



Б. О. Чецький,
аспірант кафедри плодівництва і виноградарства
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: bogred8@gmail.com

ФІТОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ

У статті наводяться експериментальні матеріали проведених досліджень щодо росту та фотосинтетичної активності нових сортів яблуні зимових строків достигання. Дослідження проводили у 2017–2020 рр. у яблуневих садах, які були розташовані в саду ФГ «Неофіти» – філії кафедри плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва. Об'єктами досліджень були сорти яблуні: Голден Делішес (контроль), Фуджі, Ред Чіф, Флоріна та Джонаголд, щеплені на підщепі М.9 та висаджені у 2014 році за схемою 3,5 x 1 м.

В середньому за період досліджень діаметр стовбура дерев коливався від 50,55 до 67,18 мм, з достовірно вищим показником у сорту Джонаголд та несуттєвою різницею між сортами Фуджі та Ред Чіф. За результатами дисперсійного аналізу виявлено достовірні відмінності в діаметрі плодоніжки залежно від сорту яблуні та року проведення досліджень. Діаметр штамбу дерев сорту Джонаголд був на 8 мм більшим, ніж у контрольного сорту, при значно менших значеннях у дерев інших сортів. Середня довжина пагона дерев яблуні за період досліджень суттєво змінювалася залежно від сорту та року досліджень. Так, у 2017 році значення цього показника переважало у дерев сорту Джонаголд (47,8 см), з несуттєвою різницею між сортами Ред Чіф та Флоріна. У 2018 році середня довжина пагона була вищою у дерев сортів Джонаголд (45,7 см) та Ред Чіф (44,3 см). У 2019–2020 рр. аналогічна тенденція до значущих значень цього показника у цих сортів збереглася. Дисперсійний аналіз показав, що за роки досліджень максимальна середня чиста продуктивність фотосинтезу листків яблуні була досягнута у сорту Джонаголд, що в 1,7 рази перевищувала контрольний сорт та в 1,4 рази – сорт Фуджі. За період досліджень мінімальна середня продуктивність фотосинтезу листків яблуні була виявлена в 2019 році.

Підсумковий аналіз за період досліджень показав, що за діаметром штамбу переважав сорт Джонаголд, а середня довжина пагонів дерев сорту Джонаголд була на 8,6% вищою за контроль, з незначною різницею за вказаним показником у сорту Ред Чіф та мінімальною у сорту Голден Делішес. При цьому чиста продуктивність фотосинтезу листків яблуні досягала максимальних значень у листках сорту Джонаголд,

Ключові слова: яблуня, сорти, фітометричні показники.

B. O. Chetskyi,

Graduate student at the Department of Horticulture and Viticulture
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)

PHYTOMETRIC PARAMETERS AND NET PRODUCTIVITY OF PHOTOSYNTHESIS OF INTENSIVE APPLE PLANTATIONS

The research was conducted in 2017-2020 in apple orchards, which were located in the garden of FG "Neophytes" - a branch of the Department of Horticulture and Viticulture Uman National University of Horticulture. The objects were apple varieties: Golden Delicious (control), Fuji, Red Chief, Florina and Jonagold, grafted on rootstock M.9 and planted in 2014 according to the scheme 3.5 x 1 m.

On average, during the study period, the diameter of the tree trunk ranged from 50.55 to 67.18 mm, with a significantly higher rate in the Jonagold variety and an insignificant difference between the Fuji and Red Chief varieties. According to the results of the analysis of variance, significant differences in the stem diameter were found depending on the apple variety and the year of research. The diameter of the stem of Jonagold trees was 8 mm higher than that of the control variety, with significantly lower values in trees of other varieties.

The average shoot length of apple trees during the research period varied significantly depending on the variety and year of research. Thus, in 2017, the value of this indicator prevailed in trees of the Jonagold variety (47.8 cm), with an insignificant difference between the Red Chief and Florina varieties. In 2018, the average shoot length was higher in trees of the Jonagold (45.7 cm) and Red Chief (44.3 cm) varieties. In 2019-2020, a similar trend towards significant values of this indicator in these varieties was maintained.

