

ISSN 0558-1125

УДК 634.723:632.112:551.581.2

В.А. КРИВОШАПКА, О.М. ЯРЕЩЕНКО кандидати сільськогосподарських наук
Інститут садівництва (ІС) НААН, Київ, Україна

ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ СОРТІВ І ГІБРИДНИХ ФОРМ ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ (*RIBES NIGRUM* L.) В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

V.A. KRYVOSHAPKA, O.M. YARESHCHENKO, PhDs
Institute of Horticulture, NAAS, Kyiv, Ukraine

ESTIMATION OF THE BLACK CURRANT (*RIBES NIGRUM* L.) CULTIVARS AND HYBRID FORMS DROUGHT-RESISTANCE IN THE UKRAINE'S LISOSTEPPE

З урахуванням змін водно-фізичних параметрів і показників функціональної активності листків за спектральними характеристиками їх флуоресценції проведено оцінку посухостійкості 10 сортів і гібридних форм чорної смородини. Виділено форми 99-14-14, 99-19-4, 99-20-18 і сорт Ювілейна Копаня, що характеризуються високою та середньою посухостійкістю.

С учетом изменений водно-физических параметров и показателей функциональной активности листьев по спектральным характеристикам их флуоресценции проведена оценка засухоустойчивости 10 сортов и гибридных форм черной смородины. Выделены формы 99-14-14, 99-19-4, 99-20-18 и сорт Ювилэйна Копаня, характеризующиеся высокой и средней засухоустойчивостью.

The estimation of 10 black currant cultivars and hybrid forms drought - resistance was carried out taking into consideration the changes of water and physical parameters and functional activity of leaves under their fluorescence spectral characteristics. The hybrids 99-14-14, 99-19-4, 99-20-18 and cultivar Yuvileina Kopanya were selected as high – and middle resistant ones.

Чорна смородина – рослина помірною поясу, оптимальна температура для її росту – плюс 18-20 °С. Більшість її сортів важко переносять спеку та сухість повітря навіть при достатній вологості ґрунту. При температурі 39-42 °С листя пошкоджується сонячним опіком та осипається [16, 17]. Повітряна та ґрунтова посуха порушує водний баланс рослин. Тривалий дефіцит вологи може провокувати призупинення росту всмоктувальних корінців, втрату тургору, зниження інтенсивності метаболічних процесів, що безпосередньо відображається на рості і розвитку кущів [3, 7, 10, 12, 13, 14].

В Україні майже всі промислові насадження чорної смородини вирощуються у богарних умовах. При нестачі води в ґрунті продуктивність рослин можна підвищити зрошуванням, що є досить витратним заходом. У зв'язку з цим визначення сортів даної культури, стійких до посухи, набуває важливого значення при виборі їх для промислового садівництва.

В умовах глобального потепління актуальним стає створення сортів, посухостійких і високоврожайних незалежно від температур і вологості повітря.

Методика. Дослідження проводили на дослідному полі Інституту садівництва НААН України в періоди найбільшого напруження водного режиму 2008 та 2009 рр. Вивчали 10 сортів і гібридних форм чорної смородини вітчизняної селекції: Ювілейна Копаня, Оріана, 99-19-4, 99-14-14, 99-17-38, 99-20-20, 99-19-17, 99-20-39, 99-20-18, 99-20-49. Перший із сортів взято за контроль. Схема садіння 3,0 x 0,75 м, насадження без зрошування.

Оцінювання посухостійкості сортів і гібридів виконували польовим і лабораторно - польовим методами. Останній включав вивчення водного режиму листя [11]. Аналізували оводненість тканин, водний дефіцит, водоутримувальну здатність листків. Дослід по встановленню останнього з цих показників проводився в динаміці (через 2, 4 і 24 години).

Аналіз електропровідності (у мікросіменсах) тканин листя проводили за допомогою вимірювача електроопору Е 7-13, оснащеного голчастими молібденовими електродами. Голки цього приладу вводили в мезофіл листків у п'яти точках у трикратній повторності [1, 8, 15]. Листки відбирали в періоди з найбільшим напруженням водного режиму.

Ефективність роботи фотосинтетичного апарату визначали за фото- і термоіндукованими змінами флуоресценції листка та її спектральними характеристиками. При цьому застосовували спектральний аналіз флуоресценції пластидних і вакуолярних пігментів листя. Спектри природної флуоресценції реєстрували в інтервалі довжини хвиль 480-800 нм [4, 5, 6].

