

**NETRADICIONĀLO MĒSLOŠANAS LĪDZEKĻU IZMANTOŠANAS EFEKTIVITĀTE  
ZIEMAS ĶIPLOKU STĀDĪJUMOS  
THE EFFICIENCY OF USING NON-TRADITIONAL FERTILIZERS IN WINTER GARLIC  
PLANTATIONS**

**Aleksandrs Adamovičs, Imants Missa, Kristīne Afonina**

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte  
aleksandrs.adamovics@lbtu.lv

**Abstract.** *Garlic (*Allium sativum* L.) is a widespread crop in vegetable production. The popularity of garlic is due to its bactericidal and antioxidant properties. Field trials with the winter garlic variety 'Lubaša' were established during two vegetation seasons of 2020/2021 and 2021/2022 in Terric Anthrosol (56°66' N, 23°75' E).*

*Agrochemical indicators of the soil were the following: pHKCl 6.7, organic matter content – 3.8%, phosphorus (P2O5) content – 199 mg kg<sup>-1</sup>, and potassium (K2O) content – 97 mg kg<sup>-1</sup> soil. Different variants of fertilizer mixtures with the digestates of pig manure (from LLC "Latvi Dan Agro"), cattle manure (from JSC "Ziedi JP"), and plant residue (from the farm "Ligo"), as well as wood ash (from LLC "Gren Jelgava") were used in the garlic plantations. Using these components, mixtures of relevant variants were prepared in the Biogas Scientific Laboratory of Latvia University of Life Sciences and Technologies. The ratio of digestate and wood ash in the mixtures was 3:1, and fertilizer rates for winter garlic were 15 and 30 t ha<sup>-1</sup>. The pre-plant was black fallow; the planting rate of winter garlic cloves was 1.6 t ha<sup>-1</sup>. Fertilizer was incorporated into the soil and garlic was planted by hand. The plot area in replicates was 2 m<sup>2</sup> for recording the harvest.*

*During the vegetation period, the development dynamics of winter garlic was registered, the harvest was recorded, and the quality of garlic bulbs was evaluated: the content of dry matter, crude protein, sulfur, phosphorus, potassium, and reducing sugars in dry garlic bulbs. Depending on the type of fertilizer, the yield varied between 8.92 and 9.15 t ha<sup>-1</sup>. The use of different types of digestates, including mixtures with wood ash, ensured a significant ( $p < 0.05$ ) increase in the yield of winter garlic bulbs which on average was by 0.71–0.94 t ha<sup>-1</sup> larger compared to the control variant. Fertilizer mixture norms did not significantly affect the changes in crude protein content in garlic, thus it fluctuated between 6.1% and 7.8% in the total dry matter of the studied variants. The sugar content in the experimental samples of garlic was in the range of 0.53–0.70%. Depending on the fertilizer rate and type applied, the sulfur content in total dry matter was 0.28–0.70%.*

**Key words:** *winter garlic, digestate, wood ash, fertilizer, yield, yield quality.*

### **Ievads**

Ķiploki (*Allium sativum* L.) ir plaši izplatīts kultūraugs un viens no senākajiem kultivētajiem dārzeniem. Tā ārstnieciskā iedarbība ir pierādīta jau pirms vairākiem tūkstošiem gadu. Ķiploku auga ēdamā daļa ir ķiploka daiviņas. Ķiploki satur antibiotikas, fermentus, aminoskābes un mikroelementus. Tā ēd tieši vai pievieno ēdienam garšas dēļ. To izmanto arī kūpinātu gaļas produktu gatavošanā un dažos medikamentos. Mūsdienās ķiploki tiek novērtēti auga ēterisko eļļu sastāva dēļ. Ķiploku popularitāte ir saistīta ar to baktericīdajām un antioksidatīvajām īpašībām.

Digestāts jeb fermentācijas atliekas rodas kā blakusprodukts anaerobos apstākļos biogāzes ražošanas stacijās un tiek uzskatīts par vienu no vērtīgākajiem organiskā mēslojuma veidiem. Tā sastāvā ir vērtīgi makroelementi un mikroelementi, un tas ir labs mēslošanas līdzeklis (Dubrovskis, Adamovičs, 2012; Koszel, Lorencowicz, 2015). Digestāts ir bagāts ar barības vielām un var nodrošināt lielu daļu no augam veģetācijas periodā nepieciešamajiem barības elementiem, kā arī uzlabot augsnes struktūru. Biogāzes ražošanā kā izejvielas tiek izmantoti dažādi produkti, piemēram, kūsmēsli, pārtikas atkritumi, augkopības, meža, kokapstrādes atkritumi, kūdra, notekūdeņu dūņas, dažāda veida zālāju un kukurūzas skābarība. Vispiemērotākais materiāls biogāzes ražošanai ir kūsmēsli. Anaerobos apstākļos, termofilā režīmā, pārstrādes procesā mēsli saglabājas videi droši un ir uzreiz izmantojami. Digestāta sastāvā ir izšķīdušas minerālvielas un nesadalījušās organiskās vielas, kas ir baktēriju šūnas un vielas ar augstu lignīna saturu. Atkarībā no sausnas satura digestātu kā mēslošanas materiālu iedala divās grupās: šķidrā frakcija, ar sausnas saturu, kas mazāks par 15%, un cietā jeb separētā frakcija, ar sausnas saturu, kas lielāks par 15%. Separēto digestātu var izmantot kā kompostu kopā ar dažādiem

organiskajiem atkritumproduktiem. Cietā frakcija ir bagāta ar fosforu un organisko slāpekli, taču tā satur daudz vairāk augiem pieejamā slāpekļa (Möller, Müller, 2012).

Koksnes pelni, kas ir biomasas sadegšanas blakusprodukts, var atgriezt augsnē svarīgus barības elementus un novērst tās paskābināšanos. Augsnes pH var regulēt, izmantojot dažādus augsnes kaļķošanas materiālus (piemēram, dolomītmiltus, kaļķi) vai koksnes pelnus. Pēdējo gadu laikā saistībā ar biomasas sadedzināšanas apjoma palielināšanos siltuma ražošanā izteikti ir pieaugusi koksnes pelnu kā blakusprodukta ražošana. Koksnes pelni sastāv no neorganiskiem savienojumiem no iegūtās biomasas, smilšu atliekām un ļoti nelielas daļas līdz galam nesadeguša organiskā materiāla (Ingerslev et al., 2011). Tādējādi koksnes pelni satur visus augu biomasā esošos neorganiskos makroelementus un mikroelementus, izņemot N (Augusto et al., 2008; Demeyer et al., 2001).

Lauksaimniecības praksē digestātu un koksnes pelnus visbiežāk izmanto atsevišķi augsnes auglības uzlabošanai, lai gan abu šo produktu izmantošana atsevišķi var radīt noteiktas ekoloģiskas problēmas. Lai kaut daļēji novērstu apkārtējās vides piesārņošanu, radās ideja digestātu un pelnus sajaukt kopā noteiktās attiecībās un izmantot kultūraugu mēslošanai. Eksperimentālo datu par digestātu un koksnes pelnu maisījumu ietekmi uz kultūraugu, it īpaši dārzeņu, produktivitāti Eiropas valstīs nav. Latvijas pētnieki ir pirmie, kuri izstrādāja šāda augsnes auglības uzlabošanas līdzekļa ražošanas tehnoloģiju un uzsākuši tā novērtēšanu dažādu kultūraugu sējumos un stādījumos. Šie pētījumi ir pilnīgi inovatīvi. Pētījuma mērķis: noteikt digestātu un koksnes pelnu maisījumu mēslojuma normu ietekmi uz ziemas ķiploku produktivitāti un ražas kvalitāti.

### **Materiāli un metodes**

Lauka izmēģinājumi ar ziemas ķiploku šķirni 'Ļubaša' ierīkoti divās veģetācijas sezonās (2020./2021. gadā un 2021./2022. gadā) virsēji velēnglejotā, smilšmāla augsnē (56°66' N, 23°75' A). Augsnes agroķīmiskie rādītāji:  $pH_{KCl}$  6.7, organiskās vielas saturs – 3.8%, fosfora ( $P_2O_5$ ) saturs – 199 mg  $kg^{-1}$ , kālija ( $K_2O$ ) saturs – 97 mg  $kg^{-1}$  augsnes. Stādījumā tika izmantoti dažādu mēslojuma maisījumu varianti ar cūku kūtsmēsli (SIA "Latvi Dan Agro"), liellopu kūtsmēsli (SIA "Ziedi JP") un augu atlieku (ZS "Līgo") digestātiem un koksnes pelniem (SIA "Gren Jelgava"). Izmantojot šos komponentus, tika sagatavoti attiecīgo variantu maisījumi LBTU Biogāzes zinātniskajā laboratorijā. Digestāta un koksnes pelnu attiecība maisījumos bija 3:1; mēslojuma normas ziemas ķiplokiem veidoja 15 un 30 t  $ha^{-1}$ . Mēslojuma varianti atspoguļoti 1. tabulā. Par kontroles variantu tika izmantoti nemēsloti ziemas ķiploku stādījumi. Priekšaugi – melna papuve; ziemas ķiploku daivu stādīšanas norma bija 16 gab. uz 1  $m^2$  jeb 1.6 t  $ha^{-1}$ . Mēslojuma iestrāde augsnē, ķiploku stādīšana un kopšana pēc vajadzības veikta ar rokām. Ražas uzskaitēs lauciņu platība atkārtojumā veidoja 2  $m^2$ . Variantu izvietojums izmēģinājumā bija randomizēts, trīs atkārtojumos.

Ziemas ķiplokiem veģetācijas periodā reģistrēja attīstības dinamiku, veica ražas uzskaiti, kā arī novērtēja ķiploku sīpolu kvalitāti – sausas, kopproteīna, sēra, fosfora, kālija un reducējošo cukuru saturu sausos ķiploku sīpolos.

Ražas kvalitātes noteikšanai no katra varianta atkārtojuma tika atlasīti divi vidēji lieli ķiploku sīpoli, kurus salika kopā visam variantam, veidojot kopēju paraugu. Kvalitatīvos rādītājus noteica Latvijas Biozinātņu un tehnoloģijas universitātes Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā. Paraugu sagatavošana ķīmiskām analīzēm veikta saskaņā ar LVS EN ISO 6498:2012 metodi.

Sausnas saturs noteikts, izmantojot gravimetrisko ISO 6496:1999 analīzi, kopproteīna daudzums noteikts ar Kjeldāla metodi (LVS EN ISO 5983-2:2009), fosfora saturs paraugos noteikts ar hinolīna fosfomolibdāta gravimetrisko ISO 6491:1998 analīzi, kālija saturs noteikts ar liesmas emisijas spektrometriju (LVS EN ISO 6869:2002), un sēra saturs noteikts ar CS-500 analizatora metodi.

Datu apstrāde veikta ar "Microsoft Excel" datorprogrammu, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi (ANOVA).

Meteoroloģiskie apstākļi salīdzinājumā ar ilggadējiem rādītājiem pētījuma gados daudz neatšķiras no normas. Tie bija labvēlīgi kultūraugu, tai skaitā arī ķiploku, audzēšanai. 2021. gadā netipiski silts bija jūnija un jūlija mēnesis, kad vidējā diennakts temperatūra bija augstāka nekā ierasts. Nokrišņu daudzums visos ziemas ķiploku veģetācijas periodos, izņemot maiju, bija ievērojami mazāks par normu, kas daļēji ietekmēja ražas apjomu, kā arī tās kvalitāti.

### **Rezultāti un diskusijas**

Pētījumā mēslojuma veidi atšķirīgi ietekmēja ziemas ķiploku ražu. Atkarībā no mēslojuma veida tā svārstījās robežās no 8.92 līdz 9.15 t  $ha^{-1}$ . Dažādu digestātu veidu, kā arī to maisījumu ar koksnes pelniem izmantošana nodrošināja būtisku ( $p < 0.05$ ) ziemas ķiploku sīpolu ražas pieaugumu – vidēji

par 0.71–0.94 t ha<sup>-1</sup> salīdzinājumā ar kontroli. Daļēji nebūtiski augstāku ražu iegūvi nodrošināja augu atlieku digestāta un koksnes pelnu maisījumu, kā arī zirgu mēslu komposta (1. tab.) izmantošana. Visu digestātu veidi un to maisījumu ar koksnes pelniem, kā arī mēslojuma normas būtiski neietekmēja ķiploku ražu atšķirību variantu vidū. Iegūtās ķiploku ražas bija pietiekami augstas. Tika novērotas tikai nelielas izmaiņu tendences starp pētījumu variantiem. Digestāta un koksnes pelnu maisījumu lietošana neitrālās augsnēs reizēm var arī negatīvi ietekmēt ražas lielumu, jo augsne var kļūt sārmaina.

Mūsu pētījumi ar tīrumu kultūraugiem apliecināja, ka šo maisījumu izmantošana skābās un vidēji skābās augsnēs nodrošina ievērojami labāku ietekmi uz ražu.

Zirgu mēslu komposta izmantošanas rezultātā vidēji divos gados tika iegūta augstāka ražas ieguve, sasniedzot 9.35 t ha<sup>-1</sup>. Par zirgu mēslu komposta efektivitāti ziemas ķiploku stādījumos liecina arī citi pētījumi (Boutasknit et al., 2020).

1. tabula / Table 1

**Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas ķiploku šķirnes 'Ļubaša' sīpolu ražu (vidēji divos gados, 2021.–2022. gadā)**

*Influence of digestate and wood ash mixtures on the yield of winter garlic variety 'Ļubaša' (on average in 2021–2022)*

Mēslojuma veids / Type of fertilizer, (F <sub>A</sub> )	Mēslojuma norma / Fertilizer rate, t ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / Digestate and wood ash ratio in the mixture, (F <sub>C</sub> )	Vidējā ziemas ķiploku sīpolu raža / Average winter garlic yield, t ha <sup>-1</sup>		
			(F <sub>C</sub> )	(F <sub>B</sub> )	(F <sub>A</sub> )
			RS(LSD) 0.05 = 0.30	RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 0.30	RS(LSD) 0.05 = 0.36
Kontrole/Control			8.21	-	-
Zirgu mēslu komposts / Horse manure compost- 30 t ha <sup>-1</sup>			9.35	-	-
Minerālmēslojums / Mineral fertiliser "NovaTec Classic" 12-8-16(+3+TE) – 500 kg ha <sup>-1</sup>			8.58	-	-
Liellopu kūstmēslu digestāts / Cattle manure digestate	15	1 : 0	9.10	9.20	<b>9.08</b>
		3 : 1	9.29		
	30	1 : 0	9.31	8.96	
		3 : 1	8.62		
Cūku kūstmēslu digestāts / Pig manure digestate	15	1 : 0	8.98	8.82	<b>8.92</b>
		3 : 1	8.66		
	30	1 : 0	9.18	9.02	
		3 : 1	8.87		
Augu atlieku digestāts / Plant residue digestate	15	1 : 0	9.35	9.23	<b>9.15</b>
		3 : 1	9.11		
	30	1 : 0	9.00	9.07	
		3 : 1	9.13		

Mēslošanas režīms un augsnes īpašības var būtiski ietekmēt kvalitātes rādītājus, piemēram, minerālvielu sastāvu, sausu, olbaltumvielu saturu un tā sastāvu. Ķiploku minerālvielu analīze ir parādīta 2. tabulā. Rezultāti liecina par augstām sausas, kopproteīna, sēra, fosfora, kālija un reducējošo cukuru vērtībām.

Sausnas saturs ziemas ķiploku sīpolos bija 35.4–39.1% robežās. Augsts sausas saturs saistās ar lielu daudzumu inulīna (20–27%), kas, iedarbojoties uz kuņģa skābi, pārvēršas cilvēka organismam vērtīgā cukurā – fruktozē (Block, 2009). Sausna ir arī svarīgs kvalitātes rādītājs – jo augstāks tās saturs, jo mazākā mērā ķiploki pakļauti mehāniskiem bojājumiem un labāk uzglabājas ziemas periodā.

Mēslojuma maisījumu normas būtiski neietekmēja kopproteīna satura izmaiņas ķiplokos; pētāmo variantu kopsausnā tas svārstījās 6.1–7.8% robežās (2. tab.). Kopproteīna saturam kopsausnā bija būtiska ( $p < 0.05$ ) korelācija ar ražu ( $r = 0.63$ ) un fosfora saturu sausnā ( $r = 0.68$ ).

Galvenā ķiploku kvalitātes īpašība ir tā daiviņu specifiskā smarža un garša. Ķiploki ir īpašu sērorganisko savienojumu avots, kas, domājams, ir atbildīgi par tā garšu un aromātu, kā arī par iespējamo vērtību veselībai (Block, 2009). Ir ziņots par daudzām labvēlīgām eksperimentālām un klīniskām sekām, lietojot ķiploku preparātus, tostarp ķiploku ekstraktu, ķiploku eļļu, dehidrētu ķiploku pulveri. Ķiplokiem piemīt spēcīgas antioksidatīvas īpašības, un tiek uzskatīts, ka ķiploki var novērst sirds un asinsvadu slimības, kavēt trombocītu agregāciju, trombu veidošanos, samazina vēža riska faktoru ietekmi, slimības, kas saistītas ar smadzeņu novecošanos, artrītu, kataraktas veidošanos, kā arī atjauno ādu, uzlabo asinsriti un enerģijas līmeni. Tas var novērst vai aizkavēt hroniskas slimības, kas saistītas ar novecošanos. Šīs bioloģiskās reakcijas ietver imūnās funkcijas stimulēšanu, pastiprinātu svešķermeņu detoksikāciju, fiziskā spēka atjaunošanos, izturību pret dažāda veida spriedzi (Borek, 2001; Rehman, 2003).

2. tabula / Table 2

**Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas ķiploku šķirnes 'Lūbaša' sīpolu ražas kvalitāti (vidēji divos gados, 2021.–2022. gadā)**

*Influence of digestate and wood ash mixtures on the yield quality of winter garlic variety 'Lūbaša' (on average in 2021–2022)*

Mēslojuma veids / Type of fertilizer (F <sub>A</sub> )	Mēslojuma norma, digestāta un pelnu attiecība maisījumā / Fertilizer rate, t ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> ), and the digestate and wood ash ratio in the mixture (F <sub>C</sub> )	Vidējais saturs dabiskā produktā / Average content in a natural product, %				
		kopproteīns/ crude protein	sērs/ sulfur	fosfors/ phosphorus	kālijs/ potassium	reducējošie cukuri / reducing sugars
Kontrole/Control		8.84	0.98	0.51	1.17	0.40
Zirgu mēslu komposts / Horse manure compost – 30 t ha <sup>-1</sup>		9.35	0.98	0.54	1.28	0.55
Minerālmēslojums /Mineral fertiliser "NovaTec Classic 12-8-16(+3+TE) – 500 kg ha <sup>-1</sup>		8.90	0.87	0.51	1.23	0.57
Liellopu mēslu digestāts / Cattle manure digestate	15; D/P* 1:0	9.11	0.99	0.50	1.21	0.53
	15; D/P 3:1	9.05	0.89	0.50	1.19	0.67
	30; D/P 1:0	9.49	0.90	0.51	1.19	0.56
	30; D/P 3:1	9.09	0.90	0.56	1.30	0.66
	<b>Vidēji / On average</b>	<b>9.19</b>	<b>0.92</b>	<b>0.52</b>	<b>1.22</b>	<b>0.61</b>
Cūku mēslu digestāts / Pig manure digestate	15 ; D/P 1:0	9.21	0.90	0.51	1.25	0.65
	15; D/P 3:1	9.01	0.94	0.52	1.35	0.64
	30; D/P 1:0	9.56	0.89	0.53	1.22	0.64
	30; D/P 3:1	8.93	0.84	0.50	1.39	0.67
	<b>Vidēji / On average</b>	<b>9.18</b>	<b>0.89</b>	<b>0.52</b>	<b>1.30</b>	<b>0.65</b>
Augu atlieku digestāts / Plant residue digestate	15; D/P 1:0	9.97	0.98	0.55	1.33	0.57
	15; D/P 3:1	9.08	0.98	0.50	1.23	0.65
	30; D/P 1:0	9.49	1.01	0.55	1.23	0.61
	30; D/P 3:1	9.85	1.01	0.57	1.30	0.70
	<b>Vidēji / On average</b>	<b>9.60</b>	<b>1.00</b>	<b>0.54</b>	<b>1.27</b>	<b>0.63</b>

D/P\* – digestāta un pelnu attiecība maisījumā.

Mūsu pētījumā sēra saturs kopsausnā veidoja 0.28–0.70% atkarībā no mēslojuma normas un veida.

Veselībai vērtīgās ķiploku īpašības ir saistītas ar to ķīmisko sastāvu. Ķiploku ķīmisko sastāvu būtiski ietekmē šķirne, augšanas apstākļi un agrotehnoloģija. Garšas un diētisko īpašību ziņā ķiploki ir viens no vērtīgākajiem dārzeņu kultūraugiem. Ķiplokiem ir augstāka uzturvērtība salīdzinājumā ar citām sīpolu sugām, tie satur lielu daudzumu ogļhidrātu, olbaltumvielu, vitamīnu, īpaši C, B1, B2, B6, PP, antibiotikas ķiploku un allistatīnu, dažus enzīmus un aminoskābes (Block, 2009; Koshevaro et al., 2012). Ziemas ķiplokiem ir nepieciešamas augsnes ar pieejamām barības vielu formām, tie pozitīvi reaģē uz viegli šķīstošu mēslošanas līdzekļu izmantošanu. Pareiza mēslošanas līdzekļu izmantošana paaugstina produktu komerciālo kvalitāti, agrīnu nogatavošanos, veicina sausnas, vitamīnu, cukuru un barības vielu uzkrāšanos (Bashkov, et al., 2014).

Ķiplokiem ir salīdzinoši augsts cukura saturs dārzeņu kultūraugu vidū, un liela cukura daudzuma klātbūtne garšā nav jūtama, jo sīpolos ir ēteriskās eļļas. Cukura saturs ķiploku eksperimentālajos paraugos bija 0.53–0.70% robežās. Lietojot mēslojumu, cukuru daudzums ķiploku sīpoliņos ievērojami palielinājās par 0.13–0.3%, salīdzinot ar kontroli.

### Secinājumi

Pētījumu rezultāti apliecināja, ka, izmantojot digestāta un koksnes pelnu maisījumus, var iegūt pietiekami augstas un kvalitatīvas ziemas ķiploku ražas bez minerālmēslojuma izmantošanas.

Visi maisījumu veidi nodrošināja augstu – 8.92 līdz 9.15 t ha<sup>-1</sup> – ziemas ķiploku ražas ieguvu.

Lai precīzāk noteiktu, kurš no mēslojuma maisījumiem un kādā apjomā ir visefektīvākais, pētījumi jāturpina.

### Izmantotā literatūra

1. Augusto, L., Bakker M. R., Meredieu C. (2008). Wood ash applications to temperate forest ecosystems – potential benefits and drawbacks. *Plant and Soil*. Vol. 306, No. 1/2, Part I: Special Issue, p. 181–198.
2. Bashkov A.S., Lekomtseva E.V. and Ivanova T.E. (2014). Influence of multifunctional fertilizers on winter garlic yield and obtaining of improved planting material in the conditions of the Udmurt Republic. *Agrarian Bulletin of the Urals*. Vol. 9 (127), p. 58–61. (In Russ.).
3. Block, E. (2009). The chemistry of onions and garlic. *Scientific American*. Vol. 252, No. 3, p. 94–99.
4. Borek, C. (2001). Antioxidant health effects of aged garlic extract. *J. Nutr.* Vol. 131(3), p. 1010–1015.
5. Boutasknit, A., Anli, M; Tahiri A., Raklami, A., Ait-El-Mokhtar, M; et al. (2020). Potential Effect of Horse Manure-green Waste and Olive Pomace-green Waste Composts on Physiology and Yield Of Garlic (*Allium sativum* L.) and Soil Fertility. *Gesunde Pflanzen* 72, p. 285–295, <https://doi.org/10.1007/s10343-020-00511-9>.
6. Dubrovskis V., Adamovics A. (2012). *Bioenerģijas horizonti*. Jelgava. 352 lpp.
7. Demeyer A., Nkana J.C.V, Verloo M.G (2001). Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresour Technol*, Vol. 77, p. 287–295.
8. Ingerslev M., Skov S., Sevel L and Pedersen L. B (2011). Element budgets of forest biomass combustion and ash fertilisation – A Danish case-study". *Biomass and Bioenergy*. Vol. 35(7), p. 2697–2704.
9. Koshevarov A.A., Nadezhkin S.M., Agafonov A.F (2012). Change of economic and valuable qualities of winter garlic under the influence of mineral fertilizers. *Fertility*, Vol. 3(69), p. 14-15 (In Russ.).
10. Koszel M. and Lorencowicz. (2015). Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, Vol. 7, p. 119–124.
11. Möller K., Müller T. (2012). Effect of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*, Vol. 12, p. 242–257.
12. Pitman R. M. (2006). Wood ash use in forestry – a review of the environmental impacts. *Forestry*, Vol. 79, p. 563–586.
13. Rehman, K. (2003). Garlic and aging: new insight into an old remedy. *Age. Res. Rev.* Vol. 2, p. 39–56.