

JAUKTIE STĀDĪJUMI DĀRZEŅKOPĪBĀ – IZAICINĀJUMS VAI RISINĀJUMS? INTERCROPPING IN VEGETABLE GROWING – CHALLENGE OR SOLUTION?

Līga Lepse, Sandra Dane, Solvita Zeipiņa, Jānis Lepsis

Dārzkopības institūts

liga.lepse@llu.lv

Abstract. *The demand for organic vegetable products is rapidly growing in Europe and also in Latvia. The bottleneck of fulfilment of consumers' demands is the lack of innovative technologies for intensive vegetable production in organic cropping systems. The depleted soil with decreased productivity is one of the main constraints in organic vegetable production. Therefore seeking new technologies is crucial for the solution of the problem. Intercropping, especially strip cropping, is foreseen as one of the possible improvements in growing technologies. The scientific literature review conducted by the authors on the intercropping efficiency in vegetable production is based on different scientific journals from all around the world. The summary of the findings shows that intercropping approach is considered to be an interaction of different factors influencing crop yield and its performance: insect attraction or repellent properties of particular plants caused by their aromatic volatiles; allelopathy effect for inhibiting or stimulating neighbouring organisms; symbiotic atmosphere nitrogen fixation; optimal physical use of belowground and aboveground space; the increase of plant available nutrients in the soil; increased soil microbiological activity. All abovementioned gains from using of intercropped plants promote environmental sustainability and increase the yield potential for particular cropping systems. The indices can be calculated by means of precise formulas. One of the most widely used method for evaluation of intercropping efficiency is LER (land equivalent ratio), which is defined as the area of monocropped land required to provide the same productivity as the area of intercropped land. It is possible to conclude from the literature reviewed that there is missing scientific data on vegetable intercropping, and especially in northern European agroecological conditions.*

Key words: *strip cropping; LER; soil microbiological activity.*

Ievads

Pieprasījums pēc bioloģiskajiem produktiem aug ļoti strauji, taču netiek pilnībā apmierināts, izmantojot esošās agrotehniskās metodes. Kā pamata iemeslus šai situācijai var minēt salīdzinoši mazu bioloģisko daudzveidību (gan virszemes, gan augsnes) un salīdzinoši zemu augsnes auglību. Tas skaidri norāda uz nepieciešamību pēc jaunām agrotehniskām metodēm. Viena no šādām metodēm ir jauktie stādījumi. Pamatojoties uz literatūrā pieejamo informāciju, var secināt, ka šāds audzēšanas veids ir perspektīvs gan bioloģiskajā, gan integrētajā saimniekošanā. Tā kā jaukto stādījumu ideja ir balstīta gan uz alelopātiskā efekta izmantošanu, gan uz augu sakņu un virszemes morfoloģisko un fizioloģisko īpašību lietošanu pieejamo resursu efektīvākai izmantošanai, arī dārzu audzēšanā tas ir kļuvis par aktuālu jautājumu ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešanā. Jauktie stādījumi nodrošina iespēju dažādot audzējamo augu sugas, vienlaikus iegūstot ražu gan no katras augu sugas atsevišķi (sleju vai jaukto rindu stādījumos), gan kopā (mistros) atkarībā no tā, kāds ir to veidošanas mērķis.

Līdz šim jauktie stādījumi galvenokārt tiek izmantoti mazās dārzenkopības saimniecībās un dažās bioloģiskajās saimniecībās. Nozīmīgs kavējošs faktors jaukto stādījumu ieviešanai ražošanā ir tas, ka šai audzēšanas tehnoloģijai nepieciešams nedaudz komplicēts risinājums stādījumu ierīkošanā un kopšanā. Tomēr tas ir veids, kā iespējams izmantot dabas resursus, samazinot ūdens un minerālā mēslojuma lietojumu. Pētījumi par optimālu augu izvietojumu un to savstarpējo ietekmi uz ražu, oglekļa piesaisti, augsnes īpašībām, kā arī tehnoloģisko risinājumu iespējām uzsākti „CORE Organic Plus” programmas ietvaros īstenotā projektā „Dārzu audzēšana pamītus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu” (Strip-cropping and recycling of waste for biodiverse and resource-Efficient intensive VEGetable production (SureVeg)). Publikācijas mērķis ir apkopot pieejamo informāciju par zinātniskajiem pētījumiem šajā jautājumā, lai varētu

izstrādāt pēc iespējas efektīvāku iespējamo jaukto stādījumu modeli, piemērotu Latvijas agroekoloģiskajiem apstākļiem, kā arī aplūkot jaukto stādījumu efektivitātes izvērtēšanas metodes.

