

UDC 635.1/7:631.17:631.582

ADAPTIVE SYSTEMS OF GROWING VEGETABLES

Vitanov O.D., Honcharenko V.Yu., Zelendin Yu.D., Chefonova N.V., Ivanin D.V., Uriupina L.M.

Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine,
Instytutska str., 1, vill. Seleksiine, Kharkiv rg., Ukraine, 62478
E-mail: ovoch.iob@gmail.com
<https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-65-32-38>

The aim of the research. Develop an adaptive system for irrigated vegetable production conditions of the eastern steppes of Ukraine. **Methods.** Laboratory and field stationary research. **Results.** Under the adaptive growing system, the biopotentiality (yield) of the main biological object - vegetable plants of domestic breeding varieties grown in biologized crop rotation did not significantly decrease. The use of highly toxic preparations for intensive growing system provided reliable protection of crops of vegetable crops from a complex of harmful organisms. Significant advantage of adaptive systems is the reduction of the chemical load in agrocenoses of vegetable crops. The quality of vegetable products from the adaptive system, as a factor of competitiveness - not was lower than the intensive, biologization of crop rotation has contributed to a decrease in the content of nitrates in food organs. Economic assessment of the adaptive system of production of vegetable products: have increased the profitability in the whole crop rotation up to 160% (for an intensive system – 121 %). **Conclusions.** In the eastern forest-steppe of Ukraine, on black soil, podzolized medium loam in the irrigated environment, an alternative to an intensive vegetable growing system, can become an adaptive system. Which will be based on biologized crop rotation (with the inclusion of alfalfa, intermediate and subcutaneous crops); landless tillage (at least 50% of the area); local application of mineral fertilizers, manure (in one field), biological regulators of growth; integrated plant protection (biological and low-toxic preparations); varieties of vegetable crops of breeding of IVM of NAAS. On average, over the years of research, the yield of vegetable crops grown for the adaptive system was at the level with the intense. In onion (correspondingly 31.4 and 30.1 t/ha), carrots (respectively 26.3 and 26.8 t/ha) and cabbage of late-grated bacon (37.0 and 37.6 t/ha respectively), or there was a tendency to decrease in tomatoes (respectively, 38.9 and 41.0 t/ha) and dill beets (respectively 51.8 and 55.7 t/ha). The dependence of the yield level on the moisture content during the growing season was describe by the regression equation. The use of an adaptive vegetable production system, in comparison with the intensive, has ensured an increase in profitability by 32 relative percentages.

Keywords: vegetable production system, intensive, adaptive, biologized crop rotation, soil cultivation, agrochemicals, economic efficiency

АДАПТИВНА СИСТЕМА ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ

Вітанов О.Д., Гончаренко В.Ю., Зелендін Ю.Д., Чефонова Н.В., Іванін Д.В., Урюпіна Л.М.

Інститут овочівництва і баштанництва НААН
вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне Харківської обл., 62478, Україна
E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Мета. Розробити адаптивну систему вирощування овочів для зрошуваних умов східного Лісостепу України. **Методи.** Лабораторно-польовий стаціонарний дослід. **Результати.** За адаптивної системи вирощування біопотенційність (урожайність) основного біологічного об'єкту – овочевих рослин сортів вітчизняної селекції, які вирощують у біологізованій сівозміні, суттєво не знижується. Застосування високотоксичних препаратів за інтенсивної системи вирощування забезпечує надійний захист посівів овочевих культур від комплексу шкідливих організмів. Істотною перевагою адаптивних систем є зменшення хімічного навантаження в агроценозах овочевих культур. Якість овочевої продукції з адаптивної системи, як фактор конкурентоспроможності – не нижча, ніж за інтенсивної, біологізація сівозміни сприяла зниженню вмісту нітратів у продуктових органах. Економічна оцінка адап-

