

UDC 635.11 : 635-153

METHODS PRESEEDING PREPARATION SEEDS OF BEET ROOT

Mogilnay O.M., Kuts O.V., Dukhin E.O., Molchanov Yu.A., Mohylniy V.V.

Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine,
Instytutska str., 1, vill. Seleksiine, Kharkiv rg., Ukraine, 62478

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

<https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-65-66-75>

The aim of the research. To develop methods of pre-sowing processing of table beet seed, to determine optimum parameters and component composition; to establish efficiency on the effect on seed quality, yield and quality of beet production. **Methods.** Laboratory, field, statistical. **Results.** Treatment of beet seed microwave field exposure of 100 seconds enhances germination energy to 47,7 %, laboratory germination – up 64,7%; by exposure 80–90 seconds – the level 42,7–43,7 % and 51,3–55,3 % respectively. Positive effect on the yield of root crops is indicated only at the exposure of 90 seconds (increase in total yield by 4,6–7,3 t/ha or 11,9–14,3 % relative to control). Using the exposure for 80 seconds led to a decrease in the productivity of the crop. The use of microwave irradiation can both suppress and intensify the biochemical and biophysical processes in plant tissues. At an exposure of 80 seconds, there is a significant increase in dry matter root crops (16,52 %), a tendency to increase the content of sugars (9,72 %); for exposure to 90 seconds – a tendency to increase the content of ascorbic acid (12,66 mg/100 g), exposure to 100 seconds - a tendency to increase the content of total sugars (10,05 %), a negative tendency to reduce the dry matter content (15,09 %) and betanine (375 mg/kg). Containing seed incrustation has a significant advantage over simple seed soaking with microfertilizer solutions and growth regulators. The use of succinic acid in intact seeds results in a significant increase in the laboratory similarity of the seeds to the background without the use of micronutrients (80,7 %), for the use of microfertilizer “Master” (85,0 %). Gumat potassium causes a positive tendency in combination with the use of micronutrient “Reakom” (79,3 %), whereas in other backgrounds there is a decrease in this indicator for the use of the indicated growth regulator. The most effective was the use of the growth regulator of succinic acid with microfertilizer “Master”, provided the growth of laboratory germination of seeds to 80,2 %, and the incrustation of seeds – to 85,0 %. **Conclusions.** The expediency of processing of beet seed with low germination (42 %) with microwave radiation with exposure of 90 seconds has been proved, which provides increase of energy of germination up to 43,7 %, laboratory germination of seeds to 55,3 %, increase of yield of root crops by 4,0 t/ha or 11,4 %, improvement of biochemical composition of products (increase of content of betanin and ascorbic acid, reduction of nitrate content). The influence of growth regulators and complex microfertilizers on the laboratory and crop seed germination after its inlaying has been analyzed. The optimal combination of components of the mixture for inlaying is determined: Semia-color dye with a rate of consumption of 10 l/t, succinic acid (0,01 %) and microfertilizer “Master” (0,025 %). The use of such a mixture results in an increase in the laboratory germination of the seeds to 85,0 %, field germination – up to 76,8 %, and has certain economic benefits (cost reduction to 684.5 UAH/t, profitability of 44%).

Key words: microwave radiation, seed incrustation, beet, crop quality

СПОСОБИ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ БУРЯКА СТОЛОВОГО

Могильна О.М., Куц О.В., Духін Є.О., Молчанов Ю.А., Могильний В. В.

Інститут овочівництва і баштанництва НААН

вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне Харківської обл., 62478, Україна

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Meta. Розробити способи передпосівної обробки насіння буряка столового, визначити оптимальні параметри та компонентний склад; встановити ефективність за впливом на посівні якості насіння,