Materiāli un metodes

Šī apskata sagatavošanā tika izmantota monogrāfiskā metode. Rakstā apkopoti un analizēti zinātnisko pētījumu rezultāti, kas publicēti zinātniskās publikācijās par jaukto stādījumu tēmu. Diemžēl pētījumi par šo tēmu galvenokārt tiek veikti dienvidu valstīs: Brazīlijā, Bangladešā, Indijā, Francijā u.c. Mūsu reģionā par šo tēmu publicēti dati no Zviedrijas. Apskatā apkopoti gan praktisku pētījumu rezultāti, gan teorētiski skaidrojumi par mehānismiem, kas iedarbojas jauktu augu sabiedrībās.

Literatūras apskats

Jauktie stādījumi ir tādas augu sabiedrības, kur divu vai vairāku sugu augi tiek audzēti vienlaikus vienā laukā (dārzenkopībā visbiežāk pamīšus rindās) ar mērķi paaugstināt kopējo produktivitāti. Šī tehnoloģija nodrošina bioloģiskās sistēmas elastību, izmantojot augu daudzveidību (Cardinale, Srivastava, Duffy *et al.*, 2006; Bommarco, Kleijn, Potts, 2013) un bezmugurkaulnieku (tai skaitā apputeksnētāju) daudzveidību, kas garantē ražības pieaugumu (Garibaldi, Steffan-Dewenter, Winfree *et al.*, 2013). Agroekosistēmu dažādošana sekmē tās lietderību arī dabiskās augu aizsardzības pakalpojumu nodrošināšanā (Jonsson, Bommarco, Ekbom *et al.*, 2014). Jauktie (sleju) stādījumi tiek uzskatīti par ekonomiski un tehnoloģiski izdevīgākajiem augu daudzveidības nodrošināšanas risinājumiem (Pardon, Mertnes, Reheul *et al.*, 2016), kas sekmē ģenētisko daudzveidību vietējā ekosistēmā un ainaviskā līmenī (Tscharntke, Tylianakis, Rand *et al.*, 2012). Tiek uzskatīts, ka jauktie stādījumi ir perspektīvs risinājums ilgtspējīgu audzēšanas sistēmu ieviešanai (Theunissen, 1997). Aplūkojot to komplekso iedarbību, var secināt, ka šai sistēmai ir potenciāls kaitēkļu un slimību ierobežošanā. Šis aspekts ir īpaši nozīmīgs svaigu produktu ražošanā, kas raksturīgi vairumam dārzeņu, tos audzējot galvenokārt patēriņam svaigā veidā.

Jauktie stādījumi tika izmantoti jau primitīvajās lauksaimniecības sistēmās – senie irokēzi audzēja "trīs māsas" – kukurūzu, pupiņas un kabačus pamīšus rindās. Katrs augs šajā sistēmā veica noteiktu funkciju – kukurūza aizsargāja no vēja, veidoja kulisu stādījumu, pupiņas piesaistīja atmosfēras slāpekli simbiozē ar gumiņbaktērijām, bet kabači ar spēcīgo lapotni nomāca nezāles (Chrispeels, Sadava, 2003). Tas ir klasisks augu "sadarbības" piemērs, turpretī citās augu kombinācijās darbojas citi sadarbības vai savstarpējās ietekmes veidi. Visbiežāk jaukto stādījumu pozitīvo ietekmi nodrošina šādi faktori:

