

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ В СУЧАСНИХ СОРТІВ ГОРІХУ ГРЕЦЬКОГО В УМОВАХ ЗОНИ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

ЛЯДСЬКА І.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-2775-9995

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ЦИЛЮРИК О.І. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-7479-8401

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ІЖБОЛДІН О.О. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-8076-7206

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ПАЩЕНКО Н.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-2335-4779

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Інтенсифікація виробництва горіхової продукції в умовах зони нестійкого зволоження має виняткове значення для розвитку галузі АПК в умовах регіону, що передумовлено винятковими властивостями та споживною цінністю горіхової продукції як невід'ємного компонента повноцінного харчування людини. Традиційним для країни та регіону є використання грецького горіху як основного джерела цього компонента як через урахування історії сільськогосподарського виробництва на теренах країни, так і внаслідок більш високої адаптивної спроможності цієї культури. Незважаючи на зміщення традиційного фокусу на інші культури, такі як арахіс та фундук, площі під грецьким горіхом залишаються суттєво більш вагомими та він становить значніший виробничий сегмент, більш стабільний та ключовий [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попит на продукцію горіхівництва та сектор харчування людини, що відводиться на ці потреби з огляду на отримання споживних речовин в необхідному обсязі, постійно зростає. Але існуючі площі та врожайності суттєво запізнюються з задоволенням відповідних потреб. Одним з засобів вирішення цієї проблеми є впровадження нових культур у раніше не пристосованих до цього регіонів з огляду на пом'якшення клімату як генеральну тенденцію, інтродукції нових видів культурних рослин. Постійне удорожчання енергії для виробництва, палива, добрив, хімічних засобів захисту та сортового посадкового матеріалу становлять проблему кризи галузі горіхівництва в ряд критичних [6, 7].

Доволі часто проблеми виникають через відсутність необхідної сортової агротехніки, урахування деяких можливостей, що надає конкретний генотип, можна констатувати, що уваги цьому приділяється недостатньо, або дослідна компонента зовсім відсутня [4, 5].

При практичному використанні постійною проблемою є вибір напівінтенсивного (переважно вітчизняної селекції) або інтенсивного (переважно закордонного) сорту. Першим завданням є не лише отримання високої врожайності, але й стабілізація в часі і в цьому питанні не завжди вибір на користь інтенсивного сорту є аргументованим. Генотипова компонента залишається основою стабільності виробництва в АПК [8, 9].

Зона нестійкого зволоження, до котрої відносяться регіони Півночі Степу, висуває особливі вимоги до адаптивних властивостей сучасних сортів культур. Хоча пом'якшення клімату і призводить до можливості поширення лісостепових та поліських екотипів, все ж таки зберігаються суттєві ризики [2, 10].

Мета. Метою було встановити особливості формування врожайності чотирьох сортів горіху грецького та визначити вплив фотосинтетичної активності та ефективності формування напівінтенсивної крони на показники продуктивності.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді проводили протягом 2020–2022 рр., зразки відбирали у трикратній повторності на дослідних ділянках горіху грецького ТОВ «Агромаг» с. Знаменівка Новомосковського району Дніпропетровської області.

Досліджували чотири сорти горіху грецького Слава Україні, Промінь, Чандлер, Альмінський як частину агро-екологічної оцінки придатності для інтродукції сучасних сортів в умовах Степу України для отримання джерела надходження цінних харчових елементів та інтенсифікації розвитку садівництва. Ґрунт – чорнозем звичайний на лесі.

Технологія вирощування відповідає загальноприйнятій для зони нестійкого зволоження. Облік урожаю горіхів проводили суцільним подільночленим збиранням, схема посадки 4 по 10 кожного сорту (4 × 5). Обрізання проводили напівінтенсивним методом.

Проводили оцінку фотосинтетичної активності приладом SPAD-502 та перерахунком на концентрацію хлорофілу (a+b) згідно загальноновизнаної методики за формулою $Chl = 10M^{0,265}$, де M – значення одиниць SPAD

Статистичну обробку даних проводили методом факторного аналізу при порівнянні вибірок та виявленні мінливості окремих ознак, дискримінантного аналізу для виявлення значимості окремих ознак (програма Statistica 10.0).