тивної системи вирощування овочів: досягнуто підвищення рівня рентабельності в цілому по сівозміні до 160 % (за інтенсивної системи – 121 %). **Висновки.** У східному Лісостепу України на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому лучнуватою в умовах зрошення альтернативою інтенсивній системі вирощування овочевих культур може стати адаптивна система, основою якої є: біологізована сівозміна (з включенням люцерни, проміжних та ґрунтовкривних культур); безвідвальний обробіток ґрунту (хоча б на 50% площі); локальне внесення мінеральних добрив, гній (в одному полі), біологічні регулятори росту; інтегрований захист рослин (біологічні та малотоксичні препарати); сорти овочевих культур селекції ІОБ НААН. У середньому за роки досліджень урожайність овочевих культур, вирощених за адаптивної системи, була на рівні з інтенсивною у цибулі ріпчастої (відповідно 31,4 та 30,1 т/га), моркви (відповідно 26,3 та 26,8 т/га) і капусти білоголової пізньостиглої (відповідно 37,0 та 37,6 т/га), або мала тенденцію до зменшення у томата (відповідно 38,9 та 41,0 т/га) і буряка столового (відповідно 51,8 та 55,7 т/га). Застосування адаптивної системи вирощування овочів, у порівнянні з інтенсивною, забезпечує підвищення рентабельності на 32 відсоткових %.

Ключові слова: система вирощування овочів, інтенсивна, адаптивна, біологізована сівозміна, обробіток ґрунту, штучні мінеральні добрива і пестициди, економічна ефективність

Вступ. В умовах ринкової економіки розвиток аграрної галузі повинен бути економічно й екологічно обумовленим та спрямованим на збереження природних та енергетичних ресурсів. (Balyuk S.A., Maklyuk O.I., 2015). Актуальною проблемою, яка потребує розв'язання, є суттєве зменшення негативного антропогенного впливу на агроценози. Адже навантаження штучними пестицидами і мінеральними добривами за інтенсивного обробітку ґрунту несе пряму загрозу здоров'ю населення та може вести до екологічної кризи (Shykula M.K., Prikovs'ka O.V., 2006). Методологічною основою адаптивних технологій у галузі овочівництва, як найбільш інтенсивної у рослинництві, повинен стати системний підхід, спрямований на мінімізацію впливу всіх чинників, які мають негативні наслідки (Balyuk S.A., Maklyuk O.I., 2015). Тобто, є нагальна потреба щодо поступового переходу від інтенсивних технологій чи систем вирощування, у даному випадку овочевих культур, до адаптивних. Такі системи вирощування, з одного боку, є перехідними до органічних, з іншого – це альтернатива інтенсивним. Система технологічного забезпечення адаптивного овочівництва повинна бути представлена рекомендаціями для різних ґрунтово-кліматичних зон України: за зонально-адаптивною структурою посівних площ; біологізованими сівозмінами; енергоефективними способами обробітку ґрунту, застосування добрив та засобів захисту рослин; сортами і безпосередньо адаптивними технологіями вирощування овочевих культур (Muravyov V.O., Vitapov O.D., 2017).

