

ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

УДК 634.717:526.32:581.144.4

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЛИСТКІВ НОВИХ СОРТІВ ОЖИНИ (*RUBUS L.*) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. Ю. ТЕЛЕПЕНЬКО, молодший науковий співробітник
Інститут садівництва НААН

В. О. СІЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри садівництва ім. проф. В. Л. Симиренка
*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

E-mail:juli23@meta.ua

Анотація. Наведено результати досліджень комплексу фізіологічних показників листя з метою оцінки адаптивності 25 сортів ожини, а саме *Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Cacanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, LochTay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (к) та Садове чудо*.

Встановлено, що найвищий адаптивний потенціал до зниження інтенсивності освітлення та більш стабільну пігментну систему серед досліджуваних сортів мають *Asterina* та *LochTay*, у яких відмічено найменше співвідношення хлорофілів *a/ b*. Найвище співвідношення хлорофілів *a/ b* зафіксовано у сортів *Kiowa* та *Apache*, що відповідно вказує на нижчі адаптивні властивості цих сортів у даних умовах. Найбільшу кількість сухої речовини на одиницю площі листка зафіксовано у сортів *Natches, Tornfree* та *Heaven Can Wait*. Це вказує, що дані сорти мають вищу фотосинтетичну активність, яка забезпечує більшу врожайність. Визначено пряму кореляційну залежність між показником питомої поверхневої щільності листків (ППЩЛ), який характеризує роботу фотосинтетичного апарату рослини та врожайністю сортів.

Ключові слова: *ожина, сорт, зелені пігменти, хлорофіл, фотосинтез, адаптивний потенціал, врожайність*

Актуальність. Ожина досить відома культура у світі. На даний час відомо понад 300 сортів, у тому числі малино-ожинових гібридів. Проте на території нашої країни ожина є малопоширеною культурою [1]. До «Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні» внесено лише п'ять, з яких два – вітчизняної селекції. Даний факт не дає можливості садівничим господарствам для створення повноцінних насаджень цієї культури. У зв'язку з чим надається значна увага детальному вивченню

адаптивних властивостей нових сортів ожини, які у світі вже посідають провідні місця, до умов Лісостепу України. Оскільки зниження рівня освітленості призводить до зменшення продуктивності рослин, визначення вмісту зелених пігментів у листках дозволить встановити адаптивний потенціал досліджуваних сортів, адже рослини оцінювалися на фоні одного рівня освітлення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На думку Д. П. Проценка [2], зелені рослини в процесі еволюції, пристосувались до максимального забезпечення рослини вуглекислотою та сонячним промінням з навколишнього середовища. Таке пристосування у вищих рослин пов'язане з утворенням спеціального органу, що виконує основну фізіологічну функцію – листка. Листок є одним із основних органів рослини. У ньому відбуваються найголовніші процеси, такі як газообмін, фотосинтез та транспірація [3]. Листок продукує первинну органічну речовину, яка використовується всіма живими організмами на нашій планеті – кисень, необхідний для всіх, поглинає вуглекислий газ атмосфери, тим самим очищуючи її від надлишкової кількості цього газу. Фотосинтез – це першооснова біологічної продуктивності рослин, основний процес живлення самих рослин і саме він встановлює можливість отримання високих врожаїв. Процес фотосинтезу починається з поглинання кванту світла пігментною системою рослини. Основним фотосинтетичним пігментом є хлорофіл а, який на першому етапі фотосинтезу бере участь у засвоєнні сонячної енергії, яку передає до реакційних центрів. Хлорофіл b, що зосереджений в світлозбиральних комплексах фотосистеми 1 та антенних хлорофіл-білкових комплексах фотосистеми 2, поглинає енергію світла і без випромінювання зі 100 % ефективністю передає її на хлорофіл а [3, 6]. Ефективність фотосинтезу залежить як від кількісного вмісту зелених пігментів у листку, так і від співвідношення форм хлорофілів а/б, яке характеризує структурну організацію хлоропластів і ступінь потенціалу адаптації до змін навколишнього середовища [5]. Формування потенційної продуктивності рослин тісно пов'язане із їх фотосинтезуючою діяльністю, особливе місце в якій займає активність роботи хлоропластів [4].

