

УДК 581.133.8:577.118:635.1/8—18

Антушева Т. О., асп., Якуба І. П., асп.,  
Швець Г. А., канд. біол. наук, доц.,  
Паузер О. Б., канд. біол. наук, доц.  
Одеський національний університет, кафедра ботаніки,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

## ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР В ПОЛЬОВИХ ТА ТЕПЛИЧНИХ УМОВАХ ЗА ВПЛИВУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Передпосівна обробка насіння салату, редису, перцю та томатів розчинами мікроелементів Zn, B, Mn та їх суміші стимулює схожість і ріст рослин як у тепличних, так і в польових умовах. Встановлено підвищення вмісту пігментів та активності хлорофілази. Відмічено збільшення міцності зв'язку хлорофілу з білками, особливо в польових умовах. Мікроелементи стимулюють накопичення аскорбінової кислоти та цукрів, зменшують кислотність товарної продукції. Незалежно від виду рослин та умов вирощування до найбільш позитивного ефекту призводить обробка насіння сумішшю мікроелементів.

**Ключові слова:** мікроелементи, пігментна система, овочеві культури

Підвищення врожайності сільськогосподарських рослин у південних регіонах України пов'язане з застосуванням мінеральних сполук, особливо мікродобрив. Грунтам цих регіонів властивий дефіцит рухомих форм цинку, бору та марганцю. Тому виникає необхідність у позакореновому підживленні рослин цими мікроелементами. Метою даного дослідження було вивчення впливу передпосівної обробки насіння овочевих культур розчинами мікроелементів на схожість і ріст рослин, стан пігментної системи та деякі біохімічні показники сільськогосподарської продукції за тепличних та польових умов вирощування.

### Матеріали та методи

В дослідях, які провадили протягом 1999-2000 років у тепличних та польових умовах, вивчали вплив позакоренового застосування мікроелементів шляхом передпосівного замочування насіння у 0,05%-них розчинах борної кислоти (B), сульфатів цинку (Zn), марганцю (Mn) та їх суміші на деякі фізіолого-біохімічні параметри. Об'єктами досліджень обрали рослини салату сорту Саладін, редису Вісімнадцятиденного, томатів сорту Болградський та перцю сорту Подарунок Молдови. Насіння рослин обробляли розчинами мікроелементів дванадцять годин. Контролем були рослини, насіння яких замочували у воді. Під час дослідів визначали схожість, динаміку росту, вміст пігментів, міцність зв'язку хлорофілу з білками, активність хлорофілази, вміст аскорбінової кислоти, а також розраховували вміст редукованих цукрів за Бертраном та кислотність. Для біохімічних аналізів використовували стандартні методики [1, 3, 4, 5].

### Результати досліджень

Передпосівне замочування насіння в розчинах мікроелементів поліпшувало його якість, про що свідчить підвищення схожості рослин на 22-41% в порівнянні з контролем як в умовах теплиці, так і в полі. Найкращі результати отримано у варіантах досліду з використанням цинку та суміші мікроелементів.

За ступенем впливу на ростові показники рослин в умовах теплиці з досліджуваних мікроелементів найкращі результати отримано у варіантах досліду з марганцем і, в особливості, з сумішшю мікроелементів. Перевищення показників контролю в усіх варіантах досліду складало 23-47%. Ця закономірність спостерігається і в польових умовах досліду. Таким чином, обробка рослин мікроелементами і в найбільшому ступені їх сумішшю спричиняла стимулюючу дію на ріст салату, редису та перцю незалежно від умов вирощування.

Для оцінки впливу мікроелементів на ріст і розвиток рослин необхідним є вивчення стану пігментної системи листків. За вирощування рослин у теплиці вміст пігментів (хлорофіли *a* і *b*, сума хлорофілів та каротиноїдів) у листках салата в усіх варіантах досліду перевищував контрольні значення у 1,5-2,2 рази, у листках редиса — у 1,2-4,5 рази та у перця — у 1,1-1,4 рази. Близькі до цього результати були отримані за вирощування рослин у польових умовах (табл. 1, рис. 1).