Результати досліджень. Протягом 2020 по 2022 роки як періоди інтенсивного плодоношення за сформованими кронами та досягнення оптимального віку насаджень проводили аналіз основних показників продуктивності. Сорти настільки вагомо розрізнилися за цими показниками, що генотипова варіативність

була значима ($F=11,12$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,001$), річні темпи зростання були ще більш значимі ($F=65,14$; $F_{0,05}=4,45$; $P=3,12 \cdot 10^{-4}$).

Значно виділився від інших сортів сорт Промінь, проміжне положення займав сорт Альмінський, на одному рівні, але значно поступаючись іншим сортам були сорти Слава Україні та Чандлер.

Суттєвими мофометричними показниками продуктивності є загальна врожайність, вага горіхів з дерева, вихід горіха. Встановлено, що генотипова варіативність була суттєва для всіх показників ($F=11,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,01$) крім показнику виходу горіха ($F=3,11$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,07$).

Першим з факторів, що впливає на врожайні якості сортів горіху є можливість використання сонячного опромінення. Даний показник доволі часто є найбільш вагомим для горіхових культур з огляду на виняткові вимоги саме для освітлення в поєднанні з необхідним рівнем вологи.

В таблиці 2 показано особливості сонячної активності для різних частин крони та можливості листової поверхні у використанні світлового потоку. Більш перспективним з огляду на врожайність а мінливість цієї ознаки є показники центральної частини, що відтворюють фактично динаміку по врожайності.

Так, саме ефективність опрацювання сонячної енергії центральної частини переважає у більш продук-

тивного сорту Промінь, проміжне положення між сортами Промінь та Слава Україні має сорт Альмінський, потім йдуть сорти Чандлер та Слава України. Значимої варіативності за верхньої ($F=3,01$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,07$) та нижньої третини за генотипами немає ($F=3,34$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,06$).

Також визначали фотосинтетичну активність за показником SPAD та концентрацією хлорофілу у листової поверхні. Набагато кращими були при попарному порівнянні сорти Промінь ($F=23,17$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,001$), потім Альмінський ($F=12,14$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,001$), значно поступалися сорти Чандлер та Слава Україні ($F=45,14$; $F_{0,05}=3,84$; $P=0,0001$), достовірної різниці між котрими немає ($F=3,92$; $F_{0,05}=5,45$; $P=0,08$).

Щоб встановити вагомість окремих факторів при впливі на формування врожайних параметрів було проведено факторний (таблиця 4) та дискримінантний аналізи (таблиця 5, рисунок 1). Показано, що за мінливістю окремих ознак, що в залежності від сорту та врожайності, перебували такі ознаки як SPAD та усі три типи освітлення в залежності від частини крони. Але попередня таблиця не зовсім узгоджується з цими даними, тому для більшої ідентифікаційної сили був проведений дискримінантний аналіз (таблиця 5, рис. 1).

Результати цього аналізу показали, що істотними були для врожайності SPAD. Усі інші параметри були недостовірні.

Таблиця 1

Основні показники продуктивності сортів горіху грецького ($x \pm SD$, $n = 40$)

Ознака	Слава Україні	Промінь	Чандлер	Альмінський
Врожай з дерева, кг	28,11 \pm 2,09 ^a	49,17 \pm 1,11 ^b	29,18 \pm 1,17 ^a	34,11 \pm 1,14 ^{ac}
Cv, %	9,78	5,37	5,44	6,11
Врожай, т*га ⁻¹	4,78 \pm 0,47 ^a	8,34 \pm 0,29 ^b	4,14 \pm 0,21 ^a	5,92 \pm 0,35 ^c
Cv, %	10,32	4,98	5,99	7,09
Вихід горіха, %	51,5 \pm 3,11 ^a	50,51 \pm 2,81 ^a	52,13 \pm 1,98 ^a	59,23 \pm 3,66 ^b
Cv, %	4,97	3,12	2,98	4,43

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 2

Освітленість за кроною сортів горіху грецького (2020–2022 рр.) ($x \pm SD$, $n = 5$)

Сорт	Верхня третина		Центральна		Нижня третина	
	люкс	%	люкс	%	люкс	%
Слава Україні	8433 ^a	10,3	7300 ^a	9,0	2633 ^a	3,2
Промінь	8940 ^a	11,6	7930 ^b	9,6	3010 ^a	4,1
Чандлер	8100 ^a	9,4	6260 ^c	7,2	2900 ^a	3,3
Альмінський	8630 ^a	10,0	7440 ^{ab}	9,2	3100 ^a	3,2

