
ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 581.143:577.175.05

DOI 10.31654/2786-8478-2023-BN-1-44-51

Приплавко С. О.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
ngubiolog@ukr.net
orcid.org/0000-0002-4326-8547

Гавій В. М.

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ФОРМУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ

Робота присвячена дослідженню дії метаболічно активних речовин: вітаміну Е, параоксисбензойної кислоти (ПОБК), метіоніну, MgSO₄ (сульфату магнію), кудеса-ну та їх комбінацій, таких як: вітамін Е + убіхінон-10; вітамін Е + параоксисбензойна кислота + метіонін; вітамін Е + параоксисбензойна кислота + метіонін + магнію сульфат, на формування коренеплодів моркви посівної сорту Нантська. Встановлено їх вплив на схожість насіння, накопичення маси сирової та сухої речовини, довжину підземної частини, товщину коренеплоду, середню масу коренеплодів. Найкраще на показник схожості насіння моркви у лабораторних умовах впливав магнію сульфат, який перевищив значення у контролі на 15,8 %. У польових умовах схожість насіння була найвищою у варіанті за впливу комбінації сполук Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄, яка перевищувала значення контролю на 3,08 %. Було з'ясовано, що передпосівна обробка насіння моркви убіхіноном-10 у більшості випадків мала найвищі результати. За показником довжини коренеплоду найвищі показники були відмічені у варіанті застосування комбінації речовин Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄, яка протягом всього вегетаційного періоду переважала значення контролю від 5,23 до 14,51 % залежно від етапу дослідження. На діаметр коренеплоду моркви посівної позитивно вплинула така ж комбінація, переважаючи значення контролю на 20,67 % у вересні та на 22,2 % у жовтні.

Також було визначено середню масу коренеплоду. Встановлено, що ефективними за цим показником були всі досліджувані сполуки, крім вітаміну Е.

Отже, обробка насіння моркви перед висівом метаболічно активними сполуками та їх комбінаціями позитивно впливає на показники схожості насіння, накопичення маси сирової та сухої речовини, збільшення лінійних показників росту, зростання товщини та маси коренеплодів, що сприятиме підвищенню врожайності цієї культури.

Ключові слова: метаболічно активні речовини, морква посівна, схожість, маса сирової речовини, маса сухої речовини, довжина коренеплоду, маса коренеплоду.

Вступ. Розвиток сільського господарства вимагає запровадження нових ефективних способів збільшення врожаїв та покращення якості продукції. Отримувати

високі врожаї стає все складніше через зміни клімату, виснаження ґрунтів, зменшення посівних площ. Ці причини є передумовами для проведення пошуку нових додаткових технологій, які могли б покращити вирощування культурних рослин для отримання необхідної кількості продукції. Такими технологіями може бути передпосівна обробка насіння біологічно активними речовинами, які можуть забезпечувати рослини енергетичним та пластичним матеріалом, оптимізувати та контролювати конкретні фізіологічні функції, біохімічні реакції, підтримувати та поліпшувати загальний стан рослин, захищати організм від несприятливих умов навколишнього середовища. Одним із заходів, який може допомогти у вирішенні даної проблеми є застосування для обробки насіння перед висівом метаболічно активних речовин, які синтезують самі рослини. При застосуванні таких речовин екзогенно у рослин проявляються нові біологічні властивості, які сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якості вирощуваної продукції [1]. Саме тому, вивчення впливу метаболічно активних речовин на процеси росту і розвитку рослин з метою підвищення продуктивності та поліпшення якості врожаю є актуальним.

Серед овочів найбільш поширеною культурою є морква. Вона переважає інші овочеві коренеплоди за вмістом сухих речовин (до 20 %), вуглеводів і вітамінів. Їй властиві високі поживні, дієтичні та лікувальні якості. Коренеплоди моркви містять велику кількість поживних речовин: каротину, аскорбінової кислоти, цукрів, амінокислот. У її складі виявлено майже всі відомі нині вітаміни. Посівні площі моркви в Україні щороку скорочуються через ризик втрати рентабельності. Вирощування цієї культури потребує великих затрат через підготовку посівних площ та обробіток посівів, а отримана виручка від продажу не може бути високою. Тому оптимізація процесів росту моркви посівної за рахунок ефективних елементів технології вирощування може сприяти отриманню якісного врожаю у достатній для забезпечення потреб кількості [2].

