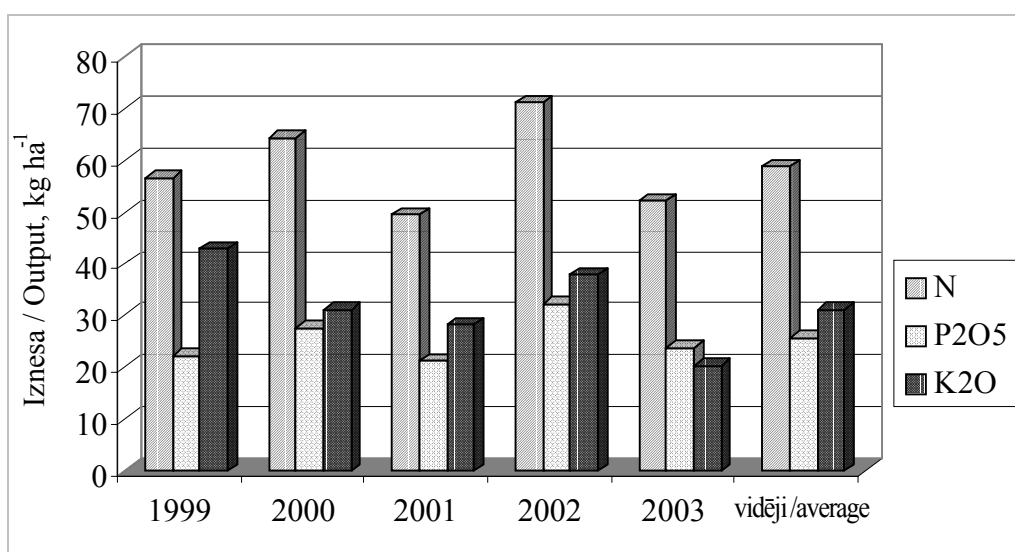
¹ Aprēķinātas, ņemot vērā ar kūtsmēsliem izdalīto slāpekli gadā.

pakaišu kūtsmēsliem un ar sēklu augsnē ienestā NPK masa. Saimniecībā iegūto organisko mēsļu uzkrājums bija niecīgs – vidēji gadā tikai 30.8 t, ar kuriem augsnē nonāca 1.93 kg N, 0.45 kg P₂O₅ un 1.59 kg K₂O, rēķinot uz hektāru aramzemes. Galveno ienesas daļu veidoja minerālmēsli, kas nodrošināja 93.9% no kopējās slāpekļa, 93.5% no fosfora un kālija ienesas augsnē. Ar minerālmēsliem iestrādātā NPK masa pētījumu periodā pakāpeniski palielinājās (1. att.). Tomēr pa gadiem atšķīrās ne vien lietoto minerālmēsļu daudzums, bet arī N:P:K attiecība tajos. Vidēji 5 gados N:P:K attiecība lietotajos minerālmēsļos bija 1:0.35:0.48, kas norāda uz pārāk zemu kālija īpatsvaru, taču, piemēram, 2001. gadā tika lietotas palielinātas fosfora normas, savukārt 2002. gadā mēslojumā ievērojami dominēja slāpekļis (N:P:K attiecība 1:0.14:0.17). Tomēr N:P:K attiecība lietotajos minerālmēsļos bija agronomiski racionālāka, salīdzinot ar šo augu barības elementu vidējo patēriņu valstī, kas pa 1999.–2003. gadiem svārstījās kā 1:0.2–0.3:0.3–0.5 (Lauku saimniecības ..., 2004). Ar sēklu augsnē nonāca vidēji 3.46 kg ha⁻¹ N, 1.57 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 1.22 kg ha⁻¹ K₂O. Tā kā saimniecībā neaudzēja tauriņziežus, tad slāpekļa ienesu bioloģiski saistītais slāpekļis nepapildināja. Pētījumu periodā vidēji gadā uz 1 ha aramzemes ienesa 89.1 kg slāpekļa, 31.2 kg fosfora (P₂O₅) un 43.0 kg kālija (K₂O), kas kopumā nav slikts rādītājs uz Latvijas vidējā fona.