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Сучасне інтенсивне зем-

леробство спричинило чимало екологічних проблем. Людина створила високопродуктивні, але потенційно нестабільні агроєкосистеми, які вимагають постійного втручання людини і високих затрат (Prizhukov F.V., 1995). Протягом 50-х – початку 60-х років 20-го століття вважали, що синтетичні добрива і пестициди можуть ефективно замінити сівозміну без втрати врожайності, але згодом все змінилось (Bullock D., 1992). Адаптивна система землеробства призначена забезпечити високі і сталі врожаї сільськогосподарських рослин за одночасного підвищення родючості ґрунтів та охорони навколишнього середовища. Це, в свою чергу, передбачає найбільш ефективне використання ґрунтово-кліматичних ресурсів кожного регіону (Zhuchenko A.A., 1980). Диверсифікація сівозмін вважається альтернативою підвищення стійкості виробництва європейських культур в умовах зміни клімату (Kollas C., Kersebaum K., 2015). Щільність популяції бур'янів і їх біомаса можуть бути значно зменшені у разі запровадження правильних сівозмін, через пригнічення бур'янів за допомогою ефекту алелопатії (Liebman M., Dyck E., 1993). У рекомендаціях по плануванню виробництва рослинницької продукції є поглиблені пропозиції щодо введення і освоєння сівозмін, включаючи покращення якості ґрунту, а також контроль за шкідниками, хворобами та бур'янами (Mohler C., Johnson S., 2009). Введення у сівозміну бобових культур у якості покривних позитивно впливало на функціонування агроєкосистеми (Smith R., Gross K., 2008). Позитивний вплив рослинного різноманіття на ґрунтову біоту і родючість в основному спостерігається в природних системах (Tiemann L., Grandy A., 2015). Триває

дискусія щодо спроможності органічного сільськогосподарства виробляти достатню кількість продовольства для населення Землі (De Ponti T., Rijk B., 2012). Більшість систем виробництва с.-г. продукції у США характеризується низьким різноманіттям видів (у сівозмiнах), високим рівнем застосування не відновлюваної енергії, штучних пестицидів і мінеральних добрив, що спричиняє негативні наслідки на навколишнє середовище. Введення у сівозмiни люцерни (або конюшини) та гною (періодично) дозволило зменшити використання синтетичних пестицидів і мінеральних добрив. Урожайність культур і прибуток у диверсифікованих сівозмiнах були аналогічні або більші, ніж у звичайних, навіть не дивлячись на скорочення витрат у виробництво (Davis A., Hill J., 2012).

Мета досліджень – розробити адаптивну систему вирощування овочів для зрошуваних умов східного Лісостепу України.

Матеріал і методи досліджень. З метою обґрунтування та розробки адаптивної системи вирощування овочів у 2011–2017 рр. на дослідному полі Інституту овочівництва і баштанництва НААН проводили обліки урожайності та виробничих витрат, визначення якості продукції та значень ГТК. **Об'єкт дослідження:** інтенсивна та адаптивна системи вирощування овочів. Польові досліді закладали за стандартними методиками, які викладено у науково-методичному виданні: «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» (Bondarenko H.L., Yakovenko K.I., 2001).

На дослідження поставлено дві системи вирощування овочів (табл. 1): 1. Інтенсивна (стандартна); 2. Адаптивна (перехідна до органічної). Контрольна інтенсивна система вирощування овочевих культур у досліді є загальноприйнятною для умов східного Лісостепу України.

Таблиця 1 – Системи вирощування овочевих культур у спеціалізованих сівозмiнах

| Інтенсивна (стандартна): | | Адаптивна: | |
|--|---|---|--|
| Сівозмiна | Основний обробіток ґрунту під наступну культуру | Сівозмiна | Основний обробіток ґрунту під наступну культуру |
| 1.Картопля рання | <i>Оранка</i> | 1.Картопля рання + люцерна (літня сімба) | Нульовий |
| 2.Квасоля (насінник) | <i>Оранка</i> | 2.Люцерна (насінник) | Нульовий |
| 3.Огірок (насінник) | <i>Оранка</i> | 3.Люцерна (насінник) | <i>Оранка</i> |
| 4.Томат ранній | <i>Оранка</i> | 4.Томат ранній + восени (тритикале яре + вика яра) | Нульовий |
| 5.Морква | <i>Оранка</i> | 5.Морква (літня сімба) + восени внесення 40 т/га перегною під цибулю | Весною під моркву – глибокий безполіцевий; Восени під цибулю – <i>оранка</i> |
| 6.Цибуля ріпчаста | <i>Оранка</i> | 6.Цибуля ріпчаста + восени (тритикале озиме + вика озима) | Нульовий |
| 7.Капуста білоголова пізньостигла (розсадна) | <i>Оранка</i> | 7.(Тритикале озиме + вика озима) весною на сидерат + Капуста білоголова пізньостигла (розсадна) | Весною під капусту – безполіцевий; Восени під буряк столовий – <i>оранка</i> |
| 8.Буряк столовий | <i>Оранка</i> | 8.Буряк столовий | <i>Оранка</i> |