Мета досліджень полягає у визначенні показників структурно-функціонального стану листового апарату сортів ожини, що дасть можливість оцінити адаптивний потенціал досліджуваних сортів.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено за умов Західного Лісостепу України на базі Інституту садівництва НААН (м. Київ) упродовж 2016 – 2017 рр. Об'єктом досліджень були 25 сортів ожини: Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Cacanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (к) та Садове чудо. Рослини висаджено за методикою колекційного сортовивчення [7] восени 2014 року. Схема садіння рослин 3,00 × 1,25 м. Напрям розміщення рядів – з півночі на південь. Пагони рослин прикріплені до шпалери. Агротехнічні

заходи проводились згідно загальноприйнятої технології вирощування ягідних культур.

Лабораторні дослідження проводили в лабораторії фізіології рослин і мікробіології ІС НААН України.

Визначення концентрації хлорофілів проводили в серпні місяці, коли ріст листків закінчився, але ще не розпочалось їх старіння. Листки відбирали із середнього ярусу куща, із середньої частини пагона з максимально однаковою освітленістю. Використовували спиртову витяжку пігментів 96 % розчину етанолу. Оптичну щільність визначали за допомогою електрофотометра КФК-3-01-«ЗОМЗ». Концентрацію хлорофілів (за довжини хвилі 649 та 665 нм) розраховували за формулами, а ППЩЛ – як співвідношення сухої маси листка до одиниці його площі [7].

Результати досліджень та їх обговорення. Дані щодо загального вмісту хлорофілів у листках сортів ожини та показник ППЩЛ в середньому за роки досліджень наведено у таблиці 1.

Загалом в розрізі досліджуваних сортів відмічено різні показники вмісту у листках хлорофілу а (від 1,10 до 3,10 мг/г). Максимальна його концентрація в листках зафіксована у сортів Chester, Садове чудо, Adriene та Apache, що не істотно перевищує показник контрольного сорту Насолода. Істотно нижчими показниками вмісту хлорофілу а характеризуються сорти Brzezina, Black Magic, Black Butte та Cacanska Bestrna.

Уміст хлорофілу b у листках досліджуваних сортів ожини коливається в межах від 0,39 (у сорту Cacanska Bestrna) до 1,08 мг/г (Chester). Також найнижчим вмістом хлорофілу b у листках характеризуються сорти Black Butte, Kiowa та Black Magic. Найвищий показник умісту хлорофілу b зафіксовано у листках сорту Садове чудо, що на 0,41 мг/г вище, ніж у Насолоди.

Визначення умісту хлорофілів у листках та їх суми виявило, що сума хлорофілів а + b варіює від 1,56 мг/г у сорту Black Butte до 4,18 мг/г сирої маси у сорту Chester. Визначення умісту хлорофілів у листках – це функціональний тест на рівень освітлення рослин. За умов зниження рівня освітлення сума хлорофілів зростає. Це зумовлено адаптивністю рослин до умов вирощування. Особливо чутливо реагують рослини другого ярусу, що мають походження з лісових екотопів.

Кореляційний аналіз виявив слабку від'ємну залежність ($r = - 0,34$) між сумою хлорофілів а + b та урожайністю досліджуваних сортів. Від'ємна кореляція вказує, що підвищення суми хлорофілів зумовлюється нестачею рівня освітленості, що, в свою чергу, призводить до зниження продуктивності рослин.

Ефективність процесу фотосинтезу певною мірою залежить як від кількісного вмісту зелених пігментів у листі, так і від співвідношення форм хлорофілів. Це співвідношення характеризує структурну організацію хлоропластів і ступінь потенціалу адаптації рослини до змін умов навколишнього середовища [5].

1. Структурно-функціональні показники листків та врожайність сортів ожини (усереднене за 2016-2017 рр.)