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 3

Фотосинтетична активність (2020–2022 рр.) ($x \pm SD$, $n = 20$)

Сорт	SPAD	SD	Chl, мкмоль/м ²	SD
Слава Україні	46,47 ^a	1,86	582,9 ^a	15,10
Промінь	55,20 ^b	0,87	784,8 ^b	9,21
Чандлер	45,17 ^a	0,95	555,8 ^a	9,66
Альмінський	49,77 ^c	0,45	655,2 ^c	6,45

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 4

Факторний аналіз окремих елементів

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	F _{критичне}
SPAD	180,15	3	60,05	45,15	<0,01	4,06
Освітленість-1	2442500	3	814166,7	7,75	<0,01	4,06
Освітленість-2	3656667	3	1218889	12,19	<0,01	4,06
Освітленість-3	2529167	3	843055,6	8,95	<0,01	4,06

Таблиця 5

Дискримінантний аналіз елементів фотосинтетичної активності

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (3,50)	p-level
SPAD	0,040	10,05	0,014
Освітленість-1	0,017	0,60	0,474
Освітленість-2	0,015	2,86	0,197
Освітленість-3	0,009	1,01	0,428

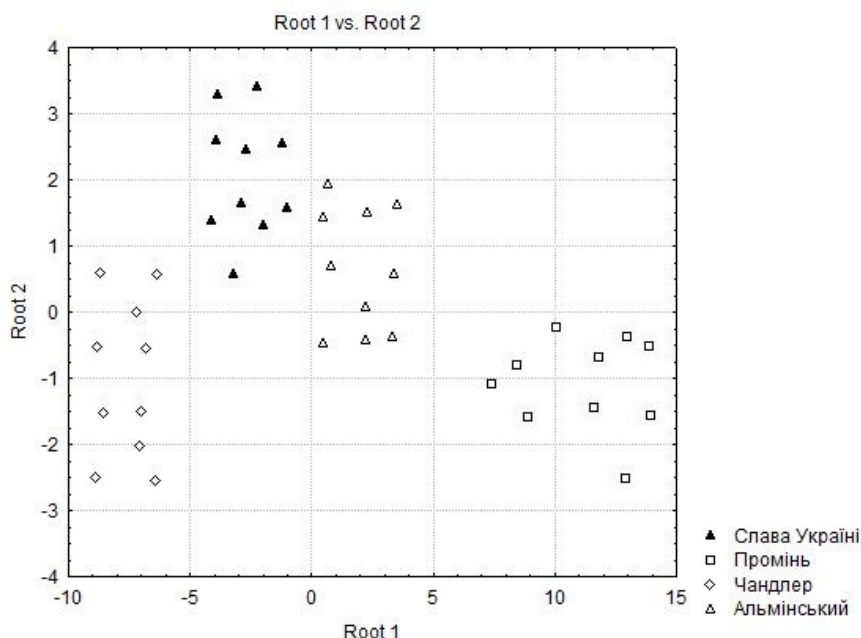


Рис. 1. Результати аналізу класифікації сортів в факторному просторі

За результатами аналізу в просторі канонічних функцій знаходимо (рис. 1), що можна поділити за механізмом використання надходження світової енергії досліджувані сорти на дві групи (що дає в взаємодії досліджуваних факторів принципово нову картину).

До першої групи належав сорт Промінь, котрий формував суттєво вищу врожайність та показував суттєво вищі показники, до другої групи віднесли усі інші сорти Альмінський, Чандлер, Слава Україні. Таким чином, хоч врожайність і суттєво для регіону залежить від фотосинтетичної активності, варто мати додаткові можливості для ідентифікації статистично достовірних, але не таких вагомих за позитивними врожайними якостями сортів як сорт Альмінський.