- viens no augiem pievilina vai atbaida kaitēkļus, tādējādi "novirzot" tos no blakus auga (Tylianakis, Didham, Bascombe *et al.*, 2008);
- simbiotiskā atmosfēras slāpekļa piesaiste, kad tauriņzieži piesaista atmosfēras slāpekli, bet blakus esošie augi to var izmantot (Lithourgidis, Vlachostergios, Dordas *et al.*, 2011);
- barības vielu "piegāde" kaimiņam, kad viena auga sakņu eksudāti šķīdina augsnē grūti šķīstošos savienojumos esošās barības vielas, kas kļūst izmantojamas blakus augošanai (Jensen *et al.*, 2010);
- alelopātija, kad kāda konkrēta auga izdalītās vielas (alelopātiskie savienojumi) iedarbojas uz blakus esošiem vai sekojošiem augiem stimulējoši (nelielā koncentrācijā) vai inhibējoši (nezāļu, kaitēkļu ierobežošana) (Ieviņš, 2016);
- fiziskās vietas izmantošana, kad viens augs sadīgst un ražo ātrāk nekā blakus esošais augs vai arī augi izmanto dažādus telpas līmeņus (gan virszemes, gan augsnē) (Resende, Canato, Filho, 2003);
- aromātiski augi bieži vien ir dzīvotne derīgajiem kukaiņiem, kas dabiski ierobežo blakus esošo augu inficējušos kaitēkļus (Tylianakis, Didham, Bascombe *et al.*, 2008);
- tiek nodrošināta paaugstināta bioloģiskā daudzveidība (arī augsnes), kas uzlabo augsnes bioloģisko aktivitāti, rada arbuskulārās mikorizas attīstībai labvēlīgus apstākļus, ierobežo patogēnos organismus augsnē.

Tieši augu mijiedarbība ar augsnes mikroorganismiem ir viens no galvenajiem jaukto stādījumu ieguvumiem. Ir pierādīts, ka ar sakņu izdalījumiem augs daļēji spēj kontrolēt augsnes mikroorganismu kvalitāti un kvantitāti, kas ir būtisks faktors augu nodrošināšanā ar barības vielām (Redman, Freeman, Clifton *et al.*, 1999; Nicol, Yousef, Traquair *et al.*, 2003; Akiyama, Matsuzaki, Hayashi, 2005). Sakņu izdalījumi veicina ne tikai mikroorganismu attīstību, bet arī sekmē dažādu grūti šķīstošu un augiem neuzņemamu barības elementu šķīšanu un pārveidošanos augiem uzņemamā formā (Lamont, 2003; Badri, Vivanco, 2009). Lai mikroorganismu kopa augsnē saglabātu elastīgumu un nezaudētu daudzveidību, ir nepieciešams nodrošināt pietiekami lielu augu daudzveidību. Ir pierādīts, ka, ilgstoši audzējot vienu un to pašu augu, samazinās mikroorganismu daudzveidība un to daudzums (Broeckling, Broz, Bergelson *et al.*, 2008). Tas notiek vairāku iemeslu dēļ, bet viens no plašāk minētajiem – katrai augu sugai specifisku barības vielu izmantošana, tādējādi izjaucot barības elementu līdzsvaru augsnē (Innes *et al.*, 2004).

Zviedrijā un Dānijā veikta virkne pētījumu par jauktajiem sējumiem laukaugiem (galvenokārt graudaugu un tauriņziežu maisījumiem) E.S. Jenssen vadībā, kur pierādīta augstāka ražas stabilitāte (Raseduzzaman, Jensen, 2017). Konstatēts, ka par 20% palielinājies augiem izmantojamā N, P, K, un S īpatsvars augsnē zirņu/miežu mistrā, salīdzinot ar miežu sējumu (Hauggaard-Nielsen, Gooding, Ambus *et al.*, 2009); par 1,5 t ha⁻¹ paaugstinājusies miežu ražība mistrā salīdzinājumā ar miežiem tīrsējā (Hauggaard-Nielsen, Ambus, Jensen, 2003); zirņu/miežu mistrā nozīmīgi samazinājusies nezāļu izplatība salīdzinājumā ar zirņiem tīrsējā (Hauggaard-Nielsen, *et al.*, 2003).