Кількість пігментів залежить від різних умов, однією з яких є наявність активної хлорофілази — термінального ферменту в процесі біосинтезу хлорофілу. При вивченні хлорофілазної активності було виявлено, що під впливом мікроелементів у листках салату ця активність у порівнянні з контролем значно зростала: у варіантах досліду з окремими мікроелементами — на 24-41%, а в досліді з сумішшю мікроелементів — на 41-50%. У тепличному досліді мікроелементи підсилювали активність хлорофілази у листків редису на 49-51%, а їх суміш — на 66%. За вирощування рослин редиса у польових умовах різниця з контролем склала: в досліді з окремими мікроелементами — 36-44%, з сумішшю мікроелементів — 49% (табл. 2). Отже, мікроелементи підвищують активність хлорофілази, що призводить до збільшення вмісту пігментів і до більш продуктивної роботи пігментної системи.

Функціональна здатність пігментної системи залежить від ступеня міцності зв'язку хлорофілу з білками [2]. Нами з'ясовано, що контрольні рослини салату і редису як у тепличних, так і в польових умовах містять майже однакову кількість неміцно- та міцнозв'язаних пігментів з білками. В усіх варіантах досліду мікроелементи підсилювали міцність зв'язку хлорофілу з білками в 1,3-6 разів незалежно від умов вирощування (табл. 2). Спостережено, що за вирощування рослин у польових умовах попередня обробка насіння бором та сумішшю мікроелементів більш інтенсивно підвищувала міцність зв'язку хлорофілу з білками ніж за вирощування рослин в умовах теплиці. Для цинку та марганцю була характерною однакова інтенсивність впливу на цей показник як за вирощування рослин у теплиці, так і в полі. Позитивний вплив мікроелементів на пігментну систему призводить до поліпшення загальнофізіологічного стану рослин та поліпшення якості сільгоспродукції.

Інші органічні сполуки — аскорбінова кислота, цукри та органічні кислоти, які містяться в листках салату, коренеплодах редису та плодах томатів, вплива-

Таблиця 1

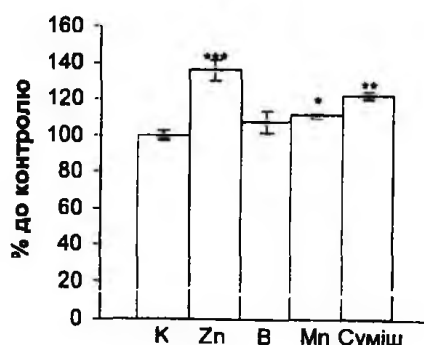
Вміст пігментів в листках салату та редису, мг/г

Варіант	Об'єкт	Умови	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума <i>a+b</i>	Каротиноїди
Контроль	Салат	Тепличні	0,29±0,008	0,07±0,005	0,37±0,003	0,28±0,010
	Редис		0,56±0,007	0,02±0,002	0,58±0,007	0,17±0,001
	Салат	Полеві	0,58±0,030	0,11±0,010	0,68±0,010	0,21±0,010
	Редис		1,34±0,160	0,04±0,010	1,39±0,160	0,26±0,060
Zn	Салат	Тепличні	0,49±0,050*	0,04±0,010	0,54±0,060*	0,25±0,010
	Редис		0,91±0,008***	0,03±0,005	0,95±0,010***	0,21±0,001***
	Салат	Полеві	1,02±0,050***	0,16±0,010*	1,18±0,040***	0,35±0,030**
	Редис		1,02±0,130	0,39±0,023	1,14±0,180	0,35±0,040
B	Салат	Тепличні	0,50±0,050*	0,15±0,050	0,64±0,002***	0,23±0,020**
	Редис		0,77±0,090	0,02±0,001	0,79±0,090	0,26±0,030*
	Салат	Полеві	1,02±0,010***	0,27±0,070	1,29±0,080*	0,41±0,020***
	Редис		1,02±0,240	0,14±0,040	1,16±0,270	0,26±0,060
Mn	Салат	Тепличні	0,47±0,060	0,13±0,030	0,60±0,080*	0,23±0,020
	Редис		0,76±0,010***	0,04±0,008	0,80±0,009***	0,25±0,004***
	Салат	Полеві	1,07±0,040***	0,14±0,020	1,45±0,220*	0,41±0,020***
	Редис		1,37±0,110	0,24±0,080	1,64±0,040	0,48±0,060
Суміш	Салат	Тепличні	0,63±0,008***	0,09±0,009	0,79±0,009***	0,24±0,007*
	Редис		1,02±0,008***	0,09±0,010**	1,11±0,020***	0,25±0,001***
	Салат	Полеві	1,31±0,040***	0,35±0,070*	1,66±0,070***	0,40±0,010***
	Редис		1,33±0,070	0,09±0,030	1,46±0,040	0,31±0,030

