

УДК 635.21:631.526.3:581.144.4-032.2

М'ялковський Р. О.*к.с.-г.н., доцент**кафедра садівництва, овочівництва і садово-паркового господарства**Факультет агротехнологій і природокористування**Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна**E-mail : ruslanmialkovskui@i.ua*

ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ВОДИ В ЛИСТКАХ У СОРТІВ КАРТОПЛІ (SOLANUM TUBEROSUM L.)

Анотація

Отримання високої врожайності обумовлюється насиченістю ґрунту водою, у зв'язку з цим вивчення показників забезпечення рослин водою впродовж вегетаційного періоду є важливим напрямком досліджень сучасної аграрної науки та складає мету дослідження.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводились за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка., В.Ф. Мойсейченка. Матеріалом досліджень був ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньо суглинковий на лесовидних суглинках. Як об'єкти досліджень використовували листя сортів: Оксамит, Алладин, Дар. Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету в червні-вересні протягом 2015-2017 років.

Автором проведено вивчення фракційного складу води (загальної, зв'язаної і вільної) у листках сортів картоплі. За даними досліджень встановлено, що найбільший загальний вміст води в листках (% на сиру масу листків) був у рослин, які росли за глибини садіння 10-12 см – 86,0% на 15.07 та 83,4% на 01.08, в порівнянні із рослинами, які росли на меншій глибині загортання (2-3 см) 77,9% на 15.07 та 78,4% на 01.08. При цьому спостерігалась тенденція до зменшення кількості загальної води з віком. Найбільш високий вміст зв'язаної води в осінній період спостерігалося у сортів Алладин та Дар.

Отримані результати можуть бути використанні в селекційному процесі перспективних сортів картоплі з метою створення в умовах Правобережного Лісостепу України нових високоадаптованих до атмосферної і ґрунтової засухи сортів.

Ключові слова: картопля, сорт, засуха, адаптація, вільна і зв'язана вода.

Вступ. Останнім часом клімат змінився, став більш посушливим. В умовах Правобережного Лісостепу України найбільш часто посухи (20-50%) бувають в липні і серпні, в період активного росту і плодоношення картоплі [9]. Одним із вирішальних факторів отримання високої врожайності є насиченість ґрунту водою. У зв'язку з цим вивчення показників забезпечення рослин водою впродовж вегетаційного періоду є важливим напрямком досліджень сучасної аграрної науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальновідомо, що засуха має великий вплив на водний режим рослин. Вода в рослинних клітинах і тканинах знаходиться в двох формах: вільній та зв'язаній. Вільною вважається вода, яка зберегла всі властивості чистої води: рухливість, здатність бути розчинником, здатність замерзати при 0°C. Зв'язана вода в тій чи іншій мірі втрачає ці властивості.

На думку Л. Г. Долгової, під «зв'язуванням» розуміється виникнення взаємодій між молекулами води і неводного компонента, що призводить, перш за все, до зниження рухливості водних молекул, в зв'язку з чим змінюються і інші властивості води [3].

Вільна вода обумовлює фізіологічну активність рослин; чим більше у рослин вільної води, тим вище їх життєдіяльність; зв'язана ж вода має значення в стійкості

протопласта і рослини в цілому. При несприятливих умовах існування вмісту зв'язаної води в листі рослин підвищується, що призводить до уповільнення росту рослин, до зниження інтенсивності обмінних процесів. За дослідженнями В.М. Жолкевича, М.А. Гусева та А.В. Каплі, зв'язана вода визначає стійкість рослин проти несприятливих умов середовища [4].

Картопля вибаглива до вологості ґрунту і повітря. За дослідженнями А. А. Подгаєцького та Р. О. Бондуса, це зумовлюється її хімічним складом (75-80 % маси бульб становить вода), утворенням великої надземної маси та слабким порівняно з іншими культурами розвитку кореневої системи (8-12 % маси рослини) [11].

Т. А. Плотнікова вважає, що водообмін картоплі, як і в інших культур, складається із трьох взаємозв'язаних процесів: поступлення води в рослину, переміщення її по рослині і випаровування, які проходять різними органами – бульбами, стеблами і листовими пластинками [10].

В умовах недостатнього зволоження в рослин змінюється водний баланс, показником інтенсивності якого є обводнення тканин листків. Пристосувальна відповідна реакція структурних елементів цитоплазми (білків і води) забезпечує їй стабільність і підвищує водоутримувальну здатність клітин. При цьому змінюється співвідношення вільної і зв'язаної води в клітинах листків, що безпосередньо пов'язано з посухостійкістю рослин [2].