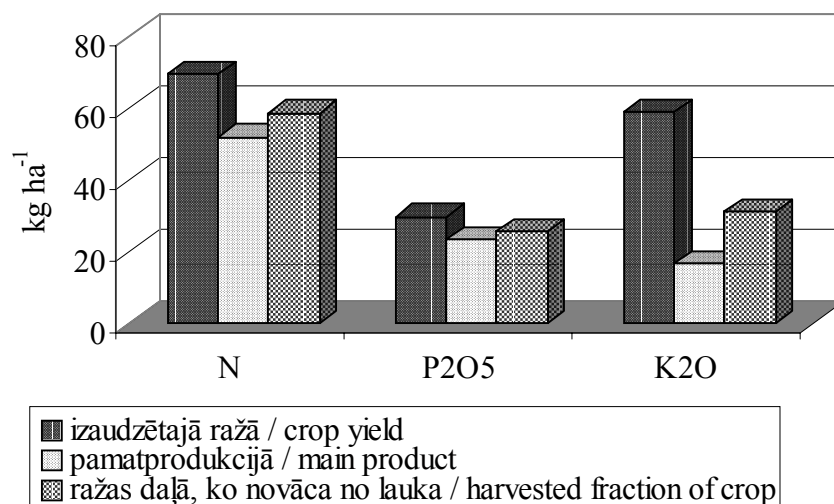
NPK iznesu veidoja šo augu barības elementu uzkrājums tajā ražas daļā, ko novāca no lauka. 1999. gadā no lauka novāca gan graudus, gan salmus, bet pārējos gados ziemāju salmos un kartupeļu lakstos akumulētie augu barības elementi tika atgriezti augsnē. Vidēji gadā ar ražu no viena hektāra iznesa 58.7 kg N, 25.6 kg P₂O₅

un 31.2 kg K₂O (2. att.). Tomēr netika novērota cieša sakarība starp augu barības elementu ienesu ar mēslojumu un to iznesu ar ražu. Pēc piecu gadu novērojumiem pozitīva vidēja korelācija ($r = 0.57$) ir tikai slāpekļa iznesai ar tā ienesu, pie kam tā nav būtiska (pie $a=0.95$). Aprēķini rāda, ka gados, kad ar mēslojumu tika iestrādāti mazāk par 20 kg ha⁻¹ P₂O₅ un K₂O, ražā šie augu barības elementi izteiktāk akumulējās no augsnes resursiem, pārsniedzot fosfora iznesi salīdzinājumā ar ienesu vidēji par 11 kg, bet kālijam – attiecīgi par 21 kg. Savukārt 2001. gadā, kad fosfora ienesa bija 50.6 kg ha⁻¹, iznesa ar ražu veidoja tikai daļu no tā, t.i., 21.3 kg ha⁻¹. Tas nozīmē, ka gados ar nepietiekamu PK ienesi notika augsnē esošo barības elementu pastiprināta izmantošanās, kas tika kompensēta gados, kad PK lietošanas intensitāte palielinājās.

NPK iznesas uzskaitē un aprēķini saimniecībā "Dārznieki" uzskatāmi parāda, ka augu barības elementu apritē būtiska loma ir ražā akumulēto krājumu proporcijai pamatprodukcijā un blakusprodukcijā, kā arī tam, cik liela blakusprodukcijas daļa paliek uz lauka pēc ražas novākšanas. 3. attēlā redzamas slāpekļa, fosfora un kālija iznesas izmaiņas atkarībā no novāktās produkcijas daļas. Vidēji 1999.–2003. g. vismazākā atšķirība starp izaudzētajā ražā kopumā akumulēto un tajā skaitā pamatprodukcijā, kas saimniecībā galvenokārt bija graudi, uzkrāto, bija fosforam, jo fosfora saturs salmos ir salīdzinoši mazs. Slāpeklim šī iznesas atšķirība vidēji bija 17.5 kg ha⁻¹, bet kālijam – 42.2 kg ha⁻¹. Saimniecībā ražas daļa, ko novāca no lauka, pa gadiem mainījās. Līdz ar to ražā akumulētā kopējā NPK masa atšķīrās no reālās, tā sauktās saimnieciskās iznesas samērā plašā diapazonā: slāpeklim – no 0 līdz 15.6 kg ha⁻¹, fosforam – no