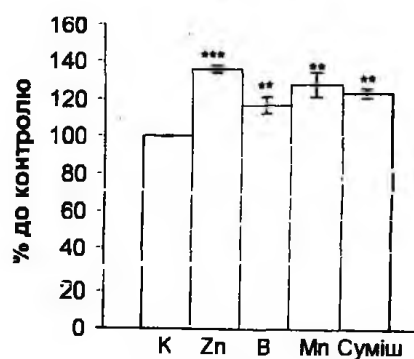
Примітка: тут і далі: \* — вірогідно за P ≤ 0,05

\*\* — вірогідно за P ≤ 0,01

\*\*\* — вірогідно за P ≤ 0,001



А



Б

Рис. 1. Вміст суми хлорофілів в листках перцю, мг/г (А — тепличні, Б — польові умови)

Таблиця 2

Міцність зв'язку хлорофілу з білками та хлорофілазна активність у листках салату та редису

Варіант	Об'єкт	Умови	Зв'язок пігментів з білками, %		Активність хлорофілази, %
			Неміцний	Міцний	
Контроль	Салат	Тепличні	8,86±0,08	9,04±0,05	6,37±0,11
	Редис		4,95±0,18	5,16±0,16	5,43±0,24
	Салат	Полюві	11,3±0,02	11,8±0,11	6,51±0,19
	Редис		15,1±0,02	15,3±0,08	9,55±0,01
Zn	Салат	Тепличні	5,75±0,91*	9,81±0,47	10,9±0,59**
	Редис		4,37±0,54	8,46±1,11*	11,0±0,35***
	Салат	Полюві	6,34±0,18***	9,80±0,13***	10,9±0,36***
	Редис		8,68±0,08***	12,6±0,10***	17,2±0,16**
B	Салат	Тепличні	7,25±0,26**	9,43±0,28	9,22±0,33**
	Редис		3,63±0,10**	7,87±0,39**	10,7±0,20***
	Салат	Полюві	5,87±0,78**	12,6±0,45	9,02±1,19
	Редис		8,80±0,01***	11,6±0,03***	15,4±0,25***
Mn	Салат	Тепличні	6,97±0,20***	9,46±0,45	8,42±0,64*
	Редис		4,73±0,08	7,46±0,10***	10,7±0,28***
	Салат	Полюві	2,91±0,05***	5,05±0,13***	9,49±0,37**
	Редис		7,92±0,02***	11,5±0,13***	15,0±0,18***
Суміш	Салат	Тепличні	7,63±0,36***	9,83±0,27*	12,7±0,14***
	Редис		3,98±0,09**	7,58±0,44**	16,0±0,13***
	Салат	Полюві	2,44±0,02***	15,0±0,27***	11,1±0,06***
	Редис		3,88±0,05***	16,0±0,40	19,0±0,23***

Таблиця 3

Окремі біохімічні показники листків салату, коренеплодів редису та плодів томатів

Показники	Об'єкт	Контроль	Zn	B	Mn	Суміш
Аскорбінова кислота, мг %	Салат	15,1±0,270	20,0±0,110	19,4±0,290	19,9±0,170	24,4±0,110
	Редис	16,5±0,490	21,6±0,200	26,5±0,230	22,9±0,500	34,9±0,230
	Томати	19,6±0,210	25,0±0,230	22,5±0,240	23,0±0,210	28,9±0,100
Кислотність, %	Салат	0,21±0,002	0,18±0,003	0,20±0,005	0,19±0,002	0,16±0,001
	Редис	0,60±0,004	0,32±0,004	0,39±0,004	0,40±0,010	0,23±0,004
	Томати	0,52±0,007	0,41±0,006	0,44±0,000	0,44±0,007	0,34±0,010
Цукри, %	Салат	1,13±0,020	1,72±0,020	1,72±0,010	1,77±0,020	2,09±0,007
	Редис	2,20±0,030	2,79±0,090	2,70±0,020	2,76±0,010	3,12±0,030
	Томати	3,01±0,007	3,61±0,010	3,55±0,020	3,61±0,004	3,99±0,003

Примітка: дослідні варіанти за усіма показниками вірогідно відрізняються від контролю

