

# AUGU BARĪBAS ELEMENTU IZNESAS KĀ LAUKSAIMNIECĪBAS AGROEKOLOGISKĀS INDIKATORS

**Plant nutrient off-take as agro-environmental indicator**

## A. Kārkliņš

LLU Augsnes un agroķīmijas katedra, Department of Soil Science and Agrochemistry, LUA

**Abstract.** Implementation of Sustainable Agriculture Approach requires detailed plant nutrient flux calculations within the system: soil – fertilizers – plants. Different methods for plant nutrient balance calculations are developed and used. All of them are based on comparison between the input (fertilizers, seeds, precipitation, etc.) and output (nutrients in products, losses) values. Plant nutrient (e.g. nitrogen, phosphorus, potassium) amount in plant parts called yield and removed from the field (off-take) – an important component for balance calculations. Plant nutrient off-take could be calculated from the yield level and nutrient concentration in it. For practical purposes default or normative (reference) values are used widely.

**Key words:** plant nutrient off-take, NPK removed by crops, calculation methods

### Ievads

Augu barības elementu plūsmas pētījumiem lauksaimniecībā (un ekosistēmā kopumā) plaši pielieto bilances metodi. Izstrādātas un starptautiskajā mērogā akceptētas vairākas augu barības elementu bilances aprēķina metodes (S. E. Vermeulen et al, 1998, K. F. Isherwood, 1998, J. Igras et al, 2000). Arī Latvijā bilances metode ir tikusi un tiek plaši pielietota, izmantojot dažādas to aprēķina shēmas un tādējādi iegūstot dažādus bilanču paveidus. Taču pēdējā desmitgadē starptautiskā mērogā ir panākta vienošanās bilances aprēķiniem izmantot unificētu metodiku. Plašāku pielietojumu ir guvušas divas metodes, kuras arī tiek izmantotas informācijas starptautiskajai apmaiņai, kā arī lauksaimniecības slodzes vidē novērtējumam. Tās ir, PARCOM<sup>1</sup> ieteiktā, jeb tā sauktā **augu barības elementu bilance saimniecības līmenī**, un OECD<sup>2</sup> ieteiktā, jeb **bilance lauka līmenī** (O. Oenema, 1999, M. Fotyma, E. Fotyma, 1999). Latvijai integrējoties Eiropas Savienībā, kā arī citās starptautiskajās organizācijās rodas nepieciešamība sakātot normatīvo bāzi šo starptautiski atzīto metodiku pielietošanai.

Lai veiktu bilanču aprēķinus, nepieciešamas ziņas par augu barības elementiem, kas tiek uzņemti augos un ar ražu aizvākti prom no lauka un tālāk nokļūst tā sauktajā pārtikas kēdē, tas ir tiek tieši patērieti cilvēka pārtikas produktu ražošanā vai nonāk tur ar lopbarību un lopkopības produkcijas starpniecību. To parasts apzīmēt kā **augu barības elementu iznesi** – I. Salīdzinājumam, to augu barības elementu masu, ko augs dzīves laikā uzņem no vides un iesaista biomasas sastāvā sauc par **bioloģiski saistītajiem augu barības elementiem** – B. Acīmredzot, I < B, jo tikai noteikta biomasas daļa, ko apzīmējam kā ražu, tiek aizvakta no lauka. Arī vienam un tam pašam kultūraugam iznesas lielums var ievērojami svārstīties, ķemot vērā kāda biomasas daļa tiek aizvākta. Piemēram, graudaugiem raža var būt tikai graudi, vai arī graudi un salmi, atstājot nenovāktus tikai īsus rugājus un, protams, saknes. Abus radītajus, augu barības elementu iznesi un bioloģiski saistīto augu barības elementu masu var aprēķināt zinot biomasu un noteikta elementa koncentrāciju tajā, lietojot vienkāršu formulu:

$$I(B) = \frac{m \times c}{100}$$

kur m – biomasas vienība un c – augu barības elementa koncentrācija šajā biomasā, %. Augu barības elementu izteiksmes mērvienības var būt dažādas, bet praktisku apsvērumu dēļ parocigi lietot kg uz 100 kg biomasas (ražas), vai arī kg barības elementu uz hektāru sējplatības. Tā kā šī raksta

<sup>1</sup> PARCOM – Parīzes konvencija jūras piesārņojuma novēršanai.

<sup>2</sup> OECD – Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija.

mērķis ir skatīt mēslošanas jautājumu ekoloģiskos faktorus, tad turpmākā diskusija tiks veikta tikai par augu barības elementu iznesi.

Kā minēts iepriekš, augu barības elementu iznesi var izskaitīt zinot divus parametrus: ražas lielumu (no lauka novāktā, vai novākt paredzētā biomasa) un barības elementu koncentrāciju novāktajās auga daļās. Tomēr veicot dažādus praktiskus aprēķinus, piemēram, mēslošanas plānošanu, lauksaimnieciskās darbības agroekoloģisko novērtējumu u.c. tas ne vienmēr ir parocīgi un šādam aprēķinam ir savi trūkumi. Pirmkārt, dati par noteiktas saimniecības konkrēta lauka ražas ķīmisko sastāvu reti ir pieejami. Otrkārt, ja arī tie ir pieejami, tad bieži vien tie ir neviendabīgi, kam par iemeslu ir dažādi apstākļi, taču tas traucē to pielietošanu. Tāpēc plaši tiek izmantota prakse, kad ārpus zinātniskiem pētījumiem, augu barības elementu iznesi nosaka izmantojot speciālas normatīvu tabulas. Tās tiek iekļautas arī mēslošanas rekomendāciju sastādīšanas programmās, dabas procesu modelēšanas un ekspertu sistēmu sastāvā. Normatīvu tabulas tiek izstrādātas apkopojojot noteikta reģiona (valsts) vidējos datus ar vai bez rādītāju diferenciācijas atkarībā no dažādiem apstākļiem, piemēram, šķirne, ražas lielums, mēslošanas intensitāte utt. Pēc būtības tā ir ievērojams individuālo novērojumu vispārinājums un bioloģisko procesu vienkāršošana un tiek balstīta uz pieņēmumu, ka ražas ķīmiskais sastāvs paliek nemainīgs, neatkarīgi no kultūrauga šķirnes un augšanas apstākļiem. Tomēr tas ne vienmēr ir tā, tāpēc lai novērstu klūdas, iznesu normatīvi periodiski jāpārbauda un ja nepieciešams, jāprecizē.

Plašus pētījumus un apkopojošo darbu augu barības iznesu normatīvu izstrādei un salīdzinājumam veikusi A. Beināre ar līdzautoriem (Lauksaimniecības kultūru ..., 1992). Autori apkopojuši datus par atšķirīgiem laika posmiem: no 1929. – 1940., 1965. – 1981. un 1978. – 1986. gadiem. Pēdējā perioda apkopojums pašlaik praktiski tiek izmantots kā normatīvu bāze aprēķinos, kur nepieciešami iznesu rādītāji. Minētajā darbā autori norāda uz normatīvo iznesu atšķirībām, ja to skata pa dažādiem laika posmiem, kā arī uz nepieciešamību datus periodiski precizēt.

Pēdējā desmitgadē ievērojami mainījusies mēslošanas līdzekļu lietošanas prakse, vismaz tajās saimniecības, kuras var uzskatīt par komerciālajām, uz tirgu orientētām. Mainījušies arī akcenti saistībā ar pieaugošo vides aspektu ievērošanu. Tāpēc pastāv zināma atšķirība starp tiem apstākļiem, kādi dominēja 1978. – 1986. gados, kad iepriekšminētie normatīvi tika veidoti un mūsdienām, gan mēslošanas līdzekļu normu noteikšanā, to pielietošanas metodēs, gan arī kultūraugu šķirņu sortimentā. Zināmu revīziju iznesu normatīvos veikuši A. Vucāns un I. Gemste, izstrādājot metodiskos noteikumus Lauksaimniecības zemes pārraudzības realizācijai. Datu apkopojums ir publicēts (Labas Lauksaimniecības ..., 1999).

Pēdējā laikā augu barības elementu iznesu nozīme paplašinās. Liekot akcentu uz lauksaimniecības ilgtspējīgas attīstības modeli, tiek uzsvērts, ka tas lielā mērā balstās uz pamatnostādni, ka augu barības elementu ienesei jābūt sabalansētai ar to iznesi. Līdz ar to augu barības elementu bilances klūst par svarīgu agroekoloģisko indikatoru. Tās ir jau starptautiski vērtēts indikators, kas rāda cik efektīvi un no vides viedokļa droši darbojas lauksaimnieciskā ražošana katrā konkrētā valstī (OECD, 1995). Lai veiktu objektīvus un starptautiski salīdzināmus augu barības elementu bilances aprēķinus, visiem tās komponentiem ir jābūt pamatokiem, vismaz “iespējami labāko pieejamo datu” līmenī. Tāpēc Eiropas Savienības finansētā projekta MAINTAINE<sup>1</sup> ietvaros tika izvirzīti atsevišķi uzdevumi, kuri ir veltīti augu barības elementu iznesu normatīvo datu pētniecībai. Tie galvenokārt tika veikti trīs virzienos.

1. Salīdzināt iznesu normatīvus starp projekta dalībvalstīm.
2. Izstrādāt vienveidīgu iznesu aprēķina metodi un rezultātu apkopojumu.
3. Izveidot sistēmu un veikt normatīvo datu pārbaudi, salīdzinot tos ar lauka izmēģinājumos iegūtajiem.

### Pētījumu objekts un metodes

Datu standartizācijai tika izveidota vienota augu barības elementu aprēķina veidlapa un izsūtīta projekta dalībvalstu pārstāvjiem: uz Latviju, Poliju, Čehiju, Slovākiju, Lielbritāniju un Nīderlandi (skat. tabulu). Šādam datu sakopojumam ir vairākas priekšrocības. Iznesas ir dotas gan pamatprodukcijai, gan blakusprodukcijai, tāpēc pēc vajadzības var gūt nepieciešamo informāciju. Tieks uzrādīts arī produkcijas sausnas saturs, tas dod iespēju, ja nepieciešams, izskaitīt ražas vidējo ķīmisko

<sup>1</sup> MAINTAINE – Managing inputs of nutrients to avoid insufficient or excess.

sastāvu. Attiecība starp pamatprodukciju un blakus produkciju parāda aprēķinos izmantoto pieņēmumu. To var izmantot, lai veiktu datu precizējumus un pieskaņotos reālajai situācijai, ja, piemēram, tiek audzētas šķirnes ar citādu pamatprodukcijas / blakusprodukcijas attiecību. Kopējā augu barības elementu iznesa –  $I_{kop}$  (pamatprodukcija + blakusprodukcija) tika izskaitļota, izmantojot sekojošu formulu:

$$I_{kop} = I_p = I_b \times G/S$$

kur  $I_p$  un  $I_b$  – iznesa attiecīgi ar pamatprodukciju un blakusprodukciju;  $G/S$  – pamatprodukcijas / blakusprodukcijas attiecība. Dati par kultūraugu ražas ķīmisko sastāvu tika vākti no dažādu autoru publicētajiem lauka izmēģinājumu rezultātiem, kā arī no iznesu iepriekšpublicētajiem apkopojumiem. Minētās informācijas vākšanā un apstrādē bez autora dalību ņēma Mgr. agr. J. Livmanais un Dr. agr. I. Līpenīte. Iegūtie dati tika salīdzināti starp projekta dalībvalstīm, kā arī izvēidota shēma to precizēšanai un papildināšanai. Tā ir speciāli izvēidota EXCEL veidlapa, kurā tiek apkopoti lauku izmēģinājumu rezultāti (pamatprodukcijas un blakusprodukcijas raža, sausnas un NPK saturs ražā), norādot ražas un tās ķīmiskā sastāva iespējamos ietekmējošos faktorus (šķirne, mēslojums, u.c. faktori). Ar tās palīdzību notiek normatīvo lielumu sistemātiska pārbaude un, ja nepieciešams, precizēšana. Šī pētījumu daļa šajā publikācijā nav atspoguļota taču ir tā sastāvdaļa.

### Rezultāti

Jaunizveidotā datu kopa ir apkopota tabulā. Tā aptver informāciju par Latvijā komerciālos apjomos audzējamiem lauku kultūraugiem. Līdzīgs apkopojums tiek veidots arī par atklātā laukā audzējamiem dārzeniem, augļu kokiem un krūmiem. Jāpiezīmē, ka fosforam un kālijam dati ir doti izsakot tos elementa veidā, ja nepieciešams oksīdu formā – jāveic attiecīgs pārrēķins. Acīmredzot, no lietotāja viedokļa, izdevīgi šādu normatīvu tabulu izmantot ne tikai drukātā veidā, bet arī elektroniski. Tad nepieciešamie pārrēķini, kā fosfora un kālija izteiksme oksīdu vai elementa veidā, datu precizēšana, ņemot vērā konkrētā situācijā esošo pamatprodukcijas un blakusprodukcijas attiecību, sausnas saturu ražā, notiek automātiski.

Ražas ķīmisko sastāvu un līdz ar to augu barības elementu iznesi ar ražu ietekmē vairāki faktori, tāpēc eksperimentālie, lauku izmēģinājumos iegūtie rādītāji ir svārstīgi, tas ir, raksturojas ar lielu izkliedi. Var uzskatīt, ka jebkurā gadījumā viena vai otra autora piedāvātās normatīvu tabulas ir vairāk empīriskas dabas produkts nekā eksperimentāli iegūti rezultāti. Vidējo radītāju izkliedi var samazināt iznesu vērtības diferencējot atkarībā no iespējamiem ražas ķīmisko sastāvu ietekmējošiem faktoriem, piemēram, šķirne, dotais mēslojums, veģetācijas apstākļi u.c. Taču tas padara šīs normatīvu tabulas grūti pielietojamas, tāpēc praktisko aprēķinu veikšanai nepiemērotas. Tāpēc plaši izplatīta prakse, veidot iespējami vienkāršas un praktiskiem aprēķiniem parocīgas normatīvu tabulas, dodot iespēju tās modifīcēt, ja lietotāja rīcībā ir precīzāka doto situāciju raksturojoša informācija. Tam būtiska nozīme situācijās, kur notiek liela apjoma informācijas apstrāde, kā piemēram, mēslošanas darbu plānošanā, saimniecības, valsts, noteikta reģiona augu barības elementu bilances aprēķināšana u.c. Šajos aprēķinos, sevišķi ja tie tiek izmantoti starptautiskā informācijas apmaiņā, daudz lielāka nozīme ir normatīvo lielumu standartizācijai, ne pēc saturu, bet gan pēc apkopošanas un izklāsta veida. Tas tāpēc, ka šeit pielieto unificētas aprēķinu shēmas, datorprogrammas, informācijas sistēmas. Kā piemēru tam var minēt unificētās augu barības elementu bilances aprēķina metodes un to pielietošanu lauksaimnieciskās darbības agroekoloģiskajam novērtējumam (S. E. Vermeulen et al, 1998, K.F. Isherwood, 1998, J. Igras et al, 2000).

Augu barības elementu iznesas nevar uztvert kā kritērijus, kuri var paliek nemainīgi ilgstoši. Jāveido sistēma to nepārtrauktai sistemātiskai pārbaudei (validācijai) un precizēšanai. Tas nozīmē, jāveido atbilstoša datu bāze, kurā tiek apkopoti jaunākie lauka izmēģinājumos, monitoringa programmās, augkopības produkcijas analīzēs un citos pētījumos iegūtie rezultāti. To apstrāde un iegūto datu vispārinājums var kalpot kā normatīvo lielumu atjaunošanas metode.

Augu barības elementu iznesa  
Output of nutrients in plant products

Kultūraugs / Crop	Produkcija / Crop product	DM <sup>1</sup> , %	Graudu – salmu attiecība / Grain/straw <sup>2</sup> ratio 1:x	NPK satura kg uz 100 kg produkta / Nutrient content in kg per 100 kg of product		
				N	P	K
1.	2.	3.	4.	5.	5.	7.
<b>Graudaugi / Cereals</b>						
Ziemas kvieši/ Winter wheat	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.2	1.87 0.50 2.47	0.35 0.08 0.44	0.40 0.95 1.54
Vasaras kvieši/ Spring wheat	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.1	2.24 0.60 2.90	0.40 0.07 0.48	0.50 1.15 1.77
Vasaras mieži/ Spring barley	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.0	1.60 0.60 2.20	0.34 0.11 0.44	0.47 1.18 1.65
Rudzi/ Rye	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.3	1.50 0.50 2.15	0.35 0.08 0.46	0.45 1.20 2.01
Tritikāle/ Triticale	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.1	1.77 0.50 2.32	0.37 0.09 0.47	0.44 1.13 1.68
Auzas/ Oats	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.1	1.52 0.58 2.16	0.35 0.14 0.50	0.45 1.46 2.06
Graudaugu mistrs/ Cereals mixture	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	86 86 86	1.0	1.55 0.60 2.15	0.35 0.12 0.47	0.45 1.32 1.77
<b>Pākšaugi / Pulses</b>						
Lauka pupas/ Faba bean	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	88 86 86	1.2	4.00 1.45 5.74	0.50 0.15 0.68	1.10 1.65 3.08
Zirņi/ Pea	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	85 85 85	1.0	3.50 1.50 5.00	0.42 0.18 0.60	1.10 1.50 2.60
Lupīna/ Lupine	Graudi / Grain Salmi / Straw Graudi+salmi / Grain+straw	88 86 86	1.0	5.78 1.15 6.93	0.55 0.12 0.67	1.12 1.20 2.32
<b>Eļjas un šķiedraugi / Oil and fibre crops</b>						
Ziemas, vasaras rapsis/ Winter, spring rape	Sēklas / Grain Salmi / Straw Sēklas+salmi / Grain+straw	86 86 86	2.0	3.35 0.75 4.85	0.70 0.15 1.00	0.85 1.85 4.55
Eļjas lini/ Oil flax	Sēklas / Grain Salmi / Straw Sēklas+salmi / Grain+straw	90 85 85	2.0	3.50 0.60 4.70	0.60 0.15 0.90	0.80 1.10 3.00
Garšķiedras lini/ Fibre flax	Sēklas / Grain Salmi / Straw Sēklas+salmi / Grain+straw	88 81 81	3.0	3.50 0.45 4.85	0.68 0.15 1.13	0.85 1.24 4.58
Sinepes/ Mustard	Sēklas / Grain Salmi / Straw Sēklas+salmi / Grain+straw	90 85 85	1.5	4.80 0.70 5.85	0.75 0.15 0.98	0.75 1.95 3.68

<sup>1</sup> DM – Sausna /dry matter.

<sup>2</sup> Vispārinot, attiecība starp galveno un blakusprodukciju. In general – ratio between main product and by-product.

Tabulas turpinājums / Table concluded

1.	2.	3.	4.	5.	5.	7.
<b>Saknaugi / Root crops</b>						
Agrie kartupeļi/ Early potato	Bumbuļi / Tubers Laksti / Haulms Bumbuļi+laksti / Tuber+haulms	20 15 0.2		0.28 0.22 0.32	0.04 0.03 0.04	0.45 0.32 0.51
Kartupeļi/ Potato	Bumbuļi / Tubers Laksti / Haulms Bumbuļi+laksti / Tuber+haulms	22 16 0.3		0.31 0.26 0.39	0.05 0.03 0.06	0.50 0.35 0.61
Cukurbietes/ Sugar beets	Saknes / Roots Lapas / Leaves Lapas+saknes / Roots+leaves	23 13 0.8		0.16 0.35 0.42	0.03 0.04 0.06	0.21 0.60 0.66
Lopbarības bietes/ Fodder beets	Saknes / Roots Lapas / Leaves Lapas+saknes / Roots+leaves	15 11 0.5		0.18 0.32 0.34	0.03 0.03 0.05	0.35 0.47 0.59
<b>Lopbarības kultūraugi / Fodder crops</b>						
Kukurūza skābbarībai/ Maize for silage	Zajmasa / Green matter	25		0.28	0.05	0.31
Ābolīņš / Clover	Zajmasa / Green matter	19		0.48	0.05	0.48
Ābolīņš / Clover	Siens / Hay	84		2.12	0.22	2.12
Ābolīņš / Clover	Skābsiens / Haylage	50		1.26	0.13	1.26
Lucerna / Alfalfa	Zajmasa / Green matter	19		0.61	0.06	0.46
Lucerna / Alfalfa	Siens / Hay	84		2.69	0.27	2.03
Lucerna / Alfalfa	Skābsiens / Haylage	50		1.60	0.16	1.21
Lupīna / Lupine	Zajmasa / Green matter	13		0.43	0.04	0.43
Ābolīņš/stiebrzāles	Zajmasa / Green matter	20		0.47	0.05	0.48
Clover/grass	Siens / Hay	84		1.97	0.21	2.02
Clover/grass	Skābsiens / Haylage	50		1.18	0.13	1.20
Lucerna/stiebrzāles	Zajmasa / Green matter	23		0.51	0.07	0.50
Alfalfa/grass	Siens / Hay	84		1.87	0.26	1.83
Alfalfa/grass	Skābsiens / Haylage	50		1.11	0.15	1.09
Stiebrzāles / Grasses	Zajmasa / Green matter	22		0.54	0.07	0.50
Stiebrzāles / Grasses	Siens / Hay	84		2.08	0.27	1.91
Stiebrzāles / Grasses	Skābsiens / Haylage	50		1.24	0.16	1.14
Auzas / Oats fodder	Zajmasa / Green matter	20		0.37	0.06	0.48
Rudzi / Rye fodder	Zajmasa / Green matter	16		0.40	0.06	0.42
Saulgriezes / Sunflower	Zajmasa / Green matter	17		0.35	0.05	0.43
Graudaugu–pākšaugu mistrs / Cereals and pulse crops mixed	Siens / Hay	84		1.27	0.24	2.27
Ziemas rapsis / Winter rape for green feed	Zajmasa / Green matter	15		0.40	0.06	0.35
<b>Zālaugi / Grasslands</b>						
Pļavas/ Meadows	1. pjāvums / First cut 2. pjāvums / Second cut Vidēji / Average	25 25 25		0.35 0.39 0.37	0.05 0.06 0.06	0.39 0.41 0.40
Pļavas/ Meadows	1. pjāvums / First cut 2. pjāvums / Second cut Vidēji / Average	84 84 84		1.18 1.31 1.24	0.17 0.20 0.18	1.32 1.38 1.34
Ganības / Pastures	Vidēji / Average	20		0.36	0.05	0.41
Ganības / Pastures	Vidēji / Average	84		1.51	0.21	1.72

Nemot vēra eksperimentāli iegūto datu izkliedi, kas atspoguļo dažādu ražas ķīmiskā sastāvu ietekmējošo faktoru izpausmi, kā arī eksperimentā radušās kļūdas, veicot datu atlasi no datu bāzes, tiek atmetas tās variantes, kuras atrodas ārpus trīs standartnoviržu robežām kā nepiederošas dotajai ģenerālkopai. Iegūtās vidējās vērtības nepieciešamības gadījumā var tikt izmantotas normatīvo lielumu precizēšanai. Datu sistemātiska apkopošana un precizēšana sevišķi nozīmīga kultūraugiem, kuru komerciāla audzēšana Latvijā nav plaši izvērsta vai arī uzsākta nesen un trūkst datu par to ražas ķīmisko sastāvu. Kā piemēru var minēt griķus, tritikāli, rapsi u.c. Īpaši nozīmīga tā ir dārzeņu

kultūraugiem, kā arī augļu kokiem un krūmiem, ogu plantācijām. Šeit literatūrā sastopamie dati ir mazskaitliski, ļoti atšķirīgi, kā arī sakopoti formā, kas nav parociņga lietošanai.

### Slēdziens

Izveidots jauns augu barības elementu iznesu normatīvu modelis, kas paredzēts lietošanai gan nacionālā, gan starptautiskā mērogā lauksaimnieciskās darbības plānošanai un agroekoloģiskajam novērtējumam. Radīti priekšnoteikumi normatīvo lielumu validācijai gan balstoties uz veiktajiem lauka izmēģinājumu rezultātiem, gan arī starptautiskā mērogā un ja nepieciešams, to precizēšanai un atjaunošanai.

### Literatūra

1. Vermeulen S. E., Steen I., Schnug E. (1998). Nutrient balances at the farm level. In: Codes of Good Fertilizer Practice and Balanced Fertilization / Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Symposium, September 27 – 30, 1998, Pulawy. – CIEC, HELCOM, IUNG, IPI, IMPHOS, PFS, FAL, 1998, P. 108 – 123.
2. K. F. Isherwood. (1998). Good fertilizer practice and balanced fertilization: A global overview. In: Codes of Good Fertilizer Practice and Balanced Fertilization / Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Symposium, September 27 – 30, 1998, Pulawy. – CIEC, HELCOM, IUNG, IPI, IMPHOS, PFS, FAL, 1998, P. 157 – 170.
3. Igras J., Fotyma M., Kopinski J. (2000). Phosphorus balance in Polish agriculture. In: Potassium and phosphorus: Fertilisation effect on soils and crops / Proceedings of the Regional IPI workshop, October 23 – 24, 2000, Lithuania. – Dotnuva – Akademija, P. 43 – 49.
4. 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, 1999, P. 25 – 43.
5. Fotyma M., Fotyma E. (1999). Balance of nitrogen in the soil – fertilizer – crop system. In: Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture / Conference Proceedings, December 1 —2, 1998, Falenty. – IMUZ, 1999, P. 90 – 95.
6. Lauksaimniecības kultūru ķīmiskais sastāvs un augu barības vielu izneses / Sast. A. Beināre, Z. Priedniece, I. Zkke, H. Kauš H. (1992) – Rīga: Agroinformācija. – 63 lpp.
7. OECD National Soil Surface Nutrient Balances: Explanatory notes. February 1999, OECD secretary. – 19 pp.
8. Bach M., Frede H. G. (1998). Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany – Methodology and trends 1970 to 1995. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 161, No. 4, P 385 – 393.
9. Labas Lauksaimniecības prakses nosacījumi Latvijā. – Jelgava, 1999. – 103 lpp.