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий лучнуватий (за даними ННЦ „ІГА ім. О.Н. Соколовського” НААН). Потужність гумусового профілю – 94 см. Вміст гумусу в орному шарі (0 – 30 см) – 3,26%. Ґрунт зі сприятливими водно-фізичними

властивостями, рівень забезпеченості доступними формами фосфору та калію підвищений.

В інтенсивній (стандартній) сівозмiні насиченість просапними (овочевими) культурами та застосування у якості основного обробітку ґрунту оранки складає 100%. Система удобрення

рослин передбачає застосування рекомендованих доз мінеральних добрив уроzkид (цибулю ріпчасту – $N_{120}P_{180}K_{120}$, томат – $N_{135}P_{120}K_{90}$, моркву – $N_{90}P_{90}K_{90}$, капусту білоголову пізньостиглу – $N_{90}P_{120}K_{90}$, картоплю – $N_{60}P_{60}K_{60}$, буряк столовий – $N_{60}P_{60}K_{120}$, квасолу – $N_{60}P_{60}K_{60}$, огірок – $N_{60}P_{120}K_{90}$ (Korniyenko S.I., Noncharenko V.Yu., 2014; Khodeyeva L.P. et al., 2014). Захист рослин – хімічний.

До адаптивної сівоzmіни введено два поля багаторічних бобових трав (люцерна), проміжні сидеральні та ґрунтопокривні культури (злаково-бобові сумішки), а застосування оранки передбачено тільки на 50 % сівоzmінної площі. Система удобрення овочевих рослин складається з локального внесення NPK (50 % від рекомендованої; картоплі за адаптивної – $N_{60}P_{60}K_{60}$) + біологічні регулятори росту, використання перегною (в одному полі), а захист рослин – інтегрований (біологічні препарати та малотоксичні хімічні).

Таблиця 2 – Сорти овочевих культур

| Культура | Сорт |
|---------------------------------|------------------|
| Цибуля ріпчаста | Ткаченківська |
| Томат | Гейзер |
| Морква | Оленка |
| Капуста білоголова пізньостигла | Харківська супер |
| Буряк столовий | Дій |

Статистичну обробку одержаних результатів виконували методом дисперсійного аналізу (Dosprekhov B.A., 1985). Технології вирощування культур у дослідках загальноприйняті для умов східного Лісостепу України (Yakovenko K.I., 2001).

Результати досліджень. У середньому за роки досліджень урожайність овочевих культур (табл.3), вирощених за адаптивної системи, була на рівні з інтенсивною у цибулі ріпчастої (відповідно 31,4 та 30, 1 т/га), моркви (відповідно 26,3 та 26,8 т/га) і капусти білоголової пізньостиглої (відповідно 37,0 та 37,6 т/га), або мала тенденцію до зменшення у томата (відповідно 38,9 та 41,0 т/га) і буряка столового (відповідно 51,8 та 55,7 т/га).

Окрім сортових властивостей і агротехнологічних факторів на рівень урожайності також мали вплив погодні умови вегетаційного періоду. Сума атмосферних опадів коливалась в межах 281 – 398 мм, сума активних температур – 3375 – 3538 °С. Серед чинників, які впливали

За час проведення досліджень погодні умови варіювали за роками щодо середніх багаторічних показників. Насамперед, це відхилення у бік зростання середньодобової температури повітря, а також мінливість кількості надходження вологи з атмосферними опадами та їх розподіл у часі. Погодні умови вегетаційних періодів 2014 та 2016 рр. (ГТК відповідно 1,09 та 1,13) були потенційно сприятливішими для отримання високого рівня врожайності порівняно з 2012, 2013 і 2015 рр. (ГТК відповідно 0,88; 0,86 та 0,83). Останні характеризувалися недостатньою кількістю продуктивних опадів у критичні фази розвитку рослин та ростом середньодобової температури повітря.

Дослідження проводили на сортах овочевих культур селекції ІОБ НААН (табл. 2) за краплинного зрошення з підтриманням необхідного рівня передполивної вологості ґрунту (Romaschenko M.I., 2006).

на урожайність окремих овочевих рослин, була достатня зволоженість, яка характеризується показником ГТК – 0,83 – 1,13.

Результатами хімічного аналізу сертифікованої лабораторії агрохімічних досліджень і якості продукції ІОБ НААН визначено якість овочевої продукції як фактору її конкурентоспроможності (табл.4). За вмістом сухої речовини, загального цукру, вітаміну С цибулини (сорт Ткаченківська) та томати (сорт Гейзер), вирощені з використанням адаптивної системи, не поступалися за якістю стандартній. Але вміст нітратів у цибулинах за обох систем перевищував максимальні рівні (МР) у 2,3 – 2,4 рази, а у плодах томата був відсутній.

У коренеплодах моркви сорту Оленка, вирощених за адаптивної системи, при зменшенні дози мінеральних добрив та дворазовому внесенні Ростконцентрату зростає вміст сухої речовини, загального цукру, сахарози, каротину (на 36%). Кількість нітратів за обох систем не перевищує МР.

Таблиця 3 – Урожайність овочевих культур залежно від систем вирощування у 2012–2016 рр., т/га

| Система | 2012 р. | 2013 р. | 2014 р. | 2015 р. | 2016 р. | Середнє |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Цибуля ріпчаста, сорт Ткаченківська | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 33,6 | 32,7 | 29,1 | 25,7 | 29,6 | 30,1 |
| Адаптивна | 33,0 | 31,1 | 35,2 | 27,4 | 30,4 | 31,4 |
| НІР ₀₅ | 2,1 | 1,4 | 3,8 | 1,3 | 0,7 | – |
| Томат, сорт Гейзер | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 74,9 | 16,3 | 36,7 | 38,3 | 38,8 | 41,0 |
| Адаптивна | 66,9 | 14,5 | 35,0 | 35,0 | 42,9 | 38,9 |
| НІР ₀₅ | 4,29 | 1,10 | 2,5 | 3,43 | 2,43 | – |
| Морква, сорт Оленка | | | | | | |
| Інтенсивна | 26,5 | 28,1 | 27,8 | 22,1 | 29,4 | 26,8 |
| Адаптивна | 25,8 | 27,1 | 28,2 | 21,4 | 28,8 | 26,3 |
| НІР ₀₅ | 2,11 | 1,06 | 1,37 | 0,81 | 0,73 | – |
| Капуста білоголова пізньостигла, сорт Харківська супер | | | | | | |
| Інтенсивна | 41,4 | 37,3 | 33,7 | 30,7 | 44,8 | 37,6 |
| Адаптивна | 35,9 | 43,4 | 27,1 | 27,5 | 51,1 | 37,0 |
| НІР ₀₅ | 6,25 | 5,88 | 4,17 | 2,81 | 2,48 | – |
| Буряк столовий, сорт Дій | | | | | | |
| Інтенсивна | 39,7 | 47,8 | 71,4 | 61,3 | 58,1 | 55,7 |
| Адаптивна | 42,4 | 49,6 | 67,5 | 48,2 | 51,3 | 51,8 |
| НІР ₀₅ | 3,49 | 4,70 | 4,11 | 12,21 | 6,08 | – |

Таблиця 4 – Біохімічні показники і вміст нітратів у продуктивних органах овочевих рослин, залежно від систем вирощування, середнє за 2012–2016 рр.