урожайність та якість продукції буряка столового. **Методи.** Лабораторні, польові, статистичні. **Результати.** Обробка насіння буряка столового мікрохвильовим полем з експозицією 100 секунд забезпечує підвищення енергії проростання до 47,7 %, лабораторної схожості – до 64,7 %; за експозицій 80–90 секунд – до рівня 42,7–43,7 % та 51,3–55,3 % відповідно. Позитивний вплив на врожайність коренеплодів зазначено тільки за експозиції 90 секунд (підвищення загальної урожайності на 4,6–7,3 т/га або 11,9–14,3 % відносно контролю). Використання експозиції 80 секунд зумовлювало зниження рівня врожайності культури. Використання мікрохвильового опромінювання може як пригнічувати, так і посилювати біохімічні та біофізичні процеси в рослинних тканинах. За експозиції 80 секунд зафіксовано істотне зростання в коренеплодах сухої речовини (16,52 %), тенденція до підвищення вмісту загального цукру (9,72 %); за експозиції 90 секунд – тенденція до збільшення вмісту аскорбінової кислоти (12,66 мг/100 г), за експозиції 100 секунд – тенденція до підвищення вмісту загального цукру (10,05 %), негативна тенденція зменшення вмісту сухої речовини (15,09 %) та бетаніну (375 мг/кг). Проведення інкрустації насіння має істотну перевагу перед простим намочуванням розчинами мікродобрив та регуляторів росту. За інкрустації насіння використання янтарної кислоти зумовлює отримання істотного підвищення лабораторної схожості на фоні без застосування мікродобрив (80,7 %), за використання мікродобрива Master (85,0 %). Гумат калію зумовлює позитивну тенденцію у поєднанні з використанням мікродобрива Реаком (79,3 %), тоді як за іншими фонами відмічено зниження даного показника за використання вказаного регулятора росту. Найбільш ефективним виявилось використання регулятора росту янтарна кислота та мікродобрива Master, що в середньому по досліді забезпечує зростання лабораторної схожості насіння до рівня 80,2 %, а за інкрустації насіння – до рівня 85,0 %. **Висновки.** Доведено доцільність обробки насіння буряка столового з низькою схожістю (42 %) мікрохвильовим опромінюванням з експозицією 90 секунд, що забезпечує підвищення енергії проростання до 43,7 %, лабораторної схожості насіння до 55,3 %, збільшення врожайності коренеплодів на 4,0 т/га або 11,4 %, поліпшення біохімічного складу продукції (зростання вмісту бетаніну та аскорбінової кислоти, зниження вмісту нітратів). Проаналізовано вплив регуляторів росту та комплексних мікродобрив на лабораторну та посівну схожість насіння за його інкрустації. Визначено оптимальне поєднання компонентів суміші для інкрустації: барвник Semiа-color з нормою витрати 10 л/т, янтарна кислота (0,01 %) та мікродобриво Master (0,025 %). Використання такої суміші зумовлює підвищення лабораторної схожості насіння до 85,0 %, польової схожості – до 76,8 % та має певні економічні переваги (зниження собівартості продукції до 684,5 грн/т, рентабельність на рівні 44 %).

Ключові слова: мікрохвильове випромінювання, інкрустація насіння, буряк столовий, посівні якості

Актуальність. За будь-якої технології вирощування сорт виступає надійним та економічно вигідним фактором підвищення врожайності. Найповніша реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів є можливою лише за використання для сівби високоякісного насіння. Застосування різноякісного насіння призводить до асинхронності росту та розвитку окремих рослин, зменшенню ефективності різних технологічних заходів. Якісний насіннєвий матеріал дає змогу без додаткових енергетичних витрат (добрива, пестициди) забезпечити належний ріст рослин, знизити негативний вплив бур'янів, хвороб, шкідників і на цій основі підвищити врожайність культури і якість одержуваної продукції, поліпшити екологічний стан поля.

Існує низка способів підготовки насіння до сівби, що виконують різні функції та характеризуються різною ефективністю. Поширення отримали і нові альтернативні способи підготовки насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Світовий ринок насіння овочевих рослин становить 5 млрд. доларів на рік (An Overview of the Vegetable Seed Industry). З метою підвищення цінних господарських властивостей та врожайності овочевої продукції поширення отримали технології підготовки насіннєвого матеріалу, що базуються на різних методах впливу: фізичних, хімічних, біологічних, які зумовлюють стимулювання фізіолого-біохімічних процесів, підвищення стійкості рослин проти патогенів. У той час вплив таких методів на екологічну чистоту та безпечність продукції є нерівнозначним. Так використання гамма, рентгенівського та ультрафіолетового випромінювання, нейтронів, протонів часто спричиняє мутагенну дію, що доведено в дослідженнях Rosel H. H. (1994) на бульбах картоплі. Використання хімічних засобів захисту рослин (протруювачів) несе ризик забруднення продукції їх залишковими кількостями.

Перспективним є використання для обробки насіння електромагнітного поля різної частоти (високої, надвисокої), що за певних енергоінформаційних параметрів забезпечують підвищення схожості насіння (до 30 %), появу сходів раніше на декілька днів, збільшення врожайності до 30–40% (Microwave technology in the national economy. Embodiment. Problems Prospects, 2002; Chernai, M.A. 2014).

