

**I. М. Трушев**

аспірант кафедри плодівництва і виноградарства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: ivantrushev@gmail.com

ҐРУНТОВІ УМОВИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ СОРТУ ЧЕМПІОН АРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗОВАНОГО УДОБРЕННЯ

У сучасному садівництві спостерігається подвійна тенденція щодо родючості ґрунту та продуктивності екосистем. З одного боку, через інтенсивне використання земель відбувається їх деградація, що призводить до погіршення агрохімічних властивостей, забруднення ґрунтів та зниження врожайності рослин. З іншого боку, застосування науково обґрунтованих методів обробітку ґрунту та систем удобрень сприяє підвищенню ефективності мінеральних добрив, збереженню родючості ґрунтів і збільшенню врожайності культур. Розглянуто результати досліджень впливу оптимізованої системи удобрення на основні показники родючості чорнозему опідзоленого та врожайність дерев яблуні сорту Чемпіон Арно в Правобережному Лісостепу України. Дослідження проводили упродовж 2021–2023 рр. у дослідному насадженні яблуні Уманського національного університету садівництва. Об'єктами дослідження були різні варіанти удобрення дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106. В результаті досліджень виявлено незначне зниження гумусованості ґрунту, в залежності від варіанту удобрення, від 0,01% до 0,06%. За період проведення досліджень вміст нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю) в ґрунті був найвищим у варіантах $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль) та НРКрозрахунковий, хоча дещо нижче оптимального рівня. Вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору був вище оптимального рівня по всіх досліджуваних варіантах тоді, як обмінного калію лише де вносилося повне мінеральне добриво $N_{120}P_{90}K_{90}$. Найвищу врожайність плодів яблуні сорту Чемпіон Арно (33,4 т/га) отримано за внесення розрахункової норми НРК з доведенням їх до оптимальних рівнів з додатковим підживленням навесні та восени азотом та бором та застосуванням Вуксал Біо Аміноплант, де врожайність плодів вища на 37% порівняно з неудобрюваними деревами та на 24% порівняно з виробничим контролем, де щорічно вносили $N_{120}P_{90}K_{90}$. Внесенням розрахованих за результатами агрохімічного аналізу ґрунту норм добрив у саду створюються оптимальні рівні вмісту в кореневмісному шарі доступних для рослин сполук і форм елементів живлення. Ці зміни в показниках родючості ґрунту чорнозему опідзоленого сприяють більш оптимізованому мінеральному живленню і, відповідно, підвищують продуктивність яблуневих дерев.

Ключові слова: яблуня, родючість ґрунту, система удобрення, елементи живлення, оптимальний рівень, урожайність.

I. M. Trushev

Postgraduate student at the Department of Fruit Science and Viticulture
Uman national university of horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: ivantrushev@gmail.com

SOIL CONDITIONS AND YIELD CAPACITY OF APPLE TREE ORCHARDS, CULTIVAR CHAMPION ARNO, DEPENDING ON OPTIMISED FERTILIZATION

There exists a dual tendency concerning soil fertility and ecosystem productivity in present-day horticulture. On the one hand, due to the intensive use of land its degradation occurs, which leads to the worsening of agro-chemical properties, the contamination of the soils and the lowering of the plant yield capacity. On the other hand, the application of the scientifically grounded techniques of tillage and as well as the fertilization systems facilitates the increase of the mineral fertilizer efficiency, the preservation of soil fertility and the increase of crop yield capacity. The research results of the effect of the optimized fertilization system, based on the indicators of the chernozem opodzolic fertility and the yield capacity of Champion Arno apple trees in the Right bank Forest steppe zone of Ukraine, were considered. The trials were carried out in the experimental apple tree orchard of Uman national university of horticulture in the years of 2021–2023. Various fertilization treatments of apple trees, cultivar Champion Arno on rootstock MM.106, were the objects of the research. The results of the research showed a significant decrease in soil humus content in relation to a fertilization treatment, namely, from 0.01% to 0.06%. In the years under study, the content of nitrate nitrogen (according to nitrification capacity) in the soil in all studied treatments was lower than the optimal level. The content of phosphorus mobile compounds in the soil in all studied treatments was higher than the optimal level whereas the content of exchangeable potassium was higher only in a treatment when complete mineral fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$ was applied. The highest yield capacity of apple trees, cultivar Champion Arno, (33.4 t/ha) was recorded when calculated rates of NPK were applied and they were equal to the optimal levels with the additional nutrition in spring and

autumn (nitrogen, boron and VuksalBioAminoplant were used); the fruit yield capacity was higher by 37% as compared with that of the untreated trees and it was higher by 24% as compared with the production control, where fertilizer $N_{120}P_{90}K_{90}$ was applied annually. The application of the fertilizer rates, calculated based on the agro-chemical analysis of the soil, creates the optimal levels of the content of the doses of compounds and forms of nutrition element in a root layer which are available for the plants. These changes in the indicators of the chernozem opodzolic fertility favor more optimized mineral nutrition and, in turn, enhance the apple tree productivity.

Key words: apple tree, soil fertility, system of fertilization, nutrition elements, optimal level, yield capacity.

Постановка проблеми. В сучасному садівництві відбувається двояка тенденція відносно родючості ґрунту та продуктивності екосистем. З одного боку, внаслідок інтенсивного використання землі відбувається її деградація, що призводить до погіршення агрохімічних властивостей, забруднення ґрунтів та зменшення врожайності рослин. З іншого боку, застосування науково обґрунтованих методів обробітку ґрунту та систем удобрень сприяє підвищенню ефективності мінеральних добрив, збереженню родючості ґрунтів і збільшенню врожайності культур [1, 2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У дослідженнях [3, 4], проведених в різних ґрунтово-кліматичних умовах виявлено, що при тривалому внесенні мінеральних добрив спостерігалось збільшення вмісту гумусу. Наприклад, на польових культурах це було пов'язано зі збільшенням кількості післяжнивних та корених решток, тоді як у плодових насадженнях це сталося через збільшення кількості органічного опаду на деревах, де застосовували мінеральні добрива. У ґрунті, який взагалі не підлягав удобренню, спостерігалось зниження рівня гумусу в порівнянні з початковим вмістом.

У дослідженнях [5], проведених в Уманському НУС встановлено, що застосування розрахункових на основі результатів агрохімічного аналізу ґрунту норм добрив у саду дозволяє досягти оптимальних рівнів доступних для рослин сполук та форм мінеральних макроелементів (NPK) у кореновому шарі ґрунту. Ці зміни у показниках родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту сприяли більш оптимальному мінеральному живленню та, відповідно, збільшенню продуктивності насаджень груші.

Оптимізоване удобрення забезпечує належне живлення плодових рослин мінеральними елементами та позитивно впливає на весь садовий агрофітоценоз, сприяючи підвищенню економічної ефективності вирощування плодової продукції завдяки раціональному використанню добрив [6–9].

Мета досліджень. Метою досліджень є забезпечення високої врожайності плодів яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106 у незрошуваному насадженні залежно від змін показників родючості ґрунту.

Умови і методика досліджень. Дослідження проводили у яблуневому саду Уманського національного університету садівництва зі схемою садіння дерев яблуні сорту Чемпіон Арно на підщепі ММ.106 4×1,5 м.

Схема досліду включає варіанти з ґрунтовим удобренням: без добрив (контроль), $N_{120}P_{90}K_{90}$ (виробничий контроль), NPK_{розрахунковий}. ґрунт дослідної ділянки чорнозем опідзолений. При закладанні досліді рівень забезпечення ґрунту нітратним азотом (за нітрифікаційною здатністю при 14-добовому компостуванні) був недостатній

(вміст $N-NO_3$ у шарі 0–40 см становив 19,7 мг/кг ґрунту, що менше оптимального рівня (25,0 мг/кг) на 5,3 мг/кг). Забезпечення рухомими формами фосфору і калію (за методом Егнера–Ріма–Домінго) відповідно було вищим і недостатнім у шарі 0–60 см (вміст P_2O_5 становив 157 мг/кг за оптимального 70–100 мг/кг і K_2O – 224 мг/кг, що менше оптимального рівня (230–280 мг/кг ґрунту) на 6 мг/кг). Тому для створення оптимального фону живлення азотом і калієм, за показниками агрохімічних аналізів згідно з відповідними рекомендаціями [6] була розрахована норма азотного та калійного добрива для доведення вмісту $N-NO_3$ і K_2O в ґрунті до оптимальних рівнів, яка становила 37,6 кг N і 96 кг K_2O на 1 га. Далі ґрунт у досліді аналізували щорічно і за результатами аналізів розраховували норми азотного добрива для підтримання оптимального вмісту $N-NO_3$ у кореновмісному шарі ґрунту (0–40 см). Вони за три роки досліджень були в межах 27–38 кг N на 1 га саду. Добрива в ґрунт приштамбової смуги вносили навесні (селітра аміачна) та восени (суперфосфат гранульований і калій хлористий) із наступною їх заробкою.

Всі дослідження, виміри та обліки виконували за апробованими й стандартизованими методиками, описаними в методичній літературі [10, 11]. Статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм.

Основні результати досліджень. Вплив системи удобрення насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно на показники родючості ґрунту вивчали впродовж 2021–2023 років (рис. 1). В результаті досліджень виявлено незначне зниження гумусованості ґрунту. Так у варіанті де добрива не вносили вміст гумусу знизився на 0,06%, тоді як у варіанті виробничого контролю, де було внесено щороку $N_{120}P_{90}K_{90}$ вміст гумусу знизився лише на 0,01%. У варіанті де норма добрив розраховувалась залежно від агрохімічного аналізу ґрунту для доведення його до оптимальних показників вміст гумусу знизився на 0,03%.

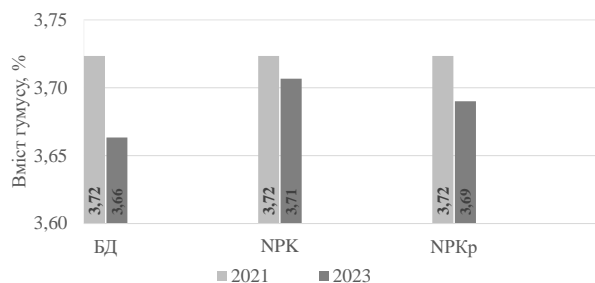


Рис. 1. Зміна вмісту гумусу в шарі ґрунту 0–60 см у насадженні яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від удобрення (2021–2023 рр.), %: БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_р – NPK_{розрахунковий}

За результатами досліджень встановлено, що застосування ґрунтового удобрення в насадженнях яблуні сприяло підвищенню в ґрунті вмісту нітратного азоту (рис. 2). За період проведення досліджень 2021–2023 рр. вміст нітратного азоту в ґрунті коливався від 18,8 до 22,2 мг/кг ґрунту в залежності від варіанту удобрення, але цей вміст був меншим від оптимального для яблуні в шарі 0–40 см для чорнозему опідзоленого – 25–31 мг/кг ґрунту [6]. Найбільша його кількість в середньому за три роки досліджень була у варіанті виробничого контролю де щорічно вносили в ґрунт 120 кг/га азоту та по 90 кг/га фосфору та калію і становила 21,2 мг/кг ґрунту. У контрольному варіанті, де добрива не вносили даний показник становив 19,7 мг/кг, що на 7% менше за виробничий контроль. Аналогічний показник у варіанті із розрахунковою нормою добрив – 20,7 мг/кг ґрунту.

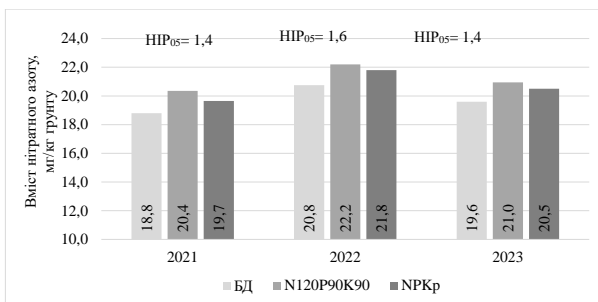


Рис. 2. Вміст нітратного азоту (за нітрифікаційною здатністю) в шарі ґрунту 0–40 см у насадженні яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від удобрення, мг/кг ґрунту: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – $NPK_{\text{розрахунковий}}$)

Ґрунтове удобрення насадження яблуні мало значний вплив на вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору, про що свідчать дані, наведені в рис. 3.