Метою роботи було встановити вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на схожість та процеси формування коренеплоду моркви посівної сорту Нантська.

Методи та організація дослідження. Дослідження проводили на території агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя на ділянці, відведеній для проведення наукових досліджень. При цьому використовували такі речовини для передпосівної обробки насіння: вітамін Е, убіхінон-10 (препарат Кудесан), параоксибензойна кислота, метіонін, магнію сульфат. Розчини досліджуваних препаратів готували у таких концентраціях: вітамін Е (10^{-8} М), параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001 %), метіонін (0,001 %), $MgSO_4$ (0,001 %), убіхінон-10 (0,001 %). Також використовували комбінації цих сполук у складі: вітамін Е + убіхінон-10; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін; вітамін Е + параоксибензойна кислота + метіонін + магнію сульфат. Щоб порівняти ефективність впливу цих препаратів на досліджувані показники, був використаний розповсюджений регулятор росту рослин Вимпел. Розчин регулятора росту Вимпел використовували у концентрації 20 г/л.

Перед висівом насіння замочували у досліджуваних розчинах та витримували добу, після чого злегка підсушували та висівали [3]. Висів насіння проводили у перші дні травня на попередньо підготовленій ділянці.

Щоб визначити вплив речовин на процеси росту, крім досліджень їх дії на схожість, 4 рази у різні періоди визначали масу сирої та сухої речовини, довжину та діаметр коренеплоду та середню масу коренеплодів.

Для встановлення впливу досліджуваних сполук на схожість насіння було проведено лабораторний та польовий дослід. У лабораторних умовах схожість визначали на десятій день після закладання досліду. Польову схожість визначали на чотирнадцятий день після висівання насіння.

Вірогідність отриманих даних встановлювали методами математичної статистики з використанням комп'ютерної програми Excel 10. При порівнянні значень використовували t-критерій Стьюдента. Всі значення наведені у вигляді ($M \pm m$) (M – середнє арифметичне значення показника, m – стандартна похибка середньої величини). Різниця статистично достовірна при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження впливу метаболічно активних речовин та їх комбінацій на схожість насіння моркви посівної показали, що найкраще на показник схожості насіння моркви впливав магнію сульфат, що перевищив значення у контролі на 15,8 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на схожість насіння моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Лабораторна схожість		Польова схожість	
	Схожість, %	% до контролю	Схожість, %	% до контролю
Контроль	38	100,0	65	100
Вимпел	26	81,2	61	93,85
ПОБК	30	78,9	55	84,61
Метіонін	36	94,7	65	100,00
MgSO ₄	44	115,8	63	96,92
Вітамін Е	42	110,5	59	90,77
Убіхінон-10	34	89,5	66	101,54
Убіхінон-10+ Віт.Е	30	78,9	59	90,77
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін	40	105,3	52	80,00
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін+ MgSO ₄	40	105,3	67	103,08

Позитивно на польову схожість насіння моркви посівної сорту Нантська впливала комбінація сполук Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄, вона перевищувала значення контролю на 3,08 %. Такий вплив цієї комбінації можна пояснити тим, що ці речовини входять до складу ферментів, беруть участь у синтезі білків та убіхінону та виконують роль антиоксидантів.

При вивченні впливу метаболічно активних речовин на показники маси сирової речовини було з'ясовано, що передпосівна обробка насіння моркви убіхіноном-10 у більшості випадках показала високі результати (табл. 2). Найкращий його вплив був зафіксований у серпні (перевищував значення контролю на 21,91 %).