Слід також відмітити, що після з'явлення сходів і в початкові фази розвитку, картопля досить добре витримує посушливу погоду. В міру росту потреба її у воді збільшується. Критичний період настає на початку цвітіння, коли листкова поверхня досягає максимальних розмірів.

Як зазначають Кучко А.А., Власенко М.Ю. та Мицько В.М., під кінець вегетації, коли картоплиння відмирає, а приріст урожаю бульб зменшується, рослини потребують значно менше вологи, ніж у фазі цвітіння [6].

Найкраща продуктивність картоплі забезпечується при вологості у період від з'явлення сходів до бутонізації у межах 70-75 % і від бутонізації до початку відмирання картоплиння – 80-85 % від повної польової вологоємності [8].

Мета. Метою досліджень було вивчення впливу рівня вологозабезпечення ґрунту на динаміку вмісту загальної, зв'язаної і вільної форм води в листках середньопізніх сортів картоплі в залежності від глибини загортання бульб та строку садіння.

Методологія досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету протягом 2015-2017 років.

Матеріалом досліджень був ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньо суглинковий на лесовидних суглинках, вміст гумусу (за Тюрнімом) в шарі ґрунту 0-3 см становив 3,6-4,2%. За Корнфілдом вміст сполук азоту, що легко гідролізуються, становив 98-139 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) – 143-185 мг/кг (високий) і обмінного калію (за Чіріковим) – 153-185 мг/кг ґрунту (високий). Сума увібраних основ коливалась в межах 158-209 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17-22 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 90%.

Як об'єкти досліджень використовували листя сортів: Оксамит, Алладін, Дар. Площа посівної ділянки – 450 м², облікової – 50 м², повторність – чотириразова.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка, В.Ф. Мойсейченка [1, 7].

Результати. При проведенні експериментальних досліджень середньорічна температура повітря становила 7,8°C. Середня тривалість безморозного періоду Правобережного Лісостепу становила від 117 до 136 діб. Перехід середньодобової

температури повітря через 10°C навесні припадав на третю декаду квітня, закінчення цих температур спостерігалось в першій декаді жовтня.

Гідротермічний коефіцієнт в регіоні становив 1,4. Кількість опадів та зволоження найменші в області і коливалися в межах 620 мм, хоча здебільшого вони оптимальні для розвитку рослин.

Дослідженнями встановлено (табл. 1), що вміст форм води в листках картоплі у ранньостиглих сортів великою мірою залежить від опадів і температури у червні та липні, середньо- і пізньостиглих у липні й серпні.

Таблиця 1. Вміст форм води в листках картоплі середньопізніх сортів та її дефіцит в залежності від глибини загорання бульб II строку садіння (03-05.05), в % на сиру масу листків (середнє за 2015-2017 рр.)

Глибина загорання бульб, см	Дата визначення	Час доби (години)	Вміст води (%)			Відношення вільної і зв'язаної	Дефіцит		
			загальної	вільної	зв'язаної		загальної	вільної	зв'язаної
2-3	15.07	6 ⁰⁰	79,4	59,8	19,6	3,1			
6-8			81,2	61,3	19,9	3,0			
10-12			83,2	63,1	20,1	3,0			
2-3		15 ⁰⁰	77,9	49,4	28,5	1,7	-1,5	-10,4	+8,9
6-8			82,9	53,3	29,6	1,8	-1,7	-8,0	+1,1
10-12			86,0	55,6	31,4	1,7	+2,8	-7,8	+1,3
2-3		20 ⁰⁰	77,3	54,4	22,9	2,3			
6-8			81,9	58,7	23,2	2,5			
10-12			83,9	60,1	23,8	2,5			
2-3	30.07	6 ⁰⁰	80,0	58,4	20,3	2,8			
6-8			85,4	59,3	21,0	2,8			
10-12			86,9	61,0	21,8	2,7			
2-3		15 ⁰⁰	77,8	54,5	27,4	1,9	-2,2	-3,9	+7,1
6-8			80,8	57,9	29,3	1,9	-5,4	-1,4	+8,3
10-12			81,8	59,8	30,8	1,9	-5,1	-0,3	+3,4
2-3		20 ⁰⁰	81,4	57,4	23,4	2,4			
6-8			83,2	58,7	24,7	2,3			
10-12			85,4	60,9	28,9	2,1			
2-3	01.08	6 ⁰⁰	79,9	59,3	22,8	2,6			
6-8			81,3	60,1	24,7	2,4			
10-12			84,5	62,7	27,9	2,2			
2-3		15 ⁰⁰	78,4	57,4	24,3	2,3	-1,5	-1,9	+1,5
6-8			80,7	59,8	26,7	2,2	-0,6	-0,3	+2,0
10-12			83,4	61,3	29,0	2,1	-1,1	-1,4	+1,1
2-3		20 ⁰⁰	80,1	57,9	23,0	2,5			
6-8			81,4	58,6	24,2	2,4			
10-12			85,6	60,3	26,0	2,3			