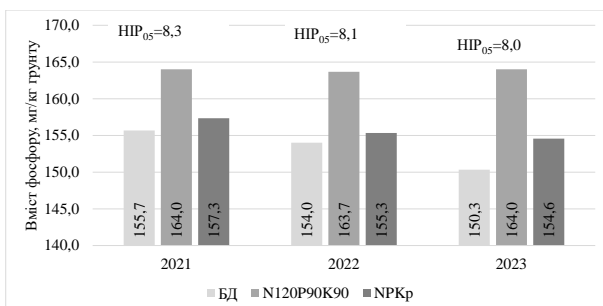


Рис. 3. Вміст рухомих сполук фосфору (за методом Егнера-Рима-Домінго) в шарі ґрунту 0–60 см, мг/кг ґрунту в насадженні яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення, мг/кг ґрунту: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – $NPK_{\text{розрахунковий}}$)

Упродовж періоду проведення досліджень на всіх ділянках досліді вміст рухомих сполук фосфору в шарі ґрунту 0–60 см був високим та на 80–93% перевищував оптимальні для яблуні показники – 70–100 мг/кг ґрунту [6] і при цьому найвищим він був у варіанті виробничого контролю, де щороку вносилося $N_{120}P_{90}K_{90}$. У варіанті

з внесення розрахункової норми добрив істотно збільшення вмісту фосфору в ґрунті порівняно з контролем не відбулось.

Вміст обмінного калію серед досліджуваних варіантів за роки досліджень істотно різнився, так найбільшого значення вмісту K_2O в кореневмісному шарі ґрунту 0–60 см отримано в 2021 році у варіанті з розрахунковою нормою добрив – 223,7 мг/кг ґрунту (рис. 4).

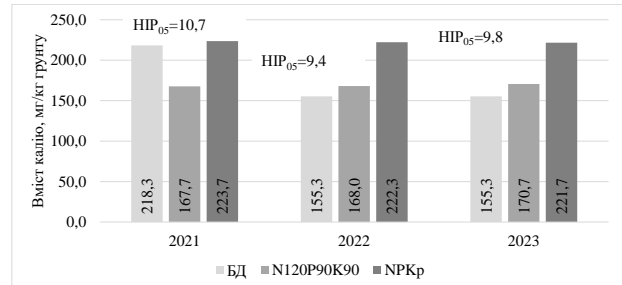


Рис. 4. Вміст рухомих сполук калію (за методом Егнера-Рима-Домінго) в шарі ґрунту 0–60 см, мг/кг ґрунту в насадженні яблуні сорту Чемпіон Арно залежно від ґрунтового удобрення, мг/кг ґрунту: (БД – без добрив, NPK – $N_{120}P_{90}K_{90}$, NPK_p – $NPK_{\text{розрахунковий}}$)

У контрольному варіанті, де добрива в ґрунт не вносили вміст рухомих сполук калію впродовж років досліджень знизився на 63 мг/кг. На ділянках виробничого контролю (зі щорічним внесенням $N_{120}P_{90}K_{90}$) та варіанту з розрахунковою нормою добрив вміст K_2O залишився майже на одному рівні.

Створений ґрунтовым удобренням фон та додаткове внесення макро – та мікроелементів та біостимулятора – антистресанта впливали на показники врожайності дерев яблуні сорту Чемпіон Арно (табл. 1).

В середньому за період проведення досліджень 2021–2023 рр. урожайність насаджень яблуні сорту Чемпіон Арно в залежності від варіантів удобрення коливалась в межах 21,2–33,4 т/га. Найвищий показник урожайності був у варіанті з внесенням в ґрунт розрахункової норми NPK в поєднанні із позакореневим підживленням та внесенням Вуксал Біо Аміопланта навесні та восени, що на 24% перевищувало виробничий та на 37% абсолютний контроль.