The analysis of variance revealed that during the research the maximum average net productivity of photosynthesis of apple tree leaves was achieved in the Jonagold variety, which was 1.7 times higher than the control variety and 1.4 times higher

than the Fuji variety. During the research period, the minimum average productivity of photosynthesis of apple leaves was found in 2019.

The final analysis for the period of research showed that the Jonagold variety prevailed in terms of stem diameter, and the average shoot length of Jonagold trees was 8.6% higher than the control, with an insignificant difference in the specified indicator of the Red Chief variety and a minimum in the Golden Delicious variety. In this case, the net productivity of photosynthesis of apple tree leaves reached maximum values in the leaves of the Jonagold variety.

Key words: apple, varieties, phytometric indicators.

Постановка проблеми. Застосування сучасних енергоощадних технологій вирощування передбачає використання сорту як засобу виробництва, правильний підбір якого сприяє зниженню затрат на виробництво продукції. Завдання раціонального підбору сортів для вирощування в певних кліматичних умовах вирішують як вітчизняні так і закордонні садівники, підбираючи високотехнологічні сорти яблуні з високими товарними і смаковими властивостями, стійкими до абіотичних факторів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Продуктивний потенціал насаджень яблуні включає показники ефективної взаємодії листкового покриву з накопиченням фітомаси кожним деревом та фітоценозом в цілому. До провідних показників відноситься діаметр штамбу, приріст фітомаси, сумарна фітомаса, яка включає отриманий урожай плодів [1].

Так, встановлено, що максимальний добовий приріст діаметра штамбу яблуні зменшується зі збільшенням рівня навантаження плодами [2]. За даними T.L. Robinson, A.N. Lakso, S.G. Carpenter [3] врожайність яблуні сильно корелює з діаметром штамбу дерев. Урожай плодів насаджень яблуні знаходиться в прямій залежності від чистої продуктивності фотосинтезу [4, 5].

Мета досліджень. Визначення фітотричних показників та продуктивності фотосинтезу нових сортів яблуні зимових строків дозрівання.

Методика дослідження. Дослідження проводили у 2017–2020 рр. в насадженнях яблуні, які розміщувалися в саду ФГ «Неофіти» – філіалу кафедри плодівництва та виноградарства Уманського національного університету садівництва. Об'єктами були сорти яблуні: Голден Делішес (контроль), Ред Чіф, Фуджі, Флоріна та Джонаголд, щеплені на підщепі М.9 та висаджені

в 2014 році за схемою 3,5 x 1 м. Кожний варіант включав 15 рослин у чотирикратній повторності. Фітотричні показники вимірювали згідно методичних рекомендацій Інституту садівництва УААН [6]. Діаметр штамбу вимірювали на висоті 30 см над місцем щеплення. Довжину пагонів вимірювали лінійкою від основи пагона до верхівкової бруньки в кінці вегетації, середню довжину визначали із 15 пагонів. Чисту продуктивність фотосинтезу починали визначати через 17–20 діб після цвітіння, коли зав'язь досягала маси 3–5 г за формулою:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{S * T}, \text{ '}$$

де: ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;
S – сумарна площа листя на обліковому пагоні, м² ;
T – час досліду, кількість діб;
B1 – суха маса плодів, пагона і листків на початку досліду, г;
B2 – суха маса плодів, пагона і листків в кінці досліду, г.

Статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм [6].

Основні результати досліджень. Ріст і розвиток плодового дерева характеризують показники діаметр та приріст штамбу. Дослідженнями встановлено (табл. 1), що найбільший діаметр штамбу у 2017 році був у дерев яблуні сорту Джонаголд – 45,2 мм, натомість аналогічний показник Ред Чіфа серед досліджуваних сортів був мінімальним – 33,8 мм.