| Система | Суша речовина, % | Загальний цукор, % | Вітамін С, мг/100г | Кислот - ність, % | Каротин, мг/100г | Бетанін, мг/100г | Нітрати, мг NO ₃ /кг * |
|---|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|
| Цибуля ріпчаста, сорт Ткаченківська | | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 12,44 | 8,14 | 6,84 | – | – | – | 184 |
| Адаптивна | 12,16 | 8,01 | 6,53 | – | – | – | 193 |
| Томат, сорт Гейзер | | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 4,91 | 3,14 | 17,65 | 0,45 | – | – | 0 |
| Адаптивна | 5,00 | 3,21 | 17,08 | 0,42 | – | – | 0 |
| Морква, сорт Оленка | | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 11,87 | 7,08 | 4,38 | – | 5,42 | – | 137 |
| Адаптивна | 13,60 | 7,65 | 4,56 | – | 7,39 | – | 144 |
| Буряк столовий, сорт Дій | | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 12,58 | 8,62 | 11,25 | – | – | 174,3 | 1084 |
| Адаптивна | 12,97 | 8,29 | 12,42 | – | – | 154,7 | 1166 |
| Капуста білоголова пізньостигла, сорт Харківська супер | | | | | | | |
| Інтенсивна (к) | 8,38 | 4,24 | 29,55 | – | – | – | 623 |
| Адаптивна | 9,71 | 4,64 | 30,94 | – | – | – | 434 |

*МР для цибулі-80, томата-150, моркви-250, буряка столового-1400, капусти-500 мг NO₃/кг

За результатами хімічного аналізу коренеплоди буряка столового сорту Дій, вирощені за адаптивної системи, накопичували більшу кількість вітаміну С (на 10%), але за вмістом бетаніну поступалися (на 11%) показникам з інтенсивної системи вирощування. Кількість нітратів за обох систем не перевищує МР.

У головках капусти білоголової пізньостиглої сорту Харківська супер за адаптивної системи вирощування якість продукції перевищувала зразки з інтенсивної системи за вмістом сухої речовини (на 1,33%), загального цукру, вітаміну С, а кількість нітратів зменшилась на 30% і знаходилась у межах МР (за інтенсивної системи – перевищувала МР).

Таблиця 5 – Загальні витрати на системи вирощування овочевих культур для східного Лісостепу України, тис. грн/сівозміну

| Стаття витрат | Інтенсивна | Адаптивна | Підвищення/ зниження (\pm), % |
|---------------------------------|------------|-----------|--------------------------------------|
| Заробітна плата з нарахуваннями | 1557,3 | 1728,9 | +11,0 |
| Паливно-мастильні матеріали | 307,3 | 287,1 | - 6,5 |
| Мінеральні та органічні добрива | 646,0 | 285,9 | -43,3 |
| Засоби захисту рослин | 171,0 | 32,0 | -81,2 |
| Амортизаційні відрахування | 453,0 | 360,4 | -20,4 |
| Ремонт основних засобів | 302,0 | 240,3 | -20,4 |
| Витрати, усього | 5698,0 | 4821,8 | -15,4 |
| Рівень рентабельності, % | 121,2 | 160,0 | +32 |

За адаптивної системи суттєво зменшуються витрати на паливно-мастильні матеріали, мінеральні та органічні добрива, засоби захисту рослин, а також на амортизаційні відрахування і ремонт основних засобів. Загалом витрати зменшуються на 15,4%.

Таким чином, застосування адаптивної системи вирощування овочів, у порівнянні з інтенсивною, забезпечує підвищення рентабельності на 32 відсотних %. Отже, доведено доцільність вирощування основних овочевих культур за адаптивної системи.

References

Balyuk, S.A., Maklyuk, O.I. (Eds) (2015). Kontseptsia organichnoho zemlerobstva (gruntovo-agrokhimichne zabezpechennya) [Organic farming concept]. Kharkiv, 71 p. [in Ukrainian].