Аналіз результатів досліджень показав, що загальний уміст води в листках сортів картоплі у липні-серпні мало різнився в різних варіантах, але мав тенденцію до збільшення з підвищенням глибини загорання бульб. При цьому кількість вільної та зв'язаної форм води та співвідношення між ними змінювалися за різного часу доби.

Так, в середньому за 2015-2017 рр. найбільший загальний вміст води в листках (% на сиру масу листків) був у рослини, які росли за глибини садіння 10-12 см, в порівнянні

із рослинами, які росли на меншій глибині. Коли за вмістом загальної води в листках різниця за варіантами була незначною, особливо в денні години, то за вмістом вільної води вона була істотною. Так, при визначенні форм води 30.07 о 15⁰⁰ було встановлено, що різниця за вмістом загальної води в рослинах в залежності від глибини загортання бульб становила всього тільки 4 %, тоді як за вмістом вільної води різниця складала 5,3%. Аналогічні показники спостерігались і в інших строках визначення.

Кінець липня – початок серпня є критичним періодом для картоплі щодо вологозабезпеченості. До цього терміну рослини формують максимальний листковий апарат, а нестача вологи спричиняє порушення водного балансу і відтік пластичних речовин.

Дослідженнями встановлено, що показники обводнення листків у серпні знижувалися в усіх варіантах порівняно з липнем і були в межах 78,4–85,5% на сиру речовину. При цьому загальний вміст води, кількість вільної та зв'язаної форм води змінювалися за різного часу доби. Так найвища їх кількість спостерігалась за ранкових та вечірніх годин, це можна пояснити тим, що саме в ці години зменшується інтенсивність транспірації та дихання рослин картоплі.

На нашу думку, краща забезпеченість рослин водою на глибині загортання бульб середньопізніх сортів картоплі спостерігалось і в інших дослідженнях.

Отримані дані показують (табл. 2), що із збільшенням віку рослин картоплі в тканинах зменшується відсоток вмісту загальної і вільної води з одночасним підвищенням вмісту зв'язаної води.

Таблиця 2. Вміст форм води в листках середньопізніх сортів картоплі в залежності від глибини загортання бульб (6-8 см) і віку рослин (середнє за 2015-2017 рр.)

Сорт	Дата визначення	Вміст води (%)			Відхилення вільної води від зв'язаної
		загальна	вільна	зв'язана	
Оксамит	10.06	88,7	67,6	21,1	3,2
Алладін		88,4	68,3	20,1	3,4
Дар		89,2	67,5	21,7	3,1
Оксамит	20.06	86,2	63,0	23,2	2,7
Алладін		85,3	61,0	24,3	2,5
Дар		86,4	67,7	22,7	2,8
Оксамит	10.07	78,6	58,0	20,6	1,8
Алладін		76,9	46,2	30,7	1,5
Дар		77,8	49,0	28,8	1,7
Оксамит	20.07	83,4	58,9	24,5	2,4
Алладін		83,4	47,0	36,4	2,3
Дар		84,2	60,1	24,1	2,5
Оксамит	10.08	81,7	56,2	25,5	2,2
Алладін		81,3	55,1	26,2	2,1
Дар		82,2	57,3	24,9	2,3
Оксамит	20.08	79,8	54,3	25,5	2,2
Алладін		73,3	52,0	27,3	1,9
Дар		81,1	55,1	26,0	2,1
Оксамит	10.09	80,4	51,3	29,1	1,7
Алладін		80,1	50,0	30,1	1,5
Дар		80,7	49,7	30,0	1,7

Так, при визначенні форм води 10.06 було встановлено, що найвищий вміст загальної води спостерігався у сорту Дар – 89,2% при цьому вміст вільної води в листках картоплі складав – 67,5%, зв'язаної – 21,7%, на 10.08 ці показники становили – 82,2%; 57,3; 24,9%, а на 10.09 – 80,7%; 49,7; 30,0%, відповідно. Підтвердженням цього є зменшення до кінця вегетації співвідношення вільної води до зв'язаної.