У міру росту дерев в наступні роки досліджень діаметр їхнього штамбу поступово збільшувався і сягнув у 2020 р. значення 60,4–82,4 мм. Найбільше значення у цього показника

Таблиця 1

Діаметр та приріст штамбу дерев яблуні залежно від помологічного сорту, мм

Сорт	Показник	Роки				Середнє
		2017	2018	2019	2020	
Голден Делішес (контроль)	діаметр	39,4	58,0	66,4	72,9	59,18
	приріст	-	18,6	8,4	6,5	11,2
Ред Чіф	діаметр	33,8	50,0	55,6	62,8	50,55
	приріст	-	16,2	5,6	7,2	9,7
Фуджі	діаметр	39,7	48,9	53,8	60,4	50,70
	приріст	-	9,2	4,9	6,6	6,9
Флоріна	діаметр	40,1	51,6	58,8	62,4	53,23
	приріст	-	11,5	7,2	3,6	7,4
Джонаголд	діаметр	45,2	65,7	75,4	82,4	67,18
	приріст	-	20,5	9,7	7,0	12,4
НІР ₀₅ діаметр		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
НІР ₀₅ приріст		0,4	0,4	0,4	0,4	0,5

Таблиця 2

Середня довжина пагона дерев яблуні залежно від помологічного сорту, см

Сорт	Роки				Середнє
	2017	2018	2019	2020	
Голден Делішес (контроль)	40,2	38,1	37,5	39,5	38,8
Ред Чіф	46,4	44,3	42,6	46,1	44,8
Фуджі	41,7	40,1	39,4	40,2	40,3
Флоріна	46,3	42,3	41,3	45,1	43,7
Джонаголд	47,8	45,7	44,2	47,0	46,1
НІР ₀₅	1,6	1,6	1,6	1,6	0,9

спостерігалось у дерев сорту Джонаголд – 82,4 мм, тоді як діаметр штамбу дерев сорту Фуджі не перевищував значення 60,4 мм.

В середньому за період досліджень діаметр штамбу дерев коливався в межах 50,55–67,18 мм за істотно вищого показника у сорту Джонаголд та неістотної різниці між сортами Фуджі та Ред Чіф.

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 1) встановлено значні відмінності за показником діаметра штамбу залежно від сорту яблуні і року досліджень. Діаметр штамбу дерев сорту Джонаголд на 8 мм перевищував показники контрольного сорту, за значно нижчих значень у дерев інших сортів.

Середня довжина пагона дерев яблуні впродовж періоду досліджень суттєво різнилася залежно від сорту та року досліджень (табл. 2). Так, у 2017 році значення вказаного показника переважало у дерев сорту Джонаголд (47,8 см), за неістотної різниці між сортами Ред Чіф та Флоріна. У 2018 році переваги за середньою довжиною пагона були у дерев сорту Джонаголд (45,7 см) та Ред Чіф (44,3 см). У 2019–2020 рр. зберігалася аналогічна тенденція до істотних значень цього показника у вказаних сортах.

В середньому за роки досліджень середня довжина пагона дерев яблуні сорту Джонаголд на 7,3 см переважала показник контрольного сорту та на 1,3 см – сорту Фуджі.

Дисперсійний аналіз показав достовірний вплив сорту в окремі роки досліджень на середню довжину пагона (рис. 2). Середня довжина пагона дерев сорту Джонаголд за період досліджень на 8,6 % перевищувала аналогічний показник контролю за неістотної різниці за вказаним показником сорту Ред Чіф.

Мінімальні значення за період досліджень виявлені у дерев контрольного сорту Голден Делішес.

У 2017 році середня довжина пагона досліджуваних сортів була найвищою і коливалася в межах 40,2–47,8 см, тоді як у 2019 р. зафіксовані найнижчі значення вказаного показника – 37,5–44,2 см залежно від сорту.

Отже, за період досліджень середня довжина пагона дерев сорту Джонаголд була на 8,6 % вищою проти контролю за неістотної різниці за вказаним показником сорту Ред Чіф та за мінімуму у дерев сорту Голден Делішес.

Дослідження чистої продуктивності фотосинтезу листя (табл. 3) у 2018 році показали значні переваги значення вказаного показника у листках сорту Джонаголд, що в 1,6 рази перевищувало мінімум встановлений у сорту Голден Делішес.

В наступні роки досліджень зберігалася попередня тенденція до мінімальних показників чистої продуктивності листя сорту Голден Делішес, що в 1,8 та в 1,6 рази перевищувала максимум в насадженнях сорту Джонаголд у 2019 та 2020 році відповідно. Чиста продуктивність листя сорту Фуджі була в 1,5 та 1,4 рази нижчою проти аналогічного показника сорту Джонаголд у 2019 та 2020 роках відповідно.