Zinātniskajā literatūrā ir atrodami salīdzinoši maz rezultātu par pētījumiem tieši dārzenju jauktajos stādījumos mūsu klimatiskajā zonā. Pētījumi par dārzenju jauktajiem stādījumiem galvenokārt veikti tropu, pustropu un tuksnešu apvidos, līdz ar to augu klāsts, kas iekļauts pētījumos, ne vienmēr atbilst mūsu platuma grādos audzētajam. Piemēram, Ali ar kolēģiem ziņo par pētījuma rezultātiem Bangladešā, kur tika salīdzināti dažādi jaukto stādījumu varianti kukurūzai ar dārzeniem – kartupeļiem, redīsiem, koriandram, spinātiem un krūmu pupiņām (Ali, Rahman, Asaduzzaman *et al.*, 2015). Pamatojoties uz šī pētījuma rezultātiem, konstatēts, ka kukurūzas un pupiņu jauktie sējumi nodrošināja augstāko ražas iznākumu un bija ekonomiski izdevīgākā kombinācija – jauktajā stādījumā kukurūzas ražas ekvivalents bija 14.04 t ha⁻¹ salīdzinājumā ar tīrsēju, kur tā veidoja 10.9 t ha⁻¹. Savukārt Indijā cukurniedru stādījumā tika audzēti dažādi dārzeni (kartupeļi, kāposti, ziedkāposti, burkāni, redīsi, kāļi) cukurniedru veģetācijas sākumā, kamēr tās vēl neaizņem visu platību un starprindās ir pietiekami plaša telpa citu augu audzēšanai. Šajā pētījumā kartupeļi bija labākais kompanjonaugs cukurniedrēm, taču arī ziedkāpostiem, kāpostiem un kāļiem reģistrēti labi ražas rezultāti cukurniedru jauktajos stādījumos. Vissliktākā cukurniedru raža tika konstatēta situācijā, kad tās auga blakus burkāniem un redīsiem (Singh, Singh, Rai *et al.*, 2018).

Savukārt Itālijā veiktos pētījumos, kur tika audzēti ziedkāposti jauktajā stādījumā ar viengadīgo āboliņu, netika konstatēta būtiska ražas palielināšanās izmēģinājuma periodā, tieši otrādi – ziedkāpostu raža bija ievērojami zemāka jauktajā stādījumā (35 t ha⁻¹), salīdzinot ar vienlaidu stādījumu (40 t ha⁻¹). Tomēr nākamajā sezonā, kad šajā laukā tika audzēti ledussalāti, tika novērots būtisks ražas palielinājums laukā, kurā iepriekš bija jauktais stādījums (Tempesta, Gianquinto, Hauser *et al.*, 2019). Jāpiebilst, ka šajā izmēģinājumā āboliņš tika sēts vienlaikus ar ziedkāpostu stādīšanu, līdz ar to veģetācijas periodu sakritības dēļ āboliņa labvēlīgā ietekme uz blakus augošajiem ziedkāpostiem nebija vērojama, jo tā piesaistītais slāpekļis vēl nebija ziedkāpostu augiem pieejams. Tieši otrādi – veģetācijas sākumā abi šie augi konkurēja uz slāpekļa resursiem augsnē. Šis pētījums norāda uz faktu, ka, izvēloties kompanjonaugus, ir jāņem vērā augu fenoloģija, attīstības periodi un bioloģiskās īpatnības.

Francijā salīdzinoši nesen veikti plaši pētījumi par jauktajiem stādījumiem dārzenkopībā – zirņi/bietes, salāti/redīsi/burkāni un kartupeļi/spināti/salāti/cūku pupas, kā arī citas kombinācijas (De Liedekerke De Pailhe, 2014). Arī šī pētījuma noslēgumā konstatēts, ka jaukto stādījumu izveidē jāņem vērā ļoti daudzi faktori – augu arhitektūra (virszemes daļas un saknes), sējas un novākšanas laiks, resursu nepieciešamība u.c. Kā viens no nozīmīgākajiem secinājumiem ir minēts fakts, ka nav ieteicams jauktajos stādījumos izmantot vairāk nekā divu augu kombinācijas.

Grieķijā lapu salātu/sīpolu jauktie stādījumi izvērtēti ražas parametru griezumā, kā arī izvērtētas uzturvērtības izmaiņas atkarībā no audzēšanas sistēmas – jauktajā stādījumā vai vienlaidus. Pētījumā tika secināts, ka jauktajā stādījumā nozīmīgi palielinās kopējā ražība no

platības vienības salīdzinājumā ar vienlaidu stādījumu, bet augu uzturvērtība būtiski nemainījās (Kapoulas, Koukounaras, Ilić, 2017).