Між урожайністю дослідних дерев яблуні та вмістом у ґрунті гумусу й нітратного азоту виявлено сильну пряму кореляційну залежність, відповідно $r=0,799$ та $r=0,818$. А з умістом рухомих сполук фосфору та обмінного калію в ґрунті величина урожайності корелювала середньо – на рівні $r=0,469$ і $r=0,603$.

Висновки. Внесенням розрахованих за результатами агрохімічного аналізу ґрунту норм добрив у саду створюються рівні вмісту в кореневмісному шарі доступних для рослин сполук і форм елементів живлення. Ці зміни в показниках родючості ґрунту чорнозему опідзоленого сприяють більш оптимізованому мінеральному живленню і, відповідно, підвищують продуктивність яблуневих дерев.

Урожайність насаджень яблуні залежно від ґрунтового удобрення та позакореневого підживлення, т/га

ґрунтове	Удобрення		Рік дослідження			Середнє за три роки
	позакоренево		2021	2022	2023	
Без добрив (контроль)	Без підживлення	Вода (к)	22,0	16,4	25,2	21,2
		Вуксал Біо Аміноплант	22,3	17,4	26,1	21,9
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	23,1	18,9	26,3	22,8
		Вуксал Біо Аміноплант	23,8	19,2	27,1	23,4
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	22,6	17,5	26,2	22,1
		Вуксал Біо Аміноплант	23,7	18,6	26,8	23,0
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	24,8	19,3	27,3	23,8
		Вуксал Біо Аміноплант	25,4	20,2	28,5	24,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ (виробничий контроль)	Без підживлення	Вода (к)	26,7	19,5	30,2	25,5
		Вуксал Біо Аміноплант	29,1	21,5	31,4	27,3
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	29,9	20,7	33,2	27,9
		Вуксал Біо Аміноплант	32,1	22,2	35,1	29,8
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	31,1	20,3	33,0	28,1
		Вуксал Біо Аміноплант	33,3	21,3	34,5	29,7
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	33,8	21,1	34,1	29,7
		Вуксал Біо Аміноплант	35,6	23,1	39,5	32,7
NPK розрахунковий	Без підживлення	Вода (к)	29,3	20,4	31,3	27,0
		Вуксал Біо Аміноплант	30,4	21,5	32,8	28,2
	Навесні (азот + бор)	Вода (к)	33,1	21,2	34,9	29,7
		Вуксал Біо Аміноплант	35,6	23,7	37,1	32,1
	Восени (азот + бор)	Вода (к)	31,9	20,2	33,8	28,6
		Вуксал Біо Аміноплант	34,0	23,1	36,6	31,3
	Навесні + Восени (азот + бор)	Вода (к)	33,5	22,8	35,1	30,5
		Вуксал Біо Аміноплант	35,9	24,0	40,3	33,4
HIP ₀₅			3,4	2,4	3,9	-

Найвищу врожайність плодів яблуні сорту Чемпіон Арно (33,4 т/га) отримано за внесення розрахункової норми NPK з доведенням їх до оптимальних рівнів з додатковим підживленням навесні та восени азотом та бором та застосуванням Вуксал Біо Аміноплант, де врожайність плодів вища на 37% порівняно з неудобрюваними деревами та на 24% порівняно з виробничим контролем, де щорічно вносили N₁₂₀P₉₀K₉₀.

Література

- Куян В. Г. Проблема вирощування екологічно чистої продукції в інтенсивних садах яблуні. Вісник ДААУ № 1. 1998. С. 19–23.
- Zhao, J.; Dong, Y.; Xie, X.; Li, X.; Zhang, X.; Shen, X. Effect of Annual Variation in Soil PH on Available Soil Nutrients in Pear Orchards. Acta Ecol. Sin. 2011, 31, 212–216 s.
- Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: ЗАТ "НАЧЛАВА". 2002. 344 с.
- Манзій В.В. Продуктивність яблуні залежно від рівнів удобрення в Правобережному Лісостепу України: Автореф. дис...канд. с.-г. наук. Умань. 2000. 17 с.
- Яковенко Р. В., Копитко П. Г., Петришина І. П. Урожайність насаджень груші залежно від змін родючості ґрунту за оптимізованого удобрення. 36. наук. пр. Уманського НУС. 2018. № 92. Ч. 1. С. 247–256.
- Копитко П. Г. Удобрення плодкових і ягідних культур. Київ, 2001. 206 с.