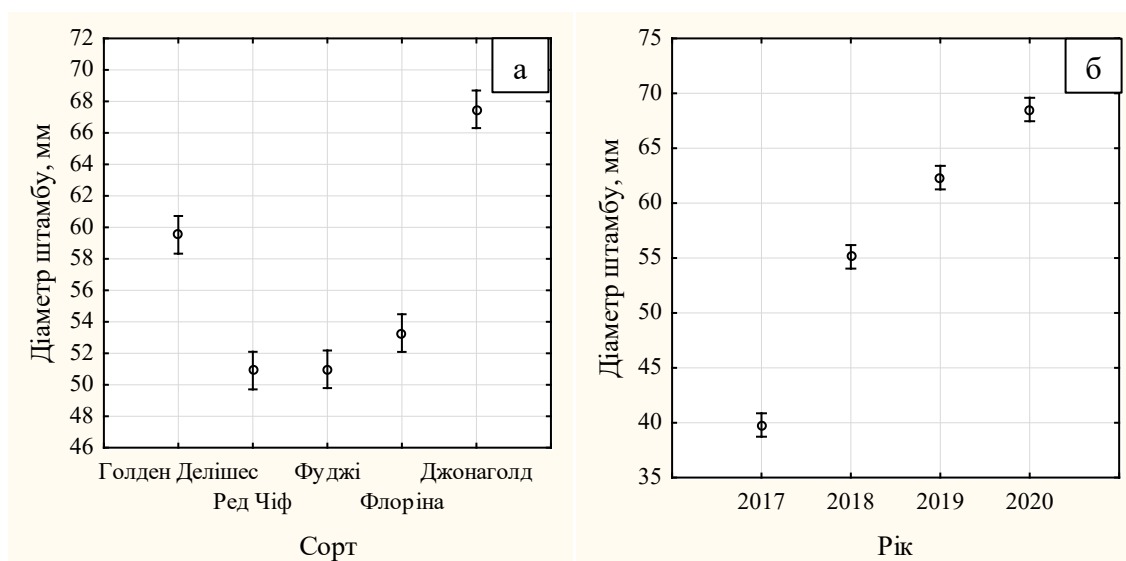


Рис. 1. Діаметр штамбу дерев яблуні залежно від: а – сорту, б – року досліджень (результати дисперсійного аналізу), мм

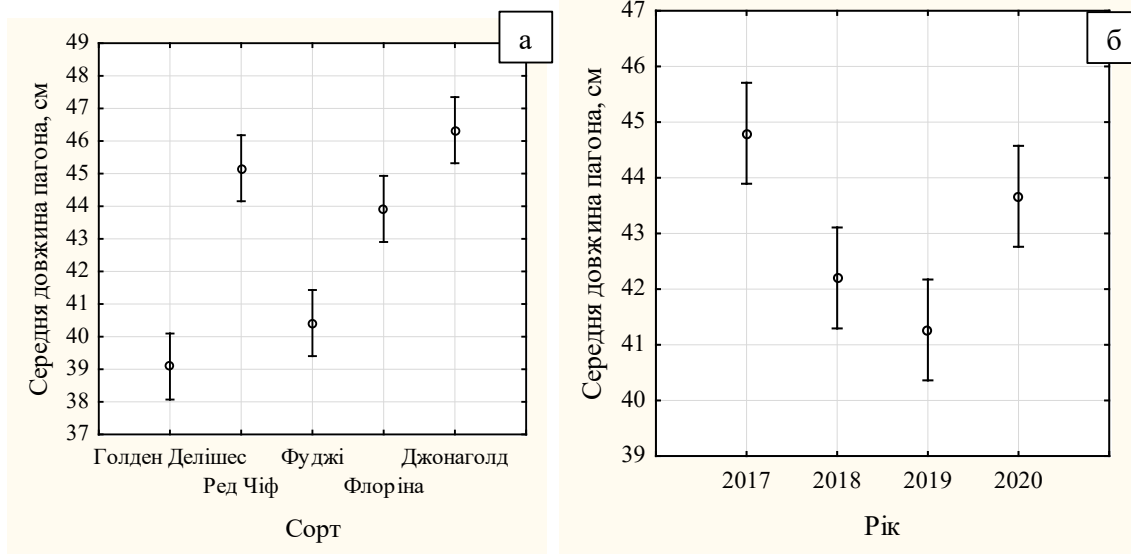


Рис. 2. Середня довжина пагона дерев яблуні залежно від: а – сорту, б – року досліджень (результати дисперсійного аналізу), см