Питання зміни кількості зв'язаної води в залежності від віку рослин в літературних джерелах не має єдиної точки зору. Деякі науковці стверджують, що зменшення зв'язаної води з віком рослин пояснюється зменшенням ступеня гідратації та їх гідрофільності. Дійсно, із віком у рослин зменшується гідрофільність колоїдів, але при цьому не враховується той факт, що поряд із зменшенням протоплазми в клітині значно збільшується об'єм вакуолей, в яких велика кількість води є осматично зв'язаною. Тому, це і являється одною із головних причин збільшення кількості зв'язаної води у рослин у зв'язку із їх віком.

Висновки і перспективи. Результати досліджень свідчать, що збільшення зв'язаної води на кінець вегетації сприяє підвищенню стійкості рослин проти несприятливих факторів навколишнього середовища у досліджуваних сортах.

Дослідженнями встановлено, найбільший загальний вміст води в листках (% на сиру масу листків) був у рослин, які росли за глибини садіння 10-12 см – 86,0% на 15.07 та 83,4% на 01.08, в порівнянні із рослинами, які рослина меншій глибини загортання (2-3 см) 77,9% на 15.07 та 78,4% на 01.08. При цьому спостерігалась тенденція до зменшення кількості загальної води з віком. Вміст загальної води в листках рослин різних сортів картоплі був максимальним у червні – 88,4-89,2% на сиру масу, а в вересні неістотно зменшувався до 80,1-80,7%. У вересні кількість зв'язаної води залишалось високим 29,1-30,1%, що вказує на високу адаптивну здатність вивчених сортів до засухи. Найбільш високий вміст зв'язаної води в осінній період спостерігалось у сортів Алладін та Дар.

Отримані результати можуть бути використанні в селекційному процесі перспективних сортів картоплі з метою створення в умовах Правобережного Лісостепу України нових високоадаптованих до атмосферної і ґрунтової засухи сортів.

Список використаних джерел

1. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 370 с
2. Гусев Н. А. Состояние воды в растении. Москва : Наука, 1974. 136 с.
3. Долгова Л. Г. Формы воды в растениях – показатели экологического состояния среды. *Вопросы биоиндикации и экологии*. 1997. № 2. С. 115–120.
4. Жолкевич В.Н., Гусев Н.А., Капля А.В. Водный обмен растений. Москва : Наука, 1989. 256 с.
5. Жученко А. А. Главные приоритеты адаптации растениеводства к неблагоприятным погодным условиям. *Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях*. 2005. № 12. С. 6–12.
6. Кучко А.А., Власенко М.Ю., Мицько В.М. Фізіологія та біохімія картоплі. Київ : Довіра, 1998. 335 с.
7. Моисейченко В. Ф. Трифонова М. Ф., Завирюха А. Х. Основы научных исследований в агрономии. Москва : Колос, 1996. 336 с.
8. М'ялковський Р. О. Тривалість вегетаційного періоду та врожайність сортів картоплі залежно від строків садіння в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2011. № 19. С. 100–104.
9. Нетіс І. Т. Зміна клімату в зоні зрошення. *Зрошуване землеробство*. 1994. № 3. С. 7-11.
10. Плотнікова Т. А. Ріст, розвиток та фотосинтетична діяльність рослин картоплі в двоврожайній культурі при краплинному зрошенні в умовах півдня України. *Водне господарство України*. 2008. № 3. С. 51-55.
11. Подгаєцький А. А., Бондус Р. О. Оцінка посухо- і жаростійкості сортів картоплі. *Вісник Сумського державного аграрного університету*. 2000. № 4. С. 28-32.

Дата надходження статті до редакції : 02.10.2017
Рецензування 02.11.2017 Прийняття в друк: 14.12.2017

Myalkovsky R. O.

*PhD (Agriculture), Associate Professor
Department of Horticulture and Gardening
Faculty of Agrotechnologies and Nature Management
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail : ruslanmialkovskui@i.ua*

**FRAGMENTAL COMPOSITION OF WATER IN LEAVES
OF POTATO VARIETIES (SOLANUM TUBEROSUM L.)**

Abstract

The high yield is explained by the saturation of the soil with water; therefore, the study of indicators of providing plants with water during the growing season is an important area of research in modern agrarian science and is the purpose of the study.