Назва сорту	Хлорофіл, мг/г сирої маси			a/ b	ППЩЛ, г/см ² площі листка	Урожай-ність, т/га
	a	b	a + b			
Сланкі						
BlackButte	1,12	0,44	1,56	2,6	8,3	2,86
BlackDiamond	1,68	0,66	2,34	2,6	7,9	1,91
BlackPearl	1,54	0,57	2,11	2,7	8,3	2,28
KarakaBlack	1,63	0,59	2,22	2,8	8,8	4,80
Напівпряморослі						
Adriene	2,61	0,94	3,55	2,8	7,7	0,67
Asterina	1,91	0,89	2,80	2,2	9,7	8,81
Brzezina	1,46	0,52	1,98	2,8	9,1	4,04
CacanskaBestrna	1,10	0,39	1,49	2,8	8,6	5,99
ChiefJoseph	1,90	0,66	2,56	2,9	8,2	4,17
HeavenCanWait	1,98	0,69	2,67	2,9	10,5	6,11
LochTay	1,78	0,86	2,64	2,1	9,6	5,77
Natches	1,60	0,67	2,27	2,4	10,8	4,51
Navaho	1,52	0,54	2,06	2,8	7,1	2,87
Orkan	1,71	0,60	2,31	2,9	9,5	6,06
Tornfree	2,11	0,83	2,94	2,5	10,6	9,59
TripleCrown	2,07	0,91	2,98	2,3	9,5	3,31
Насолода (к)	1,80	0,65	2,45	2,8	9,1	3,82
Садове чудо	2,84	1,06	3,90	2,7	7,5	2,26
Пряморослі						
Apache	2,27	0,66	2,93	3,4	8,9	1,54
BlackMagic	1,43	0,49	1,92	2,9	9,2	1,00
Chester	3,10	1,08	4,18	2,9	9,5	5,60
Jumbo	1,50	0,59	2,09	2,5	8,3	1,98
Kiowa	1,50	0,47	1,97	3,2	8,1	2,38
Ouachita	1,54	0,55	2,09	2,8	8,1	2,33
Reuben	1,56	0,59	2,15	2,6	7,7	0,47
HIP ₀₅	0,32	0,08	0,41	0,14	0,78	0,19

Відомо [3, 4, 8], що у більшості вищих рослин кількість хлорофілу a вдвічі більша, ніж хлорофілу b . Чим вищий вміст хлорофілу b у листках рослин, тим вищий адаптивний потенціал рослини до зниження інтенсивності освітлення та стабільніша пігментна система.

Найнижчим співвідношенням хлорофілів a/b , а відповідно й кращою адаптивністю до умов навколишнього середовища, характеризуються сорти Loch Tay та Asterina. В їх листках кількість хлорофілу a переважала хлорофіл b лише в 2,1–2,2 раза. В той час як у більшості досліджуваних сортів, у тому числі і в контрольного сорту, дане співвідношення

становило 2,8–2,9. Найвище співвідношення хлорофілів а/ b зафіксовано у сортів Kiowa та Apache (3,2 та 3,4), що відповідно вказує на нижчі адаптивні властивості цих сортів у даних умовах.

Питома поверхнева щільність листків (ППЩЛ) – це морфологічна ознака, яка значною мірою обумовлює продуктивність рослини [7]. У рослин з активнішою роботою фотосинтезуючого апарату накопичується більша кількість сухої речовини на одиницю площі листка за оптимальних умов. За результатами наших досліджень, найвищим значенням ППЩЛ характеризуються сорти Natches (10,8 г/см²), Tornfree (10,6) та HeavenCanWait (10,5 г/см²). Найнижчий показник ППЩЛ зафіксовано у сорту Navaho – 7,1 г/см². Також низьким значенням даного показника характеризуються сорти Садове чудо (7,5 г/см²), Reuben та Adriene (по 7,7 г/см²).

Кореляційний аналіз даних, отриманих в результаті проведених досліджень, показав пряму залежність ($r = 0,70$) між ППЩЛ та врожайністю сортів ожини. Це підтверджує вищенаведені твердження про залежність ППЩЛ та роботи фотосинтезуючого апарату, від інтенсивності якого залежить продуктивність рослин.