Objektīvam jaukto stādījumu efektivitātes izvērtējumam tiek izmantotas vairākas metodes. Vispopulārākā ir lauka ekvivalenta attiecības (Land equivalent ratio – LER) noteikšana (Mead, Willey, 1980). LER norāda, cik liela platība būtu nepieciešama vienlaidus stādījumā, lai panāktu to ražas apjomu, kas tika iegūts konkrētajam kultūraugam jauktajā stādījumā. LER aprēķinam izmanto formulu (1):

$$\text{LER kultūraugam} = \frac{\text{raža sējū stādījumā}}{\text{ražavienlaidus stādījumā}} \quad (1)$$

LER sistēmai = LER a kultūraugam + LER b kultūraugam

Ja LER ir >1, tad jauktajā stādījumā konkrētā kultūrauga produktivitāte ir bijusi augstāka, salīdzinot ar audzēšanu vienlaidu stādījumā. Savukārt, ja LER <1, tad jaukto stādījumu gadījumā konkrētā kultūrauga ražība ir zemāka salīdzinājumā ar vienlaidu stādījumu. LER sistēmai raksturo abu kultūraugu kopējo produktivitāti jauktajā stādījumā. Kā piemēru var minēt pētījumu Ziemeļu un Rietumu Eiropā, kur zirņu/miežu mistrā LER bija no 1,4 līdz 1,5 (Hauggaard-Nielsen et al., 2009). Tas nozīmē – lai iegūtu līdzvērtīgu ražu tīrsējā, būtu nepieciešama 1.4 līdz 1.5 reizes lielāka lauka platība.

Līdztekus LER jaukto stādījumu efektivitātes aprēķinam tiek izmantota arī virkne citu rādītāju, ar kuriem nosaka augu konkurences spēju, savstarpējo agresivitāti, ekonomisko efektivitāti un citus rādītājus (Williams, McCarthy, 2001; De Carvalho, Nunes, Neto et al., 2018).

Gan plašais pētījumu klāsts citos reģionos, gan augu savstarpējās mijiedarbības un ārējās iedarbības uz vidi mehānismu skaidrojums jauktajos stādījumos, gan plašais sugu mijiedarbības efektivitātes izvērtēšanas aprēķinu klāsts liecina par tēmas zinātnisko aktualitāti, virkni neskaidru jautājumu un konkrētu augu kombināciju izvērtējumu tieši mūsu reģionā.

Secinājumi

Apkopojot zinātniskajā literatūrā minēto informāciju, jāsecina, ka par jauktajiem stādījumiem dārzenkopībā mūsu platuma grādos ir pieejams salīdzinoši mazs zinātniskās informācijas klāsts. Tas liecina, ka pētījumi šajā jomā tiek veikti nelielā un nepietiekamā apjomā. Īpaši maz pētījumu ir veikti Eiropas centrālajā un ziemeļu daļā. Tomēr, izanalizējot pieejamo informāciju, jāsecina, ka jaukto stādījumu koncepcija ir perspektīva no vides ilgtspējas un produkcijas kvalitātes nodrošināšanas viedokļa. Esošie pētījumi liecina par jaukto stādījumu pozitīvo ietekmi gan uz virszemes, gan augsnes bioloģisko daudzveidību, kas savukārt turpmāk pozitīvi ietekmē augsnes auglību un vienlaikus arī augu produktivitāti. Tomēr ir atrodami arī pētījumi par negatīvu jaukto stādījumu ietekmi uz konkrēto augu sugu ražību. Pētījumu veikšana šajā jomā mūsu reģionā būtu inovatīva risinājuma piedāvājums mainīga klimata apstākļos.

Izmantotā literatūra

1. Akiyama K., Matsuzaki K.I., Hayashi H. (2005). Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature*, Vol. 435, p. 824–827.
2. Ali R., Rahman M.S., Asaduzzaman M. et al. (2015). Intercropping maize with different vegetables. *Bangladesh Agron. J.*, Vol. 18, No 1, p. 49–52.
3. Badri D.V., Vivanco J.M. (2009). Regulation and function of root exudates. *Plant, Cell and Environment*, Vol. 32, Issue 6, p. 666–681.
4. Bommarco R., Kleijn D., Potts S.G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in ecology & evolution*, Vol. 28 Issue 4, p. 230–238.
5. Broeckling C.D., Broz A.K., Bergelson J. et al. (2008). Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 74, No. 3, p. 738–744.
6. Cardinale B.J., Srivastava D.S., Duffy J.E., et al. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*, Vol. 443 (7114), p. 989–992.

7. Chrispeels M. J., Sadava D. E. (2003). *Plants, Genes, and Crop Biotechnology*. US: Jones and Bartlett Publishers International. 552 p.
8. De Carvalho F.W.A., Nunes G.H.S., Neto B. F. et al. (2018). Optimum plot size of planting and bio-agro-economic revenues from arugula-carrot intercropping systems in a semi-arid region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Vol. 90, Issue 4, p. 3493–3512.
9. De Liedekerke De Pailhe A. (2014). *Designing intercropping in vegetables, scope for improvements*. Master thesis. The Netherlands: Wageningen University, 60 p.
10. Garibaldi L.A., Steffan-Dewenter I., Winfree R. et al. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, Vol. 339, Issue 6127, p. 1608–1611.
11. Hauggaard-Nielsen H, Gooding M, Ambus P., Corre-Hellou G., Crozat Y, Dahlmann C, Dibet A, P Von Fragstein, A. Pristeri, M. Monti, E. S. Jensen (2009). Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field crops research*, Vol. 113, p. 64–71.
12. Ieviņš Ģ. (2016). Augu fizioloģija. Funkcijas un mijiedarbība ar vidi. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 607 lpp.
13. Innes L., Hobbs P.J., Bardgett R.D. (2004). Impacts of individual plant species on rhizosphere microbial communities in soils of different fertility. *Biol. Fertil. Soils*, Vol. 40, Issue 1, p. 7–13.
14. Jonsson M., Bommarco R., Ekbom B. et al. (2014). Ecological production functions for biological control services in agricultural landscapes. *Methods Ecol Evol.*, Vol. 5, Issue 3, p. 243–252.
15. Kapoulas N., Koukounaras A., Ilić Z.S. (2017). Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. *Scientia Horticulturae* Vol. 219, p. 310–318.
16. Lamont B.B. (2003). Structure, ecology and physiology of root clusters – a review. *Plant and Soil*, Vol. 248, Issue 1-2, p. 1–9.
17. Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A. et al. (2011). Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea – cereal intercropping systems. *Eur. J. Agron.* Vol. 34, p. 287–294.
18. Mead R., Willey R. (1980). The concept of a 'land equivalent ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, Vol. 16, Issue 3, p. 217–228.
19. Nicol R.W., Yousef L., Traquair J.A. et al. (2003). Ginsenosides stimulate the growth of soilborne pathogens of American ginseng. *Phytochemistry*. Vol. 64, Issue 1, p. 257–264.
20. Pardon P., Mertnes J., Reheul D., et al. (2016). Ecological interactions between tree, crop, soil and environment in alley cropping systems in Flanders. *In: 3rd European agroforestry Conference*. Montpellier 23–25 May, 2016. p. 314–315.
21. Raseduzzaman M., Jensen E. S. (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, Vol. 91, p. 25–33.
22. Redman R.S., Freeman S., Clifton D.R. et al. (1999). Biochemical analysis of plant protection afforded by a nonpathogenic endophytic mutant of *Colletotrichum magna*. *Plant physiol.*, Vol. 119, Issue 2, p. 795–804.
23. Resende B.L.A., Canato G.H.D., Filho A.B.C. (2003). Productivity of lettuce and radish cultivations as a function of spacing and of time of establishment of intercropping. *Acta Horticulturae*, Vol.607, p. 97–101.
24. Singh S. N., Singh P., Rai R. K. et al. (2018). Vegetables intercropping with autumn planted sugarcane: a step towards doubling farmers' income in Indian sub-tropics. *Indian Farming*, Vol. 68, Issue 1, p. 65–68.
25. Tempesta M., Gianquinto G., Hauser M., Tagliavina M. (2019). Optimization of nitrogen nutrition of cauliflower intercropped with clover and in rotation with lettuce. *Scientia Horticulturae*, Vol. 246, p. 734–740.
26. Theunissen J. (1997). Intercropping in field vegetables as an approach to sustainable horticulture. *SAGE*, Vol. 26, issue 2, p. 95–99.
27. Tschardt T., Tylianakis J. M., Rand T. A. et al. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews*, Vol. 87, Issue 3, p. 661–685.

28. Tylianakis J.M., Didham R.K., Bascombe J. et al. (2008). Global change and species interactions in Terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, Vol. 11, p. 1351–1363.