2. att. NPK iznesa ar kultūraugu ražu.
Fig. 2. NPK removal by crops yield.

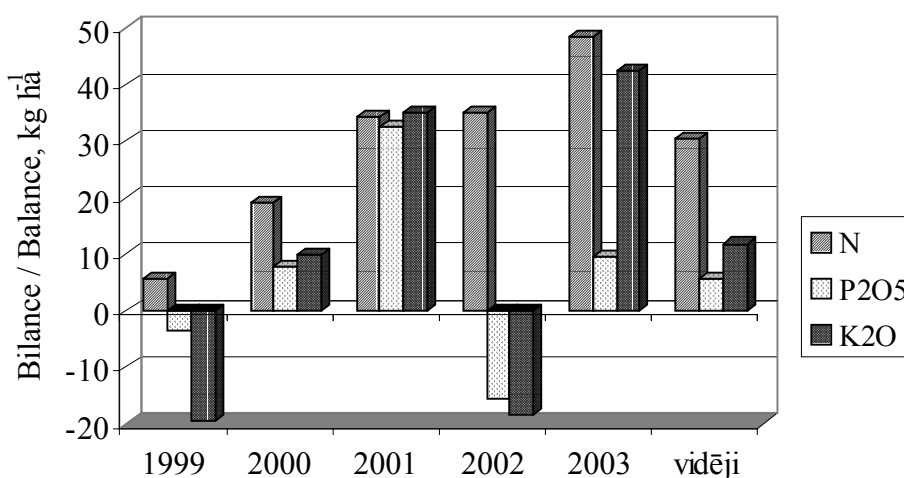


3. att. NPK akumulācija ražā un iznesa ar novākto produkciju, vidēji 1999.–2003. g.
Fig. 3. NPK in crops' yield and removal, 1999–2003 average.

0 līdz 5.9 kg ha⁻¹ (P₂O₅), un kālijam – no 0 līdz 40.4 kg ha⁻¹ (K₂O). Tas ilustrē, ka pēcpļaujas atlieku un citādi saimniecībā nevajadzīgās blakusprodukcijas izmantošana augsnes auglības uzturēšanai var dot ievērojamu ietekmi. Tomēr jāpatur vērā, ka augu atliekās saistīto NPK recirkulācija var būt samērā ilgstošs process, sevišķi ja tie ir salmi, kuri tiek iestrādāti relatīvi smaga granulometriskā sastāva augsnēs, piemēram, smilšmāla vai māla, ja netiek ievēroti priekšnoteikumi tajos esošo samērā noturīgo organisko savienojumu (celuloze, hemiceluloze, lignīns) paātrinātai biodegradācijai.

Bilances aprēķini rāda, ka visos pētījumu gados slāpekļa Lauka balance saimniecībā bija pozitīva, t.i., slāpekļa ienesa augsnē pārsniedza šī elementa iznesu ar novākto ražu (4. att.). Vidēji slāpekļa balance veidoja 30.3 kg ha⁻¹ N gadā, turklāt neizmantotā slāpekļa daudzumam bija tendence pakāpeniski palielināties. Tas