Як правило, сорти з високим рівнем співвідношення хлорофілів а/ в мають нижчий показник ППЩЛ, що підтверджується проведеним кореляційним аналізом, який виявив від'ємну залежність між цими показниками ($r = - 0,27$).

Висновки і перспективи. За результатами проведених досліджень встановлено, що найвищий адаптивний потенціал до зниження інтенсивності освітлення та стабільнішу пігментну систему серед досліджуваних сортів мають Asterina та Loch Tay, у яких відмічено найменше співвідношення хлорофілів а/б. Найменш адаптивними виявились сорти Kiowa та Apache (співвідношення хлорофілів а/б – 3,2 та 3,4 відповідно).

Встановлено пряму кореляційну залежність ($r = 0,70$) між показником питомої поверхневої щільності листка (ППЩЛ) та врожайністю сортів. Найбільшу кількість сухої речовини на одиницю площі листка зафіксовано у сортів Natches (10,8 г/см²), Tornfree (10,6) та Heaven Can Wait (10,5 г/см²). Отже, дані сорти мають вищу фотосинтетичну активність, яка забезпечує більшу врожайність. Також встановлено від'ємну кореляційну залежність між сумою хлорофілів а + b та урожайністю досліджуваних сортів, що пояснює підвищення суми хлорофілів через нестачу освітленості, яка, в свою чергу, призводить до зниження продуктивності рослин.

На основі результатів дослідження адаптивних властивостей можна зробити висновки, що більшість досліджуваних сортів ожини мають досить високий адаптивний потенціал до умов вирощування, який доводить можливість впровадження у виробництво сортів цієї поки що малопоширеної ягідної культури.

Список використаних джерел

1. Шеренговий, П. З. Сучасні технології вирощування ожини та малино-ожинових гібридів [Текст] / П. З. Шеренговий, В. О. Сіленко, Ю. Ю. Андрусик, О. В. Сердюк та ін. – К.: Нілан: ЛТД, 2013. – 132 с.

2. Проценко, Д. П. Анатомія рослин [Текст] / Д. П. Проценко. – Київ : Вища школа, 1973. – 232 с.
3. Сытник, К. М. Физиология листа [Текст] / К. М. Сытник, Л. И. Мусатенко, Т. Л. Богданова. – Киев: Наук. думка, 1978. – 392 с.
4. Фізіологічні основи підвищення продуктивності рослин [Текст] : Праці Першої Української республіканської наукової конференції з фізіології рослин / Українська академія сільськогосподарських наук. – К.: Вид-во УАСН, 1959. – 322 с.
5. Андрусик, Ю. Ю. Структурно-функціональний стан листків малини залежно від адаптивності до ґрунтових умов [Текст] / Ю. Ю. Андрусик, О. І. Китаєв // Садівництво. – 2007. – Вип. 60. – С. 255 – 260.
6. Веретенников, А. В. Физиология растений: Учебник [Текст] / А. В. Веретенников. – М.: Академический Проект, 2006. – 480 с.
7. Седов, Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [Текст] / Под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
8. Рябцева, Т. В. Фотосинтез яблони в связи с плотностью размещения деревьев [Текст] / Т. В. Рябцева // Садівництво. – 2005. – Вип. 57. – С. 264 – 269.

References

1. Sherenhovyi, P. Z. (2013). Suchasni tekhnolohii vyroshchuvannya ozhyny ta malyno-ozhynovykh hibrydiv [Modern technologies for growing blackberries and raspberry and blackberry hybrids]. Kyiv : Nilan LTD, 132 s.
2. Protsenko, D. P.(1973). Anatomiiia roslyn [Anatomy of plants]. Kyiv : Vyshcha shkola, 232 s.
- 3.Sytnik, K. M. (1978). Fiziologiyalista [Physiology of the leaf]. Kyiv: Nauk. dumka, 392 s.
4. Fiziolohichni osnovy pidvyshchennia produktyvnosti roslyn [Physiological bases for increasing plant productivity] : Pratsi Pershoi Ukrainskoi respublikanskoi naukovoï konferentsii z fiziolohii roslyn. Ukrainska akademiia silskohospodarskykh nauk. K.: Vyd-vo UASN, 1959 – 324 s.
5. Andrusyk, Iu. Iu., Kytaiev O. I. (2007). Strukturno-funktsionalnyi stan lystkiv malyny zalezchno vid adaptyvnosti do hruntovykh umov [Raspberry leaf structural and functional state depending on the adaptation to soil conditions]. Sadivnytstvo. №. 60, 255 – 260.
6. Veretennikov, A. V. (2006). Fiziologiya rasteniy: Uchebnik [Plantphysiology: textbook]. M.: Akademicheskiiy Proekt, 480 s.
7. Sedov, E. N., Ogol'tsova, T. P. (Eds.). (1999). Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methods of variety studing of fruit, small-fruit and nut crops]. Orel : VNIISPК, 608 s.
8. Ryabtseva, T. V. (2005). Fotosintez yablони v svyati s plotnost'yu razmeshcheniya derev'ev [Photosynthesis of apple trees in holypaces with density of tree placement].Sadivnitstvo. № 57, 264 – 269.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИСТЬЕВ НОВЫХ СОРТОВ ЕЖЕВИКИ (*RUBUS L.*) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. Ю. Телепенько, В. А. Силенко

Аннотация. Приведены результаты исследований комплекса физиологических показателей листьев с целью оценки адаптивности

25 сортов ежевики, а именно: *Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Cacanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Насолода (к) и Садовое чудо*.

Установлено, что высокий адаптивный потенциал к снижению интенсивности освещения и более стабильную пигментную систему среди исследуемых сортов имеют *Asterina* и *Loch Tay*, у которых отмечено наименьшее соотношение хлорофиллов *a/ b*. Наивысшее соотношение хлорофиллов *a/ b* зафиксировано у сортов *Kiowa* и *Apache*, что соответственно указывает на низкие адаптивные свойства этих сортов в данных условиях. Наибольшее количество сухого вещества на единицу площади листа зафиксировано у сортов *Natches, Tornfree* и *Heaven Can Wait*. Это указывает, что данные сорта имеют высшую фотосинтетическую активность, которая обеспечивает высшую урожайность. Определено прямую корреляционную связь между показателем удельной поверхностной плотности листьев, который характеризует работу фотосинтетического аппарата растений и урожайностью сортов.

Ключевые слова: ежевика, сорт, зеленые пигменты, хлорофилл, фотосинтез, адаптивный потенциал, урожайность

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STATE OF THE LEAVES OF THE BLACKBERRY (*RUBUS L.*) NEW CULTIVARS IN THE CONDITIONS OF THE UKRAINE'S LISOSTEPPE

Yu. Yu. Telepenko, V. O. Silenko

Abstract. The authors present the results of researching the complex of the physiological indices of 25 blackberry cultivars plants leaves, namely *Adriene, Apache, Asterina, Black Butte, Black Diamond, Black Magic, Black Pearl, Brzezina, Cacanska Bestrna, Chester, Chief Joseph, Heaven Can Wait, Jumbo, Karaka Black, Kiowa, Loch Tay, Natches, Navaho, Orkan, Ouachita, Reuben, Tornfree, Triple Crown, Nasoloda* and *Sadove chudo*. The researches showed that cultivars *Asterina* and *Loch Tay* possessed the highest potential of the adaptability to the enlightenment intensity reduction, the stablest pigment system among the investigated cultivars and the least chlorophylls *a + b* correlation. The highest correlation of the both chlorophylls was fixed by *Kiowa* and *Apache* that proves the lower adaptive properties of those cultivars under the given conditions. The cultivars *Natches, Tornfree* and *Heaven Can Wait* accumulated a greater amount of the dry substance per a leaf surface unit. This indicates that these cultivars have higher photosynthetic activity, which ensures higher yields. The direct correlation dependence between the specific surface density of the leaves which characterizes the plants photosynthetic apparatus activity, on the other hand.

Keywords: blackberry, cultivar, green pigments, chlorophyll, photosynthesis, potential of the adaptivity, yield