Концентрацію хлорофілу встановлювали за оптичною щільністю спиртової витяжки, визначеною за допомогою спектроколориметру КФК-3.

Результати. В Лісостепу України щорічно спостерігаються посушливі періоди (рис.). Висока температура повітря та низька його вологість викликають повітряну посуху, що переростає у ґрунтову [2, 3, 7]. У кущів чорної смородини коренева система розташована поверхнево, тому в умовах глобального потепління гостро постає питання стійкості до посухи.

За даними метеостанції ІС НААН, червень і липень 2008 року характеризувалися достатньою кількістю опадів, але в серпні рослини відчували нестачу вологи та вплив високих температур, особливо у першій і другій декадах (0,7 і 0,0 мм відповідно). Максимальну температуру повітря (36,0°C) відмічено у другій декаді цього місяця, причому за вказаний період опадів не зафіксовано. В цілому за місяць кількість їх була недостатня (26,4 мм). ГТК склав 0,4, тобто рівень зволоження виявився недостатнім.

У 2009 р., на початку вегетації (квітень), спостерігалась надзвичайно низька вологість повітря при середній відносній 29,0 %. Опадів практично не було (2,0 мм, що більш, ніж у 20 разів менше за середньостатистичне значення). Оподи випали наприкінці квітня - на початку травня, що сприяло підвищенню вологості повітря та поліпшенню функціонального стану рослин. У червні, липні та серпні кількість опадів була невелика – відповідно 47,2; 36,1 і 9,9 мм, що призвело до пересихання верхнього шару ґрунту. За таких умов особливо страждають культури, в яких коренева система розміщена поверхнево. Так, реакція сортів і гібридних форм чорної смородини на дію посухи проявилась у зростанні водного дефіциту листя (табл. 1), який впливає на такі процеси, як поглинання води, кореневий тиск, транспірація, фотосинтез, ріст і розвиток. Змінюючи активність обміну речовин, нестача води негативно діє на продуктивність, смакові і товарні якості плодів [10]. Найбільшим водним дефіцитом після 24-годинного насичення характеризувалися листки гібридної форми 99-20-49, а найнижчим – гібриду 99-14-14, що доводить його високу посухостійкість.

Водний дефіцит більшості гібридних форм істотно не відрізнявся від контрольного сорту (15,0-18,2 %).

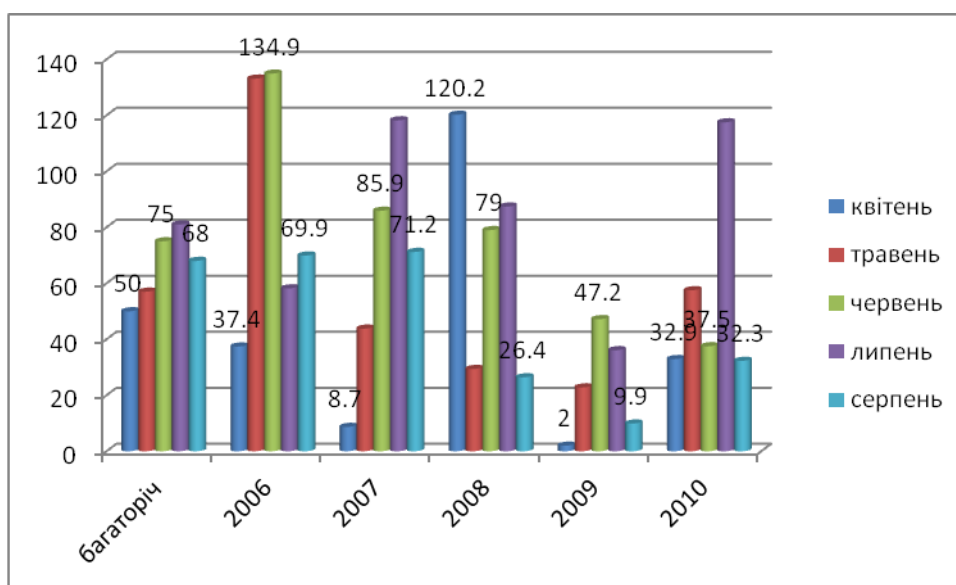


Рис. Сума опадів (мм) за роки, за даними метеостанції ІС НААН

Дослідженнями встановлено обернену кореляцію $r = -0,26$ між водним дефіцитом і оводненістю листя, в якому наявні механізми, що регулюють витрати вологи в залежності від умов довкілля. Її випаровування (транспірація) в різних рослин не однакою, як і його інтенсивність у сортів у межах однієї культури. Види і сорти з вищою оводненістю листків зазнають більших втрат води. Відомо, що рослини здатні регулювати випаровування вологи зі своїх тканин за рахунок роботи продихів [9]. Найнижчий вміст води в листі відмічено у