skaidrojams gan ar lietotā slāpekļa mēslojuma normu palielināšanos, gan arī ar vāji sabalansēto N : P : K attiecību augu barības elementu ienesā, tādējādi samazinot slāpekļa izmantošanos un efektivitāti. Fosfora un kālija Lauka balance pa gadiem ievērojami mainījās atkarībā no šo barības elementu īpatsvara ienesā (korelācijas koeficienti attiecīgi 0.95 un 0.81). Tā, 1999. un 2002. gadā, kad uz 1 ha aramzemes iestrādāja mazāk par 20 kg P₂O₅ un K₂O, to balance bija negatīva. Savukārt 2001. gadā fosfora ienesa par 32.4 kg, bet kālija – par 35 kg pārsniedza iznesu ar ražu. Vidēji 5 gadu periodā fosfora Lauka balance bija 5.6 kg ha⁻¹, bet kālija – 11.0 kg ha⁻¹, un bilances intensitāte – attiecīgi 122 un 138%. Šie rādītāji šķietami liecina par racionālu P un K apriti lauka līmenī, taču pētījumos iegūto bilances sastāvdaļu analīze rāda, ka izteikta sakarība starp saimniecībā iegūto kultūraugu ražu un PK ienesu vai



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

**NPK ienesas un iznesas struktūra atbilstoši Saimniecības bilanci,
vidēji 1999.–2003. g., kg ha⁻¹ LIZ**
NPK input and output variables in Farm–gate balance, kg ha⁻¹ of agricultural land, 1999–2003 average

Rādītājs / Variable	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
IENESA / INPUT			
Ar minerālmēsliem / Mineral fertilizers	78.5	27.4	37.7
Ar sēklu un stādāmo materiālu / Purchased seed	0.8	0.4	0.2
Ar iepirktiem dzīvniekiem / Purchased animals	0.3	0.2	0.02
Kopā / Total	79.6	27.9	37.9
IZNESA / OUTPUT			
Ar realizēto augkopības produkciju / Sold crop products	37.6	17.0	10.9
Ar realizēto lopkopības produkciju / Sold animal products	0.43	0.27	0.04
Zudumi no lopkopības / Barn losses	0.92	0.02	0.08
Kopā / Total	39.0	17.3	11.0

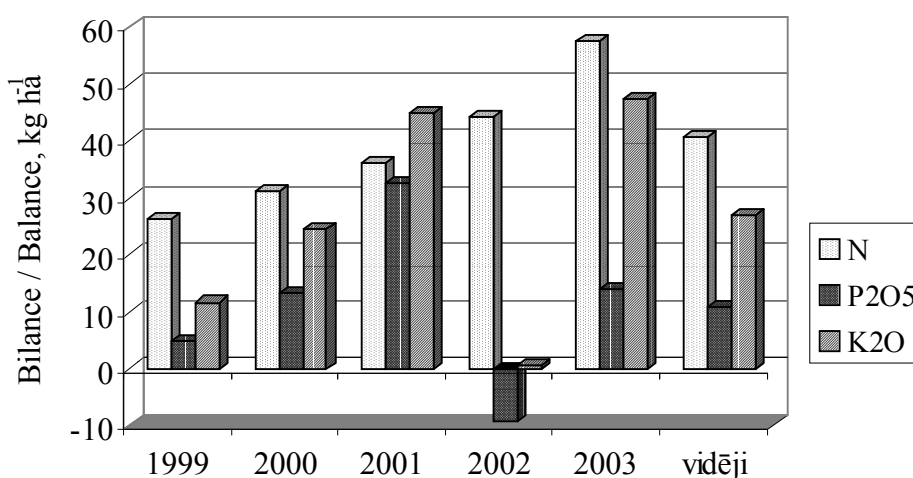
to Lauka bilanci nepastāvēja. Tas nozīmē, ka praktizētā mēslošanas sistēma saimniecībā kopumā nedeva iespēju efektīvi izmantot pielietotos NPK resursus.

PK nelielais pārpalikums, iespējams, šķiet pievilcīgs, vienpusīgi fokusējoties uz vides jautājumu aspektiem, taču, ņemot vērā augsnes ķīmijas pamatatziņas un to, ka jāreķinās ar noteiktas PK daļas praktiski neatgriezenisku fiksāciju augsnē, izriet loģisks secinājums – tāda mēslošanas intensitāte var būt nepietiekama ekonomiski atbilstošas ražas ieguvei. Tikai šajā konkrētajā gadījumā pozitīvu ietekmi nodrošina augsne, kam raksturīgs pietiekami bagāts ķīmiskais sastāvs un ievērojams buferpotenciāls.