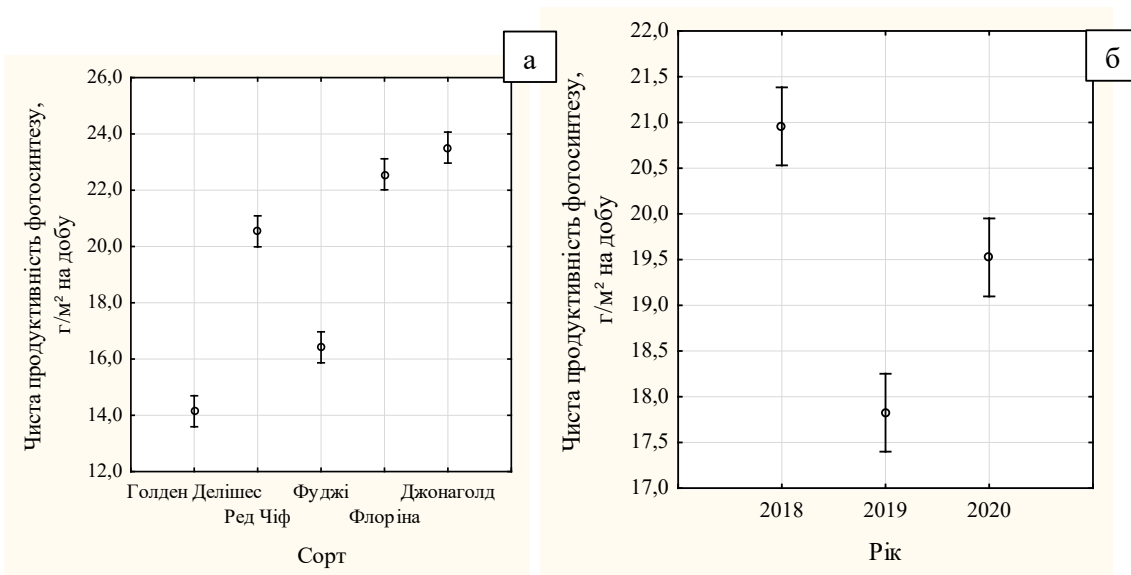


Рис. 3. Середня чиста продуктивність фотосинтезу листя дерев яблуні залежно від: а – сорту, б – року досліджень (результати дисперсійного аналізу), г/м² на добу

Таблиця 3
Чиста продуктивність фотосинтезу листя, дерев яблуні залежно від помологічних сортів, г/м² за добу

Сорт	Роки			Середнє
	2018	2019	2020	
Голден Делішес (контроль)	15,7	12,3	14,2	14,1
Ред Чіф	22,3	18,4	20,7	20,5
Фуджі	17,4	15,0	16,6	16,3
Флоріна	23,6	20,8	22,7	22,4
Джонаголд	25,1	21,9	23,1	23,4
НІР ₀₅	0,6	0,6	0,6	0,5

В середньому за період досліджень чиста продуктивність фотосинтезу листя дерев яблуні сорту Голден Делішес в 1,6 рази поступалася відповідному показнику сорту Джонаголд.

Дисперсійним аналізом встановлено (рис. 3), що впродовж досліджень максимальна середня чиста продуктивність фотосинтезу листя дерев яблуні досягнута у сорту Джонаголд, що в 1,7 рази перевищувала значення контрольного сорту та в 1,4 рази – показник сорту Фуджі. Впродовж періоду досліджень мінімум середньої продуктивності фотосинтезу листя яблуні виявлено у 2019 році.

Отже, чиста продуктивність фотосинтезу листя дерев яблуні за період досліджень дося-

гала максимальних значень у листках сорту Джонаголд, що, в середньому, в 1,7 рази перевищувало значення контрольного сорту за мінімуму встановленого у 2019 році.