ють на смакові якості та харчову цінність продукції. При визначенні вмісту аскорбінової кислоти у листках салату, коренеплодах редису та плодах томатів (табл. 3) виявлено збільшення вмісту цього вітаміну в дослідях з використанням мікроелементів (на 15-31%), але особливо за обробки насіння їх сумішшю (на 32-52%). Розрахунок вмісту редукованих цукрів показав, що мікроелементи підвищували кількість цукрів у листках салату, коренеплодах редису та плодах томатів на 15-36%, а суміш мікроелементів — на 24-46% (табл. 3). Важливою ознакою якості продукції є не тільки підвищення кількості цукрів, але й оптимальне співвідношення цукрів та органічних кислот. При визначенні титрованої кислотності помічено її зниження у порівнянні з контролем в усіх варіантах досліду в 1,1-2,6 рази (табл. 3). За результатами польового досліду максимальний вміст аскорбінової кислоти та найбільше співвідношення “цукри/кислотність”, від якого залежать смакові якості, властиві рослинам, що виростили із насіння, обробленого сумішшю мікроелементів.

Таким чином, порівняння результатів дослідів за вирощування рослин у тепличних та польових умовах показало, що передпосівна обробка насіння розчинами мікроелементів та особливо їх сумішшю стимулює схожість і ріст рослин, підвищує вміст пігментів та активність хлорофілази, а також збільшує міцність зв'язку хлорофілу з білками, що свідчить про поліпшення фотохімічної активності рослин. Деяка різниця у результатах, отриманих на польових та тепличних рослинах, не може вплинути на цю загальну закономірність. Порівняння ефектів окремих мікроелементів та їх суміші свідчить перш за все про неоднаковий вплив мікроелементів на різні показники, а, крім того, про синергічність їхньої дії. Так, схожість насіння краще за інші мікроелементи підвищував цинк, ростові показники — марганець, а роботу пігментної системи інтенсивніше стимулювали марганець і цинк. За позитивним впливом на інші досліджувані біохімічні показники ці три мікроелементи майже не відрізнялись: в усіх випадках однаково інтенсивно збільшувалось накопичення аскорбінової кислоти та цукрів, а також зменшувалась кислотність товарної продукції. Слід, однак, підкреслити, що незалежно від виду рослин найбільший позитивний ефект спостерігається після обробки насіння сумішшю мікроелементів.

## Література

1. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание / Учеб. пособие. — М.: Высш. школа, 1975. — 392 с.
2. Годнев Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. — Минск: Наука и техника, 1963. — 328 с.
3. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 430 с.
4. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. — М.: Агропромиздат, 1990. — 271 с.
5. Фотосинтез: Методические указания к проведению спецпрактикума для студентов всех форм обучения / Сост. В. Т. Коваль. — Одесса: ОГУ, 1990. — 28 с.

Антушева Т. А., Якуба И. П., Швець Г. А., Паузер Е. Б.  
Одесский национальный университет, кафедра ботаники,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР  
В ПОЛЕВЫХ И ТЕПЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ**

**Резюме**

Предпосевная обработка семян салата, редиса, перца и томатов растворами микроэлементов Zn, B, Mn и их смеси стимулирует всхожесть и рост растений как в тепличных, так и в полевых условиях. Установлено повышение содержания пигментов и активности хлорофиллазы. Отмечено увеличение прочности связи хлорофилла с белками, особенно в полевых условиях. Микроэлементы стимулируют накопление аскорбиновой кислоты и сахаров и уменьшают кислотность товарной продукции. Независимо от вида растений и условий выращивания более выраженный позитивный эффект отмечается при обработке семян смесью микроэлементов.

**Ключевые слова:** микроэлементы, пигментная система, овощные культуры.

*Antusheva T. O., Yakuba I. P., Shvets G. A., Pauzer O. B.,  
Odessa National University, Department of Botany,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine*

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF VEGETABLES  
INFLUENCED BY MICRONUTRIENTS IN THE FIELD  
AND GREENHOUSE CONDITIONS**

**Summary**

Pre-sowing damping of lettuce, radish, pepper and tomato seeds in the solutions of micronutrients Zn, B, Mn and their mixture stimulates ascending of seeds and growth of the plants in the field and in the greenhouse conditions. They increase the amount of pigments and activity of chlorophyllase. There was also found the strengthening of bounds between chlorophyll and proteins, especially in the field conditions. Micronutrients stimulate storage of ascorbic acid and sugar and decrease the amount of organic acids in the agricultural product. Treatment by the mixture of micronutrients independing on the plant species or growing conditions showed the most agreeable effect.

**Key words:** micronutrients, pigment system, vegetables.