гібридної форми 99-20-39 (64,3 %), а найвищий – у 99-14-14 і 99-19-17 (66,9 і 66,5 % відповідно). Інші сорти й гібриди за цим показником істотно не різнились.

Виявлено, що між оводненістю та електропровідністю кореляція практично відсутня (див. табл. 1). Тому вважаємо, що другий із цих показників визначається передусім кількістю іонів, які забезпечують провідність тканин листків. Таким іоном у рослинах досліджуваної культури є K^+ , що відіграє стабілізуючу роль в їх водному балансі. Сорти за електропровідністю тканин листя переважали гібридні форми, окрім 99-20-20, яка характеризувалася також і незначним водним дефіцитом. Найнижчі показники даного параметру відмічено у гібридів 99-19-4 і 99-19-17 (1,46 і 1,61 mS відповідно).

1. Показники водного дефіциту, оводненості та електропровідності тканин листя сортів і гібридних форм чорної смородини

Сорт, гібрид	Водний дефіцит, %	Оводненість тканин, %	Електропровідність, mS
Ювілейна Копаня (к.)	16,2	66,1	2,05
Оріана	15,5	65,6	2,05
99-14-14	13,3	66,9	1,85
99-19-4	15,0	65,8	1,46
99-17-38	15,1	66,3	1,91
99-20-20	15,8	66,2	2,21
99-19-17	16,9	66,5	1,61
99-20-39	17,6	64,3	1,94
99-20-18	18,2	64,9	1,88
99-20-49	23,5	66,0	1,80
НІР ₀₅	2,5	1,2	0,29

Одночасно з визначенням водного дефіциту, оводненості та електропровідності тканин досліджували водоутримувальну здатність листків шляхом обчислення втрати ними води за одиницю часу (через 2, 4 і 24 години) при штучному зав'язанні, експонуючи листя в умовах повітряної посухи (табл. 2).

2. Показники водоутримувальної здатності тканин листя сортів і гібридних форм чорної смородини

Сорт, гібрид	Втрата води (%) через
--------------	-----------------------

	2 години	4 години	24 години
Ювілейна Копаня (к.)	11,2	17,9	55,1
Оріана	11,7	18,4	54,1
99-14-14	13,0	20,6	58,5
99-19-4	10,8	19,7	57,6
99-17-38	11,8	18,2	54,5
99-20-20	14,6	23,4	60,0
99-19-17	14,8	24,8	57,9
99-20-39	11,4	19,3	57,0
99-20-18	11,8	19,0	54,9
99-20-49	12,3	20,6	56,5
НІР ₀₅	1,8	3,0	$F_{\phi} < F_{05}$

Відомо, що названий показник є генетичною особливістю сорту і визначає стійкість рослини до стресів, фітопатогенів і антропогенних факторів. Посухостійкість забезпечується значною водоутримувальною здатністю клітин листків, наявністю в їх вакуолях і цитоплазмі низькомолекулярних сполук з високою гідрофільністю [3, 10]. У наших досліджах інтенсивність втрати води листям у різних сортів і гібридних форм була неоднаковою - від 10,8 до 14,8 % при двогодинній, від 17,9 до 24,8 при чотиригодинній та від 54,1 до 60,0 % при двадцятичотиригодинній експозиціях. Однак лише при дво - та чотиригодинній спостерігалась істотна різниця за цим показником. Найбільшу водоутримувальну спроможність виявлено в контрольного сорту Ювілейна Копаня, в якого був низький відсоток втрати води протягом усієї експозиції – від 11,2 до 55,1. Високу здатність утримувати воду на початку дослідження відмічено в гібриду 99-19-4, але тільки в перші 2 години (10,8 %). Найінтенсивніше втрачали її протягом усієї експозиції листки гібридних форм 99-19-17, 99-14-14 і 99-20-20. Це, напевно, пов'язано з вищим вмістом води в листі, оскільки найбільше її втрачають рослини з вищою оводненістю. Тому водоутримувальна здатність є лише допоміжним показником і не може бути самостійно використана для об'єктивної оцінки посухостійкості сортів і гібридів.