Висновок. Підсумковий аналіз за період досліджень показав, що сорт Джонаголд переважав за діаметром штамбу, а середня довжина пагона дерев сорту Джонаголд була на 8,6 % вищою проти контролю за неістотної різниці за вказаним показником сорту Ред Чіф та за мінімуму у дерев сорту Голден Делішес. За цього чиста продуктивність фотосинтезу листя дерев яблуні досягала максимальних значень у сорту Джонаголд.

Література

1. Chou S.; Chen B.; Chen J.; Wang M.; Wang S.; Croft H.; Shi Q. Estimation of leaf photosynthetic capacity from the photochemical reflectance index and leaf pigments. *Ecol. Indic.* 2020. Vol. 110. P. 105867. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105867> (date of access: 06.05.2020).
2. Atay E., Crété X., Loubet D., Lauri P. E. Effects of different crop loads on physiological, yield and fruit quality of 'JoyaTM' apple trees: High crop load decreases maximum daily trunk diameter and does not affect stem water potential. *International Journal of Fruit Science.* 2021. Vol. 21(1). P. 955-969. DOI:10.1080/15538362.2021.1951922 (date of access: July 2021).
3. Robinson T. L., Lakso A. N., Carpenter S. G. Canopy Development, Yield, and Fruit Quality of Empire' and Delicious' Apple Trees Grown in Four Orchard Production Systems for Ten Years. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 1991. Vol. 116(2). P. 179-187.
4. Заморський В.В. Приріст фітомаси дерев яблуні залежно від типу підщепи, інтеркалярної вставки, щільності садіння та строків обрізування. *Зб. наук. праць «Агроєкологія».* 2013. № 11. С. 112-115.
5. Тарнавська К. П., Довбиш О. П. Урожайність та якість плодів клонів Джонаголду вітчизняної селекції в умовах Поділля. *Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства : зб. матеріалів доп. учасн.*

Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 2-4 жовт. 2013 р. С. 110-111.

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

References

1. Chou S.; Chen B.; Chen J.; Wang M.; Wang S.; Croft H.; Shi Q. Estimation of leaf photosynthetic capacity from the photochemical reflectance index and leaf pigments. *Ecol. Indic.* 2020. Vol. 110. P. 105867. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105867> (date of access: 06.05.2020).
2. Atay E., Crété X., Loubet D., Lauri P. E. Effects of different crop loads on physiological, yield and fruit quality of 'JoyaTM' apple trees: High crop load decreases maximum daily trunk diameter and does not affect stem water potential. *International Journal of Fruit Science.* 2021. Vol. 21(1). P. 955-969. DOI:10.1080/15538362.2021.1951922 (date of access: July 2021).
3. Robinson T. L., Lakso A. N., Carpenter S. G. Canopy Development, Yield, and Fruit Quality of Empire' and Delicious' Apple Trees Grown in Four Orchard Production Systems for Ten Years. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 1991. Vol. 116(2). P. 179-187.
4. Zamorskyi V.V. Pryrist fitomasy derev yabluni zalezno vid typu pidshchepy, interkaliarnoi vstavky, shchilnosti sadinnia ta strokiv obrizuvannia. [Phytomass growth of apple trees depending on the type of rootstock, intercalary insert, planting density and pruning time] *Zb. nauk. prats «Ahroekolohiia».* 2013. № 11. S. 112-115. [in Ukrainian].
5. Tarnavska K. P., Dovbysh O. P. Urozhainist ta yakist plodiv kloniv Dzhonaholdu vitchyznianoї selektsii v umovakh Podillia. [Productivity and fruit quality of Jonagold clones of domestic selection in the conditions of Podillia] *Ekolohizatsiia staloho rozvytku i noosferna perspektyva informatsiinoho suspilstva : zb. materialiv dop. uchasn. Mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 2-4 zhovt. 2013 r. S. 110-111* [in Ukrainian].
6. Kondratenko P. V., Bublyk M. O. Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy. [Methods of field research with fruit crops] *Kyiv, 1996. 95 s* [in Ukrainian].