7. Малюк Т. М. Вплив системи внесення добрив на азотний режим ґрунту і продуктивність насаджень груші. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. № 63. С. 116–122.

8. Мельник О. В. Інтенсивний сад. Закладання і догляд. Новини садівництва. 2017. № 3. С. 4–8 с.

9. Кондратенко П. В., Бублик М. О., Шестопаль О. М. та ін. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві. Київ. 2006. 140 с.

10. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодними культурами. Київ. 1996. 95 с.

11. Єщенко В. О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця. 2014. 332 с.

References

1. Kuian V. H. (1998). Problema vyroshchuvannya ekolohichno chystoi produktsii v intensyvnykh sadakh yabluni: visnyk DAAU № 1. [The issue of growing ecologically friendly output in the intensive apple orchards: bulletin of SAAU. № 1]. Zhytomyr [in Ukrainian].

2. Zhao, J.; Dong, Y.; Xie, X.; Li, X.; Zhang, X.; Shen, X. (2011). The Effect of Annual Variation in Soil PH on Available Soil Nutrients in Pear Orchards. ActaEcol. Sin., 212–216 s.

3. Hospodarenko H. M. (2002). Osnovy intehrovanoho zastosuvannia dobryv: navch. posib. [The principles of the integrated fertilizer application: a textbook]. Kyiv: "NACHLAVA. Ltd" [in Ukrainian].

4. Manziy V.V. (2000). Produktyvnist yabluni zalezno vid rivniv udobrennia v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys...kand. s.-h. nauk. [The apple tree productivity depending on the fertilization levels in the Right bank Forest steppe zone of Ukraine: theses Candidate of sciences (Agr)]. Uman [in Ukrainian].

5. Yakovenko R. V., Kopytko P. H., Petryshyna I. P. (2018). Urozhainist nasadzhenia hrushi zalezno vid zmin rodiuchosti hruntu za optymizovanoho udobrennia: zb. nauk. pr. Umanskoho NUS № 92 P. 1. [The yield capacity of pear tree orchards depending on the changes of the soil fertility under optimized fertilization: proceedings of Uman NUH № 92 P. 1]. Uman [in Ukrainian].

6. Kopytko P. H. (2001). Udobrennia plodovykh i yahidnykh kultur: navch. posib. [Fertilization of fruit and berry crops: a textbook]. Kyiv [in Ukrainian].

7. Maliuk T. M. (2009). Vplyv systemy vnesennia dobryv na azotnyi rezhym igruntu i produktyvnist nasadzhen hrushi: naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy № 63. [The effect of the fertilization system on the soil nitrogen regime and the productivity of

pear tree orchards: scientific bulletin of the National university of bio-resources and nature use of Ukraine № 63]. Kyiv [in Ukrainian].

8. Melnyk O. V. (2017). Intensyvnyi sad. Zakladannia i dohliad: naukovy-vyrobnychi zhurnal Novyny sadivnytstva № 3. [Intensive orchard. Planting and maintenance: scientific and industrial magazine News of horticulture № 3]. Uman [in Ukrainian].

9. Kondratenko P. V., Bublyk M. O., Shestopal O. M. (2006). Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen u sadivnytstvi: navch. posib. [The methodology of the economic and energy estimation of the types of orchards, cultivars, the investments in fixed capital, the innovations and results of the technological research in horticulture: a textbook]. Kyiv [in Ukrainian].

10. Kondratenko P.V., Bublyk M.O. (1996). Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy: navch. posib. [The methodology of conducting field experiments with fruit crops: a textbook]. Kyiv [in Ukrainian].

11. Yeshchenko V. O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: navch. posib. [The principles of scientific research in agronomy: a textbook]. Vinnytsia [in Ukrainian].