Висновки. Ураховуючи особливості формування продуктивності в зоні півночі Степу, можна вважати доведеним, що ключове значення має ефективність у використанні сонячного опромінення для утворення товарних

горіхів саме центральної частини крони при напівінтенсивному обрізанні. Разом з тим, даний тип найбільш придатний для такого же сорту Промінь. Інтенсивний сорт Чандлер не показав високого врожаю або якихось додаткових відмінних переваг. Про високу продуктивність свідчить перш за все фотосинтетична активність, але вона є достатньо грубим критерієм для оцінки продуктивності і, якщо у випадку високоврожайного сорту Промінь можна виявити корисну ознаку лише за цим показником, то для сортів з менш вагомою прибавкою до врожайності це неможливо і там необхідний пошук додаткових критеріїв. Більш високоврожайним та рекомендується для вирощування в виробничих посівах сорт Промінь, обмежено перспективним може бути сорт Альмінський.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Aydemirm B., Yilgin Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut

- Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. <https://doi.org/10.31466/kfbd.974829>
- Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinfard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>
 - Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. *Molecules*, 27, 3854. <https://doi.org/10.3390/molecules27123854>
 - Campa N.A., Rodríguez M.R., Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510>
 - Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of *Corylus avellana* L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7>
 - Cristofori V., Pica A.L., Silvestri C., Bizzarri S. (2018). Phenology and yield evaluation of hazelnut cultivars in Latium region. *Acta Horticulturae*, 1226, 123–130. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.17>
 - Di Lena B., Curci G., Vergni L., Farinelli D. (2022). Climatic Suitability of Different Areas in Abruzzo, Central Italy, for the Cultivation of Hazelnut. *Horticulturae*, 8, 580. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070580>
 - Erbaş N., Çınar G., Kılıç K. (2022). Classification of hazelnuts according to their quality using deep learning algorithms. *Czech Journal Food Science*, 40, 240–248. <https://doi.org/10.17221/21/2022-CJFS>
 - Jenderek M.M., Serimian J.C., Postman J.D., Hummer K.E., Yeater K.M. (2022). Yield and nut characteristics of hazelnut genotypes grown in San Joaquin Valley. *California. Crop Science*, 62(3), 1188–1199. <https://doi.org/10.1002/csc2.20720>
 - Jha P.K., Materia S., Zizzi G., Costa-Saura J.M., Trabucco A., Evans J., Bregaglio S. (2021). Climate change impacts on phenology and yield of hazelnut in Australia. *Agricultural Systems*, 186, 102982. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102982>
 - Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510>
 - Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of *Corylus avellana* L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7>
 - Cristofori V., Pica A.L., Silvestri C., Bizzarri S. (2018). Phenology and yield evaluation of hazelnut cultivars in Latium region. *Acta Horticulturae*, 1226, 123–130. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.17>
 - Di Lena B., Curci G., Vergni L., Farinelli D. (2022). Climatic Suitability of Different Areas in Abruzzo, Central Italy, for the Cultivation of Hazelnut. *Horticulturae*, 8, 580. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070580>
 - Erbaş N., Çınar G., Kılıç K. (2022). Classification of hazelnuts according to their quality using deep learning algorithms. *Czech Journal Food Science*, 40, 240–248. <https://doi.org/10.17221/21/2022-CJFS>
 - Jenderek M.M., Serimian J.C., Postman J.D., Hummer K.E., Yeater K.M. (2022). Yield and nut characteristics of hazelnut genotypes grown in San Joaquin Valley. *California. Crop Science*, 62(3), 1188–1199. <https://doi.org/10.1002/csc2.20720>
 - Jha P.K., Materia S., Zizzi G., Costa-Saura J.M., Trabucco A., Evans J., Bregaglio S. (2021). Climate change impacts on phenology and yield of hazelnut in Australia. *Agricultural Systems*, 186, 102982. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102982>

REFERENCES:

- Aydemirm B., Yılgin Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. <https://doi.org/10.31466/kfbd.974829>
- Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinfard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>
- Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. *Molecules*, 27, 3854. <https://doi.org/10.3390/molecules27123854>
- Campa N.A., Rodríguez M.R., Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and

Лядська І.В., Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., Пащенко Н.О. Особливості формування врожайності в сучасних сортів горіху грецького в умовах зони нестійкого зволоження

Інтенсифікація виробництва горіхової продукції в умовах зони нестійкого зволоження має виняткове значення для розвитку галузі АПК в умовах регіону, що передумовлено винятковими властивостями та споживною цінністю горіхової продукції як невід'ємного компоненту повноцінного харчування людини. **Мета.** Метою було встановити особливості формування врожайності чотирьох сортів горіху грецького та визначити вплив фотосинтетичної активності та ефективності формування напівінтенсивної крони на показники продуктивності. **Методи.** Польові дослідження проводили протягом 2020–2022 рр., зразки відбирали у трикратній повторності на дослідних ділянках горіху грецького ТОВ «Агромаг» с. Знаменівка Новомосковського району Дніпропетровської області. Досліджували чотири сорти горіху грецького Слава України, Промінь, Чандлер, Альмінський. Облік урожаю горіхів проводили суцільним подільночним збиранням, схема посадки 4 по 10 кожного сорту (4 × 5). Обрізання проводили напівінтенсивним методом. **Результати.** Генотипова варіативність була значима, річні темпи зростання були ще більш значимі. Значно виділився від інших сортів сорт Промінь, проміжне положення займає сорт Альмінський, на одному рівні, але значно поступаючись іншим сортам були сорти Слава України та Чандлер. Саме ефективність опрацювання сонячної енергії центральної частини переважає у більш продуктивного сорту Промінь, проміжне положення між сортами Промінь та Слава України має сорт Альмінський, потім йдуть сорти Чандлер та Слава України. Значимої варіативності за

верхньої та нижньої третини за генотипами немає. За механізмом використання надходження світової енергії досліджувані сорти діляться на дві групи. До першої групи належав сорт Промінь, котрий формував суттєво вищу врожайність та показував суттєво вищі показники, до другої групи віднесли усі інші сорти Альмінський, Чандлер, Слава Україні. **Висновки.** Ключове значення має ефективність у використанні сонячного опромінення для утворення товарних горіхів саме центральна частина крони при напівінтенсивному обрізанні. Даний тип найбільш придатний для такого же сорту Промінь. Інтенсивний сорт не показав високого врожаю або якихось додаткових відмінних переваг. Про високу продуктивність свідчить перш за все фотосинтетична активність, але вона є достатньо грубим критерієм для оцінки продуктивності.

Ключові слова: горіх грецький, сорт, врожай, фотосинтетична активність.

Liadska I.V., Tsyliuryk O.I., Izhboldin O.O., Paschenko N.O. Peculiarities of yield formation for modern varieties of walnut under the conditions of the zone of unstable precipitations

The intensification of the production of nut products in the conditions of the zone of unstable moisture is of exceptional importance for the development of the agricultural industry in the conditions of the region, which is predetermined by the exceptional properties and consumption value of nut products as an integral component of a complete human diet. **Purpose.** The aim was to establish the features of yield formation of four varieties of buckwheat and to determine the influence of photosynthetic activity and the efficiency of semi-intensive crown formation on productivity indicators. **Methods.** Field experiments were conducted during 2020–2022, samples were taken in triplicate at

the walnut test plots of LLC Agromag v. Znamenivka of the Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region. Four walnut varieties Promin, Alminsky, Chandler, Slava Ukraine were studied. The record of the nut harvest was carried out by continuous divisional harvesting, the planting scheme was 4 by 10 of each variety (4 × 5). Circumcision was performed using a semi-intensive method. **Results.** Genotypic variability was significant, annual growth rates were even more significant. The variety Promin stood out significantly from the other varieties, the variety Alminsky occupied an intermediate position, on the same level, but significantly inferior to the other varieties, were the varieties Slava Ukraine and Chandler. It is the efficiency of the processing of solar energy of the central part that prevails in the more productive variety Promin, the intermediate position between the varieties Promin and Slava Ukraine is held by the variety Alminsky, followed by the varieties Chandler and Slava Ukraine. There is no significant variability in the upper and lower thirds by genotypes. According to the mechanism of use of the incoming world energy, the studied varieties are divided into two groups. The first group included the variety Promin, which formed a significantly higher yield and showed significantly higher indicators, the second group included all other varieties Alminsky, Chandler, Slava Ukraine. **Conclusions.** It is the central part of the crown with semi-intensive pruning that is of key importance in the use of solar radiation for the formation of marketable nuts. This type is most suitable for the same variety of Promin. The intensive variety did not show a high yield or any additional distinctive advantages. High productivity is primarily evidenced by photosynthetic activity, but it is a fairly rough criterion for evaluating productivity.

Key words: walnut, variety, yield, photosynthetic activity.