Отже, продукція цибулі ріпчастої, томату, моркви, буряка столового, капусти білоголової пізньостиглої вітчизняних сортів при вирощуванні за адаптивної системи має конкурентоспроможність до продукції з інтенсивної.

Економіко-технологічні аспекти функціонування адаптивної системи виробництва овочевої продукції у спеціалізованих сівозмінах.

Загальні витрати за інтенсивної (стандартної) та адаптивної системи вирощування овочевих культур для східного Лісостепу України представлено у таблиці 5.

Bondarenko, H.L., Yakovenko, K.I. (Eds). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental work in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osнова, 369 p. [in Ukrainian].

Bullock, D. (1992) Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Vol. 11. Issue 4, pp. 309–326. [in English].

Davis, A., Hill, J., Chase, C., Johanns, A., Liebman, M. (2012). Increasing Cropping System Diversity Balances Productivity, Profitability and Environmental Health. *PLoS ONE*. Vol. 7. Issue 10. [in English].

De Ponti T., Rijk B., Van Ittersum, M. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*. Vol. 108, pp. 1–9. [in English].

Dospikhov, B.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta (s osnovami ctatisticheskoy obrabotki orezultatov issledovaniy)* [Methods of field

experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 351 p. [in Russian].

Korniyenko, S.I., Honcharenko, V.Yu., Khodeyeva, L.P., et al. (2014). Udobrennya ovochevykh ta bashtannykh kultur: monographia [Fertilizer of vegetables and melons]. Vinnytsya: TOV "Nilan-LTD", 370 p. [in Ukrainian].

Liebman, M., Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*. Vol. 3. Issue 1, pp. 92–122.

Muravyov, V.O., Vitanov, O.D., Zelendin, Yu. D., Chefonova, N.V. et al. (2017). Metodologiya adaptivnoyi systemy vyroschuvannya ovochevykh kultur [Methodology of an adaptive system for growing vegetables]. *Selektsiine*, 2017, 47 p. [in Ukrainian].

Mohler, C., Johnson, S., Resource, N. (2009). Crop Rotation on Organic Farms: A Planning Manual. *Engineering*. Issue July, 156 p.

Prizhukov, F.B. (1995). Agroekologicheskiye osnovy interkroppinga (polikultury) [Agri-environmental bases of intercropping (polycultures)]. *Zemledeliye*. №2, 1995, pp. 44–45. [in Russian].

Romaschenko, M.I. (2006). (Eds). Tekhnologii vyroschuvannya ovochevykh kultur pry kraplynno-mu zroshenni v umovakh Ukrainy (Rekomendatsii). Kyiv, 123 p. [in Ukrainian].

Shykula, M.K., Pikovs'ka, O.V. (2006). Systema vidtvorennya rodyuchosti gruntiv [Soil fertility reproduction system]. Kyiv, 23 p. [in Ukrainian].

Smith, R., Gross, K., Robertson, G. (2008) Effects of crop diversity on agroecosystem function: Crop yield response. *Ecosystems*. Vol. 11. Issue 3, pp. 355–366. [in English].

Tiemann, L., Grandy, A., Atkinson, E., Marin-Spiotta E., Mcdaniel, M. (2015). Crop rotational diversity enhances belowground communities and functions in an agroecosystem. *Ecology Letters*. Vol. 18. Issue 8, pp. 761–771. [in English].

Yakovenko, K.I. (Eds). (2001). Suchasni tekhnologii v ovochivnytstvi [Modern technologies in vegetable growing]. Kharkiv: IOB UAAN, 128 p. [in Ukrainian].

Zhuchenko, A.A. (1980). Ekologicheskaya genetika kulturnykh rastyenii [Ecological genetics of cultivated plants]. Kishinnyov: Shtiintsa, 1980, 446 p. [in Russian].