При визначенні фото- і термоіндукованих змін флуоресценції пластидних і вакуолярних пігментів листя мікроспектральним методом (табл. 3) встановлено, що вплив посухи проявився також у гальмуванні темнових фотосинтетичних процесів (зниження показника K_i та зростання часу напівспаду інтенсивності флуоресценції ($\tau_{0,5}$) та посиленні пероксидації мембран хлоропластів (підвищення F_{st530}). Визначення потенційної фотодинамічної здатності листків за параметром K_i дозволило виділити гібридні форми 99-20-18, 99-20-49, 99-19-4 і контрольний

сорт Ювілейна Копаня. У них зафіксовано найвище значення K_i (0,65-0,66), що свідчить про найбільш оптимальне співвідношення активних хлорофілів та їх баластних форм.

Інтенсивність перебігу темнових фотосинтетичних процесів визначається параметром напівспаду інтенсивності індукції флуоресценції $\tau_{0,5}$. У гібриду 99-19-4 спад інтенсивності флуоресценції хлорофілу був найменшим (21 сек.), що свідчить про менший вплив на нього посухи.

Напруженість окислювально-відновлювальних процесів у мембранах клітин контролювали, спостерігаючи за інтенсивністю жовто-зеленої флуоресценції – F_{st530} . Найвищі значення відмічено в сорту Оріана та гібридних форм 99-20-39 і 99-20-20 (11,2 - 11,6 від. од.), які відреагували на підвищення температури навколишнього середовища на час відбору зразків і є більш чутливими до високих температур, а найнижчі показники – у контролі та в гібриду 99-20-18 (8,9 від. од.).

3. Показники функціональної активності листків сортів і гібридних форм чорної смородини за спектральними характеристиками їх флуоресценції

Сорт, гібрид	K_i	K_f	$\tau_{0,5}$, сек.	F_{st530} , від. од.
Ювілейна Копаня (к.)	0,65	1,31	36,0	8,9
Оріана	0,62	1,39	39,0	11,6
99-14-14	0,61	1,48	32,0	10,2
99-19-4	0,65	1,28	21,0	10,3
99-17-38	0,56	1,28	27,0	9,4
99-20-20	0,56	1,41	36,0	11,2
99-19-17	0,57	1,93	39,0	9,4
99-20-39	0,59	1,55	33,0	11,2
99-20-18	0,66	1,78	27,0	8,9
99-20-49	0,66	1,84	27,0	10,0
НІР ₀₅	0,04	0,07	3,0	1,0

Відомо, що вода відіграє найголовнішу роль у формуванні максимальної потенційної продуктивності рослин, тому ми визначали фотоенергетичну продуктивність (K_f), яка характеризує зміни в інтенсивності окислювально-відновлювальних процесів поблизу реакційних центрів ФС II в залежності від умов вирощування. Цей параметр є інтегральним і враховує зміни параметрів як термо-, так і світлової індукції флуоресценції хлорофілу (індукції Каутського). За показником потенційної фотоенергетичної продуктивності (K_f) виділено

гібридні форми 99-19-17, 99-20-49 і 99-20-18 (1,78 - 1,93). За цим параметром більшість гібридів перевищувала контрольний сорт, що свідчить про їх перспективність.

Спектрофотометричним методом встановлювали вміст хлорофілів у листі, попередньо екстрагуючи їх етиловим спиртом. У всіх досліджуваних сортів і гібридних форм виявлено невисоку концентрацію зелених пігментів у перерахунку на одиницю маси (1,19 - 1,90 мг/г) і площі листка (1,82 - 2,99 мг/дм²), що зумовлено високою міцністю зв'язку хлорофілів з білком у хлоропластах. Це швидше за все пов'язано з реакцією рослин на високу температуру та сухість повітря і може служити тестовою ознакою стійкості до посухи та жару. В наших дослідженнях у листі гібриду 99-20-49 з найбільшим водним дефіцитом зафіксовано найменшу кількість хлорофілів «а» і «в» у перерахунку на одиницю площі листка (1,82 мг/дм²) і, навпаки, у гібридної форми 99-14-14 з найнижчим дефіцитом – найбільшу суму названих хлорофілів (2,99 мг/дм²).