Таблиця 2

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показники маси сирової речовини рослин моркви посівної сорту Нантська, середнє з 10 рослин

Варіант	Маса сирової речовини на період							
	25 червня		3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	г	% до контролю	г	% до контролю	г	% до контролю	г	% до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль	23.3	100	304.33	100	465.0	100	665.0	100
Вимпел	23.5	100.86	309.00	101.54	457.5*	98.39	679.5*	102.18
MgSO ₄	16.7	71.67	328.67*	107.99	347.5	74.73	565.5	85.04
Вітамін Е	9.0	38.63	186.33*	61.23	306.5	65.91	526.5	79.17

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Убіхінон-10	21.3*	91.42	371.00*	121.91	520.0*	111.83	732.0*	110.07
Метіонін	18.3	78.54	227.33	74.70	485.0*	104.30	697.0	104.81
ПОБК	15.0	64.38	257.00	84.45	285.0	61.29	492.0	73.98
Убіхінон-10 + Віт. Е	17.7	75.96	330.67*	108.65	425.0	91.40	643.0	96.69
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін	23.6*	101.29	368.00*	120.92	487.2*	104.76	691.0*	103.90
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін+MgSO ₄	21.3	91.42	256.00	84.12	410.0	88.17	637.0	95.79

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Таку дію препарату убіхінону-10 можна пояснити тим, що коензим Q₁₀, який входить до його складу бере участь в утворенні енергії АТФ як переносник електронів, сполучає процес електронного транспорту та окиснювального фосфорилування [4]. Також ця речовина виконує антиоксидантну функцію.

На показник маси сухої речовини найкраще також впливав убіхінон-10, передпосівна обробка насіння моркви яким у серпні дозволила перевищити показники у контролі на 32,55 % (табл. 3)

Таблиця 3

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показники маси сухої речовини рослин моркви посівної сорту Нантська, середнє з 10 рослин

Варіант	Маса сухої речовини на період							
	25 червня		3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	г	% до контролю	г	% до контролю	г	% до контролю	г	% до контролю
Контроль	3.33	100	71.67	100	112.5	100	154.30	100
Вимпел	3.0*	90.09	80.00*	111.62	120.45*	107.07	167.50*	108.55
MgSO ₄	2.33	69.97	75.00	104.65	81.30	72.27	98.70	69.97
Вітамін Е	1.33	39.94	50.00	69.76	86.35	76.76	121.15	78.52
Убіхінон-10	3.0*	90.09	95.00*	132.55	137.15*	121.90	192.50*	124.76
Метіонін	2.67	80.18	45.00	62.81	99.50	84.44	163.3*	105.83
ПОБК	2.33	69.97	55.00	76.74	63.00	56.00	79.20	51.33
Убіхінон-10+ Віт. Е	2.67	80.18	68.33*	95.34	90.50	80.44	117.50	76.15
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін	3.37*	101.20	80.00*	111.62	108.90	96.80	144.15*	93.42
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін+ MgSO ₄	2.33	69.97	55.00	76.74	92.15	81.91	132.00	85.55

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

При визначенні лінійного росту моркви, було встановлено, що ефективними за показником довжини підземної частини рослини була комбінація речовин Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄, яка мала позитивний вплив на цей показник протягом всього вегетаційного періоду і переважала значення контролю від 5,23 до 14,51 % залежно від етапу дослідження (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на лінійний ріст коренеплоду моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середня довжина коренеплоду на період							
	25 червня		3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	см	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
Контроль	6,91	100	15,86	100	18,60	100	18,73	100
Вимпел	8,10*	117,22	14,12	89,03	17,90*	96,24	17,87*	95,41
MgSO ₄	6,42	92,91	15,84*	99,87	17,30	93,01	17,59	93,91
Вітамін Е	4,74	68,59	13,93	87,83	15,94	85,70	17,87	95,4
Убіхінон-10	6,87*	99,42	15,45*	97,41	18,08	97,20	19,29*	102,99
Метіонін	5,45	78,87	13,86	87,39	16,60	89,25	17,78*	94,93
ПОБК	6,53*	94,50	15,38	96,97	15,04	80,86	15,15	80,89
Убіхінон-10+ Віт. Е	5,93	85,81	16,23*	102,33	18,27*	98,23	17,69*	94,45
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін	8,06*	116,64	15,57	98,17	15,91	85,54	15,71	83,88
Віт.Е+ПОБК+ Метіонін+ MgSO ₄	7,53*	108,98	16,69*	105,23	21,13*	114,51	20,74*	110,73

*Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

При визначенні впливу метаболічно активних речовин та їх комбінацій на діаметр коренеплоду моркви посівної сорту Нантська було встановлено, що композиція Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄ позитивно вплинула, переважаючи значення контролю на 20,67 % у вересні та на 22,2 % у жовтні. Тому її можна використовувати для підвищення врожайності моркви. Досить позитивний вплив на цей показник мав також убіхінон-10, який на 12,5 %; 16,76 % та 20,55 % перевищував значення у контролі залежно від етапу дослідження (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показник діаметру коренеплоду моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середній діаметр коренеплодів на період					
	3 серпня		8 вересня		30 жовтня	
	см	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	1,68±0,10	100	1,79±0,07	100	3,30±0,12	100
Вимпел	1,81±0,10	107,7	1,74±0,08	97,20	3,04±0,11	92,20
MgSO ₄	2,97±0,30*	176,78	1,64±0,09	91,62	3,35±0,1	101,67
Вітамін Е	1,42±0,09	84,50	1,84±0,13	102,80	3,41±0,16	103,30
Убіхінон-10	1,89±0,10*	112,50	2,09±0,13*	116,76	3,98±0,15*	120,55

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7
Метіонін	1,89±0,20*	112,50	1,65±0,08	92,18	3,01±0,09	91,10
ПОБК	1,70±0,08	101,19	1,59±0,07	88,80	3,06±0,08	92,70
Убіхінон-10+ Віт. Е	1,75±0,10	104,17	1,57±0,08	87,70	2,87±0,09	87,20
Віт. Е+ПОБК+ Метіонін	1,85±0,10	110,10	1,89±0,13	105,59	3,59±0,2	108,90
Віт. Е+ПОБК+ Метіонін+ MgSO ₄	1,56±0,10	92,86	2,16±0,10*	120,67	4,03±0,17	122,20

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Також було визначено середню масу коренеплоду. За результатами цих досліджень встановлено, що ефективними за цим показником були всі досліджувані сполуки, крім вітаміну Е. Високу ефективність виявив метіонін, який перевищував показники контролю на 33,8 %. Дію даного препарату можна пояснити тим, що метіонін безпосередньо впливає на ріст коренів. Ефективно на масу коренеплодів впливали також комбінації досліджуваних сполук. Зокрема, комбінація речовин Вітамін Е + ПОБК + Метіонін + MgSO₄ сприяла збільшенню цього показника на 50 % порівняно до контролю (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив метаболічно активних речовин та їх комбінацій на показник середньої маси коренеплодів моркви посівної сорту Нантська

Варіант	Середня маса коренеплодів з 10 рослин	
	г	% до контролю
Контроль	146,1±0,13	100
Вимпел	152,5±0,08	104,4
MgSO ₄	158,9±0,05	108,8
Вітамін Е	135,4±0,15	92,7
Убіхінон-10	176,0±0,09*	120,5
Метіонін	195,1±0,07*	133,8
ПОБК	156,8±0,04	107,4
Убіхінон-10+Вітамін Е	184,7±0,08*	126,4
Віт.Е+ПОБК+Метіонін	165,3±0,11*	113,2
Віт.Е+ПОБК+Метіонін+MgSO ₄	219,1±0,09*	150,0

* Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p < 0,05)

Висновки. Таким чином, за результатами досліджень було встановлено, що обробка насіння моркви перед висівом метаболічно активними сполуками та їх комбінаціями позитивно впливає на показники схожості насіння, накопичення маси сирі та сухої речовини, збільшення лінійних показників коренеплоду та маси коренеплодів. Тому, використання метаболічно активних речовин та їх комбінацій для обробки насіння перед висівом є доцільним для регуляції процесів росту з метою підвищення врожайності моркви посівної сорту Нантська.

Література

1. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В.П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. 352 с.
2. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Морква столова – технологія вирощування. *Біологічні основи овочівництва*. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=23.
3. Як підготувати і обробити насіння моркви перед посівом. URL: <https://sad.net.ua/yak-pidgotuvaty-i-obrobyty-nasinnya-morkvy/>
4. Дзюба В. О., Кучменко О. Б. Сучасні уявлення про роль убіхінону в процесах метаболізму клітини. *Вісник Львівського університету. Серія «Біологічна»*. 2017. Вип. 75. С. 3–13.

References

1. Hrytsaienko, Z.M., Ponomarenko, S.P., Karpenko, V.P. & Leontyk, I.B. (2008). *Biologichno aktyvni rečovyny v roslynnytstvi* [Biologically active substances in crop production]. Kyiv: NIShchLAVA [in Ukrainian].
2. Barabash O.Y., Taranenko, L.K. & Sich, Z.D. Morkva stolova – tekhnolohiia vyroshchuvannia [Table carrots – cultivation technology]. *Biologichni osnovy ovochivnytstva – Biological bases of vegetable growing*. URL https://agromage.com/stat_id.php?id=23 [in Ukrainian].
3. Ik pidhotuvaty i obrobyty nasinnia morkvy pered posivom [How to prepare and process carrot seeds before sowing]. URL <https://sad.net.ua/yak-pidgotuvaty-i-obrobyty-nasinnya-morkvy/> [in Ukrainian].
4. Dziuba, V.O. & Kuchmenko, O.B. (2017). Suchasni uiavlennia pro rol ubikhinonu v protsesakh metabolizmu klityny [Modern ideas about the role of ubiquinone in the processes of cell metabolism]. *Visnyk Lvivskoho universytetu – Bulletin of Lviv University*, 75, 3–13 [in Ukrainian].

Pryplavko S.

candidate of agricultural sciences, Assistant Professor
Department of Biology Nizhyn Mykola Gogol State University
ngubiolog@ukr.net
orcid.org/0000-0002-4326-8547

Havii V.

candidate of biological sciences, Assistant Professor
Department of Biology Nizhyn Mykola Gogol State University
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

INFLUENCE OF METABOLICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE FORMATION OF CARROT ROOT FRUITS

The work is devoted to the study of the effect of metabolically active substances: vitamin E, paraoxybenzoic acid (POBK), methionine, MgSO₄ (magnesium sulfate), ubiquinone-10 and their combinations, such as: vitamin E + ubiquinone-10; vitamin E + paraoxybenzoic acid + methionine; vitamin E + paraoxybenzoic acid + methionine + magnesium sulfate, for the formation of roots of carrots of the Nantska seed variety. Their influence on seed germination, the accumulation of the mass of raw and dry matter, the length of the underground part, the thickness of the root crop, and the average weight of the root crop was established. The indicator of germination of carrot seeds in laboratory conditions was best influenced by magnesium sulfate, which exceeded the value in the control by 15.8 %. In field conditions, seed germination was highest in the variant under the influence of the combination of Vitamin E + POBK + Methionine + MgSO₄ compounds, which exceeded the control value by 3.08 %. It was found that ubiquinone-10 had the highest results in most cases. According to the indicator of the length of the root crop, the highest indicators were noted in the option of using the combination of substances Vitamin E + POBK + Methionine + MgSO₄, which during the entire growing season exceeded the control value by 5.23 to 14.51 %, depending on the stage of the study. The same combination had a positive effect on the diameter of the seeded carrot root, exceeding

the control value by 20.67 % in September and by 22.2 % in October. The average weight of the root crop was also determined. It was established that all the studied compounds, except for vitamin E, were effective in terms of this indicator.

So, the treatment of carrot seeds before sowing with metabolically active compounds and their combinations has a positive effect on the indicators of seed germination, the accumulation of the mass of raw and dry matter, an increase in linear growth indicators, an increase in the thickness and weight of root crops, which will contribute to increasing the yield of this crop.

Key words: metabolically active substances, seed carrots, germination, mass of raw matter, mass of dry matter, root length, root weight.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2023 року

Рецензія надійшла 05.05.2023 року