Augu barības elementu Saimniecības bilanci līdzīgi Lauka bilanci galvenā NPK ienesas daļa bija iepirktie minerālmēsli, kas veidoja 98.7% no visa saimniecībā ar iepirktajiem produktiem ienesā slāpekļa, 98.1% fosfora un 99.3% kālija. Bez minerālmēsliem neliels NPK dau-

dzums saimniecībā nonāca arī ar iepirkto sēklu un iepirktajiem dzīvniekiem. Savukārt vairāk nekā 96% no NPK masas, kas atstāja saimniecību, bija iznesa ar realizēto augkopības produkciju – graudiem un kartupeļiem. Iznesa ar pārdoto lopkopības produkciju bija niecīga. Tā, piemēram, slāpekļa zudumi no kūtsmēsliem to uzkrāšanas un uzglabāšanas laikā divreiz pārsniedza slāpekļa iznesu ar pārdoto dzīvnieku produkciju. Galvenās ienesas un iznesas sastāvdaļas vidēji pētījumu periodā (1999.–2003. gads) ir parādītas 1. tabulā.

Saimniecībā ienākošā un izejošā NPK masa pētījumu gados bija mainīga. Kopējā NPK ienesa ar iepirktajiem minerālmēsliem palielinājās no 92 līdz 191 kg ha⁻¹. Pārdotās produkcijas daudzums arī bija dažāds. Tā, slāpekļa iznesa no saimniecības 1999. gadā bija tikai 27.5 kg ha⁻¹, bet 2002. g. – 51.7 kg ha⁻¹. Slāpekļa, fosfora un kālija attiecība iznesā bija gandrīz nemainīga (N:P:K = 1:0.4:0.3), savukārt ienesā tā pa gadiem visai ievēro-



5. att. NPK Saimniecības bilance.

Fig. 5. NPK Farm–gate balance.

jami atšķirās. Līdz ar to vidējie iznesas un ienesas rādītāji tikai nosacīti parāda NPK plūsmu saimniecībā un no tās. Izmaiņas zināmā mērā ir saistītas ar saimniecības attīstību, tās ekonomiskā modeļa stabilizāciju.

Veicot NPK Saimniecības bilances aprēķinu, parādās, ka visnestabilākā ienesas un iznesas starpība ir bijusi fosforam un kālijam (5. att.). Līdzīgi Lauka bilancei arī fosfora Saimniecības bilance 2002. gadā bija negatīva ($-9.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$), jo relatīvi maz fosfora saimniecībā nonāca ar iepirktajiem materiāliem. Pārējos gados saimniecībā veidojās neliels fosfora pārpalikums, kas mainījās no 4.9 līdz $32.6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. Kālija bilance bija pozitīva, taču arī pa gadiem svārstījās – no 0.7 līdz $47.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. Sakarā ar to, ka iepirktajos minerālmēslos dominēja slāpekļis, saimniecībā veidojās šķietams slāpekļa pārpalikums, turklāt tas pakāpeniski palielinājās no 26.2 kg ha^{-1} līdz pat $57.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Tomēr vidēji pētījumu laikā saimniecībā ienākošā augu barības elementu masa visumā bija sabalansēta ar vajadzību pēc tās, tāpēc neveidojās izteikti liels barības elementu uzkrājums, kas varētu negatīvi ietekmēt vides kvalitāti. Tādējādi, līdzīgi Lauka bilancei, arī šajā gadījumā var teikt, ka NPK Saimniecības bilance pa gadiem nedaudz svārstījās, taču pētījumu periodā (5 gadi) tā visumā bija sabalansēta. Ikgadējās svārstības galvenokārt var raksturot kā saimniecības ekonomiskās stabilizācijas izraisītas, taču kopējai tendencei ir racionāla agronomiska motivācija.