Висновки. На основі оцінки комплексу водно-фізичних показників у тканинах листя і його функціональної активності в сортів і гібридів чорної смородини, яку проводили в умовах недостатнього водозабезпечення та підвищеної температури, з високою та середньою посухостійкістю виділено гібридні форми 99-14-14, 99-19-4, 99-20-18 і сорт Ювілейна Копаня.

За допомогою мікрофлуориметричного спектрального аналізу стану фотосинтезуючого апарату листків встановлено потенційну продуктивність рослин. За цим показником виділено гібридні форми 99-19-17 (сорт Галактика), 99-20-18 (Дебют) і 99-20-49 (1,78 - 1,93), що свідчить про їх перспективність.

Відмічено невисоку концентрацію зелених пігментів у перерахунку на одиницю маси (1,19 - 1,90 мг/г) і площі листка (1,82 - 2,99 мг/дм²), що зумовлено високою міцністю зв'язку хлорофілів з білком у хлоропластах. Це може служити тестовою ознакою стійкості до посухи та жару.

Список використаної літератури

1. Бублик М.О. Особливості визначення адаптивного потенціалу сортів вишні до жару та посухи / М.О. Бублик, В.А. Скряга, О.І. Китаєв // Бюл. Інституту зернового господарства. – 2010. – № 39. – С. 173-176.
2. Гудковский В.А. Основные стресс-факторы и механизмы повреждения растений / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова // Садівництво. – 2004. – Вип. 55. – С. 283-290.
3. Ерёмин Г.В. Физиология засухоустойчивости растений / Г.В. Ерёмин, И.К. Кошелёв. — М.: Наука, 1971. — С. 132-150.
4. Китаєв О.И. Флуоресцентные микроспектральные исследования физиологических особенностей плодовых и ягодных растений в связи с их зимостойкостью: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / О.И. Китаєв. – Кишинев, 1988. – 18 с.

5. Китаєв О.І. Дослідження функціональних порушень пластидного апарату рослин абрикоса при надмірній вологості ґрунту люмінесцентно-спектральними методами / О.І. Китаєв // Садівництво. – 1983. – Вип. 31. – С. 69-71.
6. Китаєв О.І. Оцінка сорто-підщепних комбінацій яблуні за аналізом функціонального стану їх листкового апарату / О.І. Китаєв, В.М. Пелехатий // Садівництво. – 1998. – Вип. 46. – С. 174 - 176.
7. Кушниренко М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений / М.Д. Кушниренко. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1967. – 122 с.
8. Кушниренко М.Д. Способы определения сроков полива и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко, Г.П. Курчатова. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 32с.
9. Лархер В. Экология растений / [перевод Д. П. Викторова; под. ред. Т. А. Работнова]. — М.: Мир, 1978. — 282 с.
10. Полевой В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
12. Скрыга В.А. Комплексна оцінка посухо- та жаростійкості сортів вишні в північному Лісостепу України / В.А. Скрыга, М.О. Бублик, Н.В. Мойсейченко, О.І. Китаєв // Садівництво. – 2005. – Вип. 57. – С. 480-486.
13. Скрыга В.А. Оцінка продуктивності сортів вишні на основі показників функціональної активності листкового апарату / В.А. Скрыга, М.О. Бублик, Н.В. Мойсейченко, О.І. Китаєв // Садівництво. – 2006. – Вип. 58. – С. 167-174.
14. Тооминг Х.Н. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Н. Тооминг. – Л., 1977. – С. 25.
15. Тороп В.В. Метод визначення посухостійкості ягідних культур за електропровідністю листків / В.В. Тороп, О.М. Ярещенко, А.М. Силаєва // Садівництво. – 2002. – Вип. 54. – С. 237 - 244.
16. Ярещенко А.Н. Оценка засухо- и жаростойкости сортов и гибридных форм черной смородины в зависимости от их происхождения / А.Н. Ярещенко // Адаптивная селекция растений. Теория и практика: тез. междунар. конф. 11-14 ноября 2002 г. – Харьков: ИП им. В.Я. Юрьева, 2002. – С. 85-86.
17. Ярещенко О.М. Оцінка посухо- та жаростійкості сортів і гібридних форм чорної смородини в залежності від їх походження та адаптивної реакції / О.М. Ярещенко, В.П. Копань, К.М. Копань, В.В. Тороп // Садівництво. – 2000. – Вип. 51. – С. 251-257.

Одержано редколегією 02.03.14