Phenological observations, biometric and physiological-biochemical studies were carried out according to the methods of L. Bondarenko, K.I. Yakovenko., V.F. Moiseychenko. The material of the investigations was the soil of the experimental field - chernozem typical vyluzhenny, slightly humus, medium loamy in forest-like loam. As the object of research used leaves of varieties: Velvet, Aladdin, Dar. The studies were carried out in the experimental field of the Podil'e Training and Production Center of the Podolsky State Agrarian and Technical University in June-September during 2015-2017.

The author made a study of the fractional composition of water (total, bound and free) in the leaves of potato varieties. According to the research, it was found that the greatest total water content in the leaves (% on the wet weight of the leaves) was in plants that grew at a depth of 10-12 cm - 86.0% at 15.07 and 83.4% at 01.08, compared to plants that grew at a shallower depth of closure (2-3 cm) 77.9% at 15.07 and 78.4% at 01.08. At the same time, there was a tendency to decrease the amount of total water with age. The highest content of bound water in the autumn period was observed in varieties Aladdin and Dar.

The obtained results can be used in the selection process of promising potato varieties with the aim of creating new varieties that are highly adapted to atmospheric and soil drought in the conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine.

Key words: potato, variety, drought, adaptation, free and bound water.

References

1. Bondarenko, Gh. L., & Jakovenko, K. I. (2001). *Metodyka doslidnoji spravy v ovochivnyctvi i bashtannyctvi* [Research Methodology in case of Vegetables and Melons]. Kharkiv : Osnova. [in Ukr.]
2. Gusev, N. A. (1974). *Sostoyanie vody v rastenii* [The state of water in the plant]. Moscow : Nauka. [in Russ.]
3. Dolgova, L. G. (1997). *Formy vody v rasteniyakh – pokazateli ekologicheskogo sostoyaniya sredy* [Forms of water in plants – indicators of the ecological state of the environment]. *Voprosy bioindikatsii i ekologii* [Questions of bioindication and ecology], 2, 115-120. [in Ukr.]
4. Zholkevich, V.N., Gusev, N.A., & Kaplya, A.V. (1989). *Vodnyy obmen rasteniy* [Water exchange of plants]. Moscow : Nauka. [in Russ.]
5. Zhuchenko, A. A. (2005). *Glavnye priority adaptatsii rastenievodstva k neblagopriyatnym pogodnym usloviyam* [The main priorities of crop adaptation to adverse weather conditions]. *Puti povysheniya ustoychivosti selskokhozyaystvennogo proizvodstva v sovremennykh usloviyakh* [Ways to improve the sustainability of agricultural production in modern conditions], 12, 6-12. [in Russ.]
6. Kuchko, A.A., Vlasenko, M.Iu., & Mytsko, V.M. (1998). *Fiziologhiia ta biokhimiia kartopli* [Physiology and biochemistry of potatoes]. Kiev : Dovira. [in Ukr.]
7. Moiseychenko, V. F. Trifonova, M. F., & Zaviryukha, A. Kh. (1996). *Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Moscow : Kolos. [in Russ.]
8. M'ialkovskiy, R. O. (2011). *Tryvalist vechetatsiinoho periodu ta vrozhaunist sortiv kartopli zalezjno vid strokiv sadinnia v umovakh pivdennoi chastyny zakhidnoho Lisostepu Ukrainy* [Duration of the growing season and yield of potato varieties depending on the terms of planting in the conditions of the

southern part of the Western Forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Podil'skoho derzhavnogo aharno-tekhnichnoho universytetu*, 19, 100-104. [in Ukr.]

9. Netis, I. T. (1994). Zmina klimatu v zoni zroshennia [Climate change in the irrigation zone]. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], 3, 7-11. [in Ukr.]

10. Plotnikova, T. A. (2008). Rist, rozvytok ta fotosyntetychna diialnist roslyn kartopli v dvovrozhainii kulturi pry kraplynnomu zroshenni v umovakh pivdnia Ukrainy [Growth, development and photosynthetic activity of potato plants in a dairy culture under droplet irrigation in the South of Ukraine]. *Vodne hospodarstvo Ukrainy* [Water management of Ukraine], 3, 51-55. [in Ukr.]

11. Podhaietskyi, A. A., & Bondus, R. O. (2000). Otsinka posukho- i zharostiikosti sortiv kartopli [Evaluation of drought resistance and heat resistance of potato varieties]. *Visnyk Sum'skoho derzhavnogo ahramoho universytetu* [Sumy State Agrarian University Bulletin], 4, 28-32. [in Ukr.]

Received: October 2, 2017

Revision: November 2, 2017 Accepted: December 14, 2017