Salīdzinot NPK bilanču rezultātus, kas iegūti, vienai un tai pašai saimniecībai izmantojot Lauka un Saimniecības aprēķinu modeli, bieži vien vērojamas būtiskas atšķirības. Uz to norāda arī citi autori (Oenema, 1999). Tas tāpēc, ka, rēķinot Saimniecības bilanci, veidojas it

kā trīs nosacītas NPK aprites: 1) NPK visas saimniecības līmenī, t.i., to nonākšana saimniecībā un tās atstāšana – ārējā aprīte, un NPK aprīte starp 2) augkopības un 3) lopkopības nozarēm – iekšējās aprites. Katrā no šīm aprītēm darbojas specifiski ienesas–iznesas mehānismi, kuru uzskaitē notiek, izmantojot atšķirīgus normatīvus (būtībā vispārinātus pieņēmumus), tāpēc to ietekme uz gala rezultātu var būt būtiska. Jāatzīmē, ka abas no lietotajām NPK bilanču aprēķina metodēm neizmanto jēdzienu „barības elementu izmantošanās koeficients”, t.i., nosacīti tiek pieņemts, ka jebkurš no NPK avotiem, piemēram, pēcpļaujas atliekas, organiskie mēsli, vienlīdz intensīvi tiks iekļauti barības elementu atkārtotā aprītē, pat skatot to īslaicīgā aspektā. Agronomiskās pamatatzīņas gan tam oponentē, tāpēc jāpieņem, ka to NPK daļu, kas cirkulē iekšējās aprites robežās, piemēram, “blakusprodukcija (salmi)–kūtsmēsli–augšne–trūdvielu sintēze un to mineralizācija–kultūraugs–lopparība” nebūs tik tieši mērāma, kā, piemēram, “NPK minerālmēsli–augš–pārdotā augkopības produkcija”. Tāpēc interese rada NPK Saimniecības bilances atsevišķu komponentu analīze.

Analizējot NPK saimniecības bilanci pa nozarēm (vidēji 1999.–2003. g.), redzams, ka augu barības elementu pārpalikums veidojās augkopībā (2. un 3. tabula). Ar realizēto augkopības produkciju no saimniecības iznesa ap 70% no novāktajā ražā uzkrātā slāpekļa un fosfora un tikai 41% kālija. Rēķinot uz 1 ha LIZ, saimniecībā palika 41.7 kg N , $10.8 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ un $27.0 \text{ kg K}_2\text{O}$. Šie augu barības elementi bija akumulēti salmos, ko novāca no lauka, lai izmantotu pakaišiem, pašu izaudzētajā sēklas materiālā un arī produkcijā, ko izmantoja lopbarībai. Turklāt lielākā daļa slāpekļa un

2. tabula / Table 2

NPK Saimniecības bilance augkopības un lopkopības nozarēs, vidēji 1999.–2003. g.
NPK Farm–gate balance in crop and animal production, 1999–2003 average

Rādītājs / Variable	Augkopībā / Crop production			Lopkopībā / Animal production		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
IENESA / INPUT						
Ar minerālmēsliem / Mineral fertilizers	6662.2	2325.9	3202.3	×	×	×
Ar sēkļu un stādāmo materiālu / Purchased seed	67.7	31.3	20.4	×	×	×
Ar iepirktiem dzīvniekiem / Purchased animals	×	×	×	22.1	14.5	1.8
IZNESĀ / OUTPUT						
Ar realizēto augkopības produkciju / Sold crop products	3188.2	1443.3	931.4	×	×	×
Ar realizēto lopkopības produkciju / Sold animal products	×	×	×	36.8	23.1	3.5
Zudumi no lopkopības / Barn losses	×	×	×	78.2	1.9	6.5
BILANCE / BALANCE						
Kopā saimniecībā, kg / In farm, kg	3541.7	913.9	2291.3	-92.9	-10.4	-8.3
LIZ, kg ha ⁻¹ / Cropland, kg ha ⁻¹	41.7	10.8	27.0	-1.1	-0.1	-0.1

Augkopības produkcijā akumulētās NPK masas izlietojums, vidēji 1999.–2003. g., kg
Distribution of NPK accumulated in crop yield, 1999–2003 average, kg

Rādītājs / Variable	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Novāktajā ražā / Harvested crop	4530	2014	2274
Pārdotajā produkcijā / Crop products sold	3188 (70.4%)	1443 (71.6%)	931 (40.9%)
Atlikušajā ražas daļā / Non-sold products	1342	571	1343
t.sk. – salmos (pakaišiem) / straw for litter	397	159	940
– sēklā / seeds	68	31	20
– lopbarībā / feedstuff	877	380	382

fosfora ar pašu saražoto lopbarību nonāca lopkopības nozares aprītē. Savukārt kālijs, no kura 70% bija salmos, papildināja tā masu kūtsmēslos. Lopkopības nozarē, skatot to atrauti no augkopības, veidojās negatīva augu barības elementu bilance, t.i., saimniecībā ienākošā NPK masa, ko veidoja iepirktie dzīvnieki (teļi un sivēni), bija mazāka par NPK masu ar realizēto lopkopības produkciju. Tā kā saimniecībā lopbarība iepirkta netika, bet izmantoja pašu izaudzēto produkciju, tad augkopības nozarē konstatētais NPK pārpalikums kompensēja augu barības elementu deficītu lopkopībā, t.i., notika zināma kopējās bilances stabilizācija.

Arī citi autori (Oenema, 1999) norāda, ka specializētās saimniecībās, kur dominē viena no lauksaimnieciskās produkcijas ražošanas nozarēm, piemēram, tikai augkopība vai tikai lopkopība, augu barības elementu izmantošanas efektivitāte, kas aprēķināta atbilstoši šeit pielietotajai bilanču shēmai, ir augstāka. Efektivitāti labākas uzskatāmības dēļ pieņemts raksturot ar iznesas/ienesas attiecību saimniecībā. Tā, augkopības specializācijas saimniecībās, kur ienesi veido minerālmēsli un kūtsmēsli, bet visa iegūtā produkcija tiek pārdota, iznesas/ienesas attiecība slāpeklim parasti ir no 0.4 līdz 0.6. Lopkopības specializācijas saimniecībās, kuras lopbarību iepērk un realizē visu iegūto lopkopības produkciju, šī attiecība ir augstāka – 0.5 līdz 0.9, savukārt jauktā tipa saimniecībās iznesas/ienesas attiecība un līdz ar to augu barības elementu izmantošanas efektivitāte ir viszemākā – tikai 0.2 līdz 0.3 (Oenema, 1999). Saimniecībā "Dārznieki" iznesas/ienesas attiecība vidēji pētījumu periodā slāpeklim bija 0.49. Kā saimniecībai, kurā galvenā ražošanas nozare bija augkopība, slāpekļa izmantošanas efektivitāte vērtējama pozitīvi, t.i., tā atradās intervālā, kas raksturīgs vienas nozares specializācijas saimniecībām.

Secinājumi

Saimniecībā "Dārznieki" galvenais NPK ienesas avots bija minerālmēsli, kas veidoja vairāk nekā 90% no to kopējās masas, kas nonāca aprītē "augšne–augimājdzīvnieki–pārdotā augkopības un lopkopības produkcija". Taču NPK sabalansējums nebija vienmērīgs, un fosfora un kālija īpatsvars minerālmēslos ne

vienmēr atbilda to iznesai ar kultūraugu ražu. Fosfora un kālija Lauka bilance divos no pieciem pētījumu gadiem bija negatīva, bet vidēji gadā visā pētījumu periodā veidoja 30.3 kg ha⁻¹ N, 5.6 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 11.0 kg ha⁻¹ K₂O. Vairāk nekā 96% no NPK masas, kas atstāja saimniecību, bija iznesa ar realizēto augkopības produkciju. NPK Saimniecības bilance bija pozitīva (40.6 kg N, 10.6 kg P₂O₅, 26.9 kg K₂O uz 1 ha LIZ), taču saimniecībā neveidojās lieli neizmantoto augu barības elementu krājumi, kas varētu radīt vides piesārņojuma risku. Nerealizētajā ražas daļā esošie NPK krājumi nonāca saimniecības iekšējā aprītē, tādējādi kompensējot augu barības elementu deficītu lopkopības nozarē.

Literatūra

- Boruks, A. (2004) *Dabas apstākļi un to ietekme uz agrovīdi Latvijā*. Rīga, 166 lpp.
- Buciene, A., Svedas, A., Antanaitis, S. (2003) Balances of the major nutrients N, P and K at the farm and field level and some possibilities to improve comparisons between actual and estimated crop yields. *European Journal of Agronomy*, V. 20, No. 1, pp. 53–62.
- Cermak, P., Budnakova, M. (2005) The content of available nutrients in the soil and nutrient balance in Czech Republic. In: *Element balances as a tool of sustainable land management / Abstract book of International Conference held in Tirana, Albania, March 13–18, 2005*, p. 4.
- Igras, J., Kopinski, J. (2003) Regional differentiation of the Soil surface phosphorus and potassium balance in Polish agriculture. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, No. 8 (303), pp. 29–32.
- Grignani, C., Bassanino, M., Zavattaro, L., Barberis, E. (2001) Farm indexes to evaluate the fertilization management at farm level. In: *Element balances as a sustainability tool. Proceedings of the Workshop in Upssala, March 16–17, 2001*. JTI Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering, pp. 87–89.
- Hanegraaf, M.C., den Boer, D.J. (2003) Perspectives and limitations of the Dutch minerals accounting system (MINAS). *European Journal of Agronomy*, V. 20, No. 1, pp. 25–31.

7. 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.
8. *Lauku saimniecības Latvijā 2003. gadā*. (2004) Statistikas biļetens, LR Centrālā Statistikas pārvalde. Rīga, 36 lpp.
9. Menzi, H. (2005) Nutrient balances as an awareness raising and planning tool: Experiences from Switzerland and South–East Asia. In: *Element balances as a tool of sustainable land management / Abstract book of International Conference held in Tirana, Albania, March 13–18, 2005*, pp. 20–21.
10. Neeteson, J.J. (2000) Nitrogen and phosphorus management on Dutch dairy farms: legislation and strategies employed to meet the regulations. *Biology and Fertility of Soils*, V. 30, No. 5–6, pp. 566–572.
11. 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.
12. Oenema, O. (2004) Governmental policies and measures regulating nitrogen and phosphorus from animal manure in European agriculture. *Journal of Animal Science*, V. 82, pp. 196–206.
13. Oenema, O., Jansen, B. (2005) Element balances as sustainability indicator? In: *Element balances as a tool of sustainable land management / Abstract book of International Conference held in Tirana, Albania, March 13–18, 2005*, p. 12.
14. Oenema, O., Velthof, G.L. (2002) Balanced fertilization and regulating nutrient losses from agriculture. In: *Agricultural effects on ground and surface waters: research at the edge of science and society / Proceedings of a symposium held at Wageningen, October 2000. IAHS Publ.*, No. 273, pp. 77–84.
15. 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, pp. 61–72.
16. Torma, S. (2005) Nutrient balance in crop production of Slovak republic during 15 years (1989–2003) and the problems at its calculation. In: *Element balances as a tool of sustainable land management / Abstract book of International Conference held in Tirana, Albania, March 13–18, 2005*, pp. 17–18.
17. Tunney, H., Csath, P., Ehlert, P. (2003) Approaches to calculating P balance at the field-scale in Europe. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, V. 166, Issue 4, pp. 438–446.

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 veiktšanā.