Характерною особливістю дії електромагнітного поля на живі організми є його «резонансний» характер – біологічний ефект спостерігається у вузьких інтервалах частот (Devyatkov N.D., Golant M.B., Tager A.S., 1983). Живі організми не гомогенні, а складаються з різних частин, що виконують ті або інші спеціальні функції (Willy K., 1975; Smerdov A.A., Volkov S.I., 2008; Landar A.A., 2008). Процеси, що протікають в організмі, складаються з сукупності координованих функцій його клітин (Installation for definitions destructive doze at ultraviolet irradiation microorganisms, 2008). Отже, частоти, відповідні власним резонансам клітини, можуть бути різними і лежати в певному діапазоні електромагнітного спектру. У той самий час діапазон частот, в якому можлива дія електромагнітної енергії на клітину, є достатньо широким (Presman A.S., 1968; Betsky O.V., Lebedeva N.N. 2001). Зрозуміло, якщо клітини належать до різних біологічних об'єктів або частин об'єкта, відрізняються, то для достатньо точного визначення діапазону частоти необхідно знати електричні параметри внутрішнього складу клітини і мембрани окремо (Zhulev V.I., Ushakov I.A., 2001; Fedushko Yu.M., Fedushko M.P., 2014). Під дією магнітного поля підвищується проникність клітинної мембрани, що забезпечує посилення швидкості транспортування іонів та молекул (Savchenko V.V., Sinyavsky O. Yu., 2014).

У дослідженнях Zhadin M. N. (2007), B.N. Bingi V.N (1997), Л.Е. Никифорової, Ю.О. Богатирьова (Nikiforova L.E., Bohatyrkov Yu.O., 2010) навіть за дуже низького енергетичного впливу відбувається значна активація процесів життєдіяльності рослин і насіння (підвищення сили росту, поліпшення схожості тощо). За допомогою електромагнітних хвиль забезпечується можливість управління функціонування біосистемами (Kalinin L.G., Tucky V.P., 2000; Levchenko Ye.A., Kinderuk M.O., 2000; Vyshnevsky V.V., 2000), але для кожної культури потрібен окремий у часі режим обробки насіння (Kindruk M.O., Vishnevsky V.V., 2001; Vishnevskaya A.M. 2001; Polevyk N.D.,

Rorov V.M., 2011; Vudyanov V.A. 2011). Ефективність використання електромагнітного поля для обробки насіння доведена в дослідженнях з зерновими (Tsuglenok N.V., 2004), овочевими (Borodin I.F., 2008), технічними (Olenyuk A.A., Mikhailova L.N., 2012; Moroz A.N., 2012; Olenyuk A.A., Moroz A.N., 2013) культурами.

Ряд дослідників вважає, що загальним недоліком усіх існуючих технологій з використанням передпосівної обробки насіння електрофізичними способами є низька повторюваність результатів обробки, і невисокий приріст урожайності (10–12 %) (Kilmakaev T.A., 1991; Cherenkov A.D., Kosulina N.G., 2005; Babenko A.A. 1993). Найбільш ефективним, енергоощадним і рентабельним є спосіб обробки насіння інформаційним електромагнітним полем (Cherenkov A.D., Kosulina N.G., 2005). Застосування низькоенергетичного випромінювання пов'язано з найменшими витратами енергії за максимального впливу на інформаційні процеси життєдіяльності біологічних об'єктів (Babenko A.A., 1993).

За вирощування овочевих рослин (капуста, буряк столовий, морква, редиска, огірок, томат) урожайність від використання електромагнітного випромінювання становить у середньому 18–23 %, а в деяких дослідженнях збільшується до рівня 40–60 %. Відбувається також підвищення якісних показників овочевої продукції (Apasheva L.M., Lobanov A.V., 2006; De-Souzaa A., García D., 2014; Sueiro L., Gilart F., 2014; Pandita V.K.; 2017; Bhardwaj R.K., Sharma A., 2017; Kumari R., 2017).

Хімічні способи підготовки насіння включають протруєння, дражування, намочування в розчинах добрив або засобів захисту, капсулювання, інкрустацію. Інкрустація, або вдосконалене протруєння, включає нанесення на насіння тонкої плівки, до складу якої (крім плівкоутворювача) додають пестициди, а також препарати-стимулятори. Цей метод значно переважає за ефективністю звичайне протруєння, оскільки вказана плівка запобігає обсипанню хімічних препаратів із насіння. Основний ефект інкрустації зводиться до стимуляції рівномірного проростання насіння, отримання дружних сходів і захисту проростків від хвороб, зокрема коренеїду. Ефективність даного агрозаходу доведена в технології вирощування пшениці озимої, кукурудзи, сої тощо (Kramarev S.M., Krasnenkov S.V., 2010; Artemenko S.F., 2010; Kramarev S.M., Krasnenkov S.V., 2009; Artemenko S.F., 2009; Kramarev S.M., Pisarenko

P.V., 2007), тоді як за вирощування овочевих рослин вивчено не досконало.

Мета і завдання дослідження – розробити способи передпосівної обробки насіння буряка столового, визначити оптимальні параметри та компонентний склад; встановити ефективність за впливом на посівні якості насіння, урожайність та якість продукції буряка столового.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводили впродовж 2004–2015 рр. в Інституті овочівництва і баштанництва НААН.

Установлення оптимальних режимів мікрохвильового опромінювання проводили з використанням установки «Артеміда-М» (з частотою 2450 МГц) за використання трьох експозицій – 80, 90 та 100 секунд. У дослідженнях було використано насіння буряка столового сорту Бордо харківський з низькою лабораторною схожістю (42 %); визначено вплив опромінювання на енергію проростання та лабораторну схожість, урожайність культури та біохімічних склад коренеплодів.

Розробка оптимальної технології інкрустації насіння буряка столового включала ряд етапів: установлення оптимального складу суміші для інкрустації (суміш повинна добре адсорбувати та утримувати воду, бути повітронепроникною, не перешкоджати насінні, що проростає, і не руйнуватися за транспортування); оцінка впливу композиційних складів суміші на енергію проростання насіння, лабораторну та польову схожість. Дослідження проводили шляхом постановки лабораторного трифакторного дослідження: фактор А – мікродобрива, фактор В – регулятор росту та фактор С – інкрустація барвником Semia-color. Для обробки насіння використовували робочий розчин з розрахунку 20 л/т насіння (10 л барвник Semia-color + 10 л водний розчин препаратів: янтарна кислота, гумат калію – 0,01%, Вимпел – 0,02 %; Master – 0,025%, Реаком, Нутривант плюс універсальний – 0,05 %). У якості контролю було використано необроблене насіння.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик (Methodology of experimental work in vegetable and melon, 2001) (Dospikhov В.А., 1985). Лабораторні показники посівних якостей: схожість, енергія проростання насіння визначали згідно з методикою, вказаною в ДСТУ 4138-2002 (2003).

Результати досліджень. Обробка насіння буряка столового сорту Бордо харківський мікрохвильовим полем впливала на показники енергії проростання та лабораторної схожості

(рис. 1). За максимальної експозиції (100 сек.) відбулося зростання енергії проростання до рівня 47,7 %, лабораторної схожості – до 64,7 % за даних показників на контролі 35,3 та 42,0 % відповідно. За меншої експозиції (80–90 сек.) також зафіксували істотне збільшення посівних якостей насіння, але нижче, ніж за експозиції 100 секунд. Таку позитивну дію ми пов'язуємо з впливом мікрохвильового поля на стимулювання життєдіяльності насінини через підвищення розчинності солей та кислот в клітині, зростанні проникності мембран, що прискорює дифузію молекул та іонів тощо.

Не зважаючи на позитивний вплив обробки мікрохвильовим випромінюванням на посівні якості насіння, суттєве збільшення врожайності буряка столового було відмічено тільки за експозиції 90 секунд (табл. 1). У 2004 та 2007 роках урожайність буряка столового за експозиції 90 секунд зростала істотно відносно контролю на 4,6–7,3 т/га або 11,9–14,3 %, тоді як у 2005 та 2006 роках було відмічено тільки позитивну тенденцію.

Використання експозиції 80 секунд зумовлювало істотне зниження рівня загальної врожайності буряка столового у 2004 році (на 14,4 %) та тенденцію до зниження врожайності у 2005 та 2007 роках (на 2,6–3,1 %).

Вплив мікрохвильового поля на біохімічних склад коренеплодів також істотно залежав від експозиції (табл. 2). За експозиції 80 секунд зазначається істотне зростання в коренеплодах сухої речовини (16,52 %), тенденція до підвищення вмісту загального цукру (9,72 %); за експозиції 90 секунд – тенденція до збільшення вмісту аскорбінової кислоти (12,66 мг/100 г), за експозиції 100 секунд – тенденція до підвищення вмісту загального цукру (10,05 %), негативна тенденція зменшення вмісту сухої речовини (15,09 %) та бетаніну (375 мг/кг). Отримані результати свідчать, що використання мікрохвильового опромінювання може як пригнічувати, так і посилювати біохімічні та біофізичні процеси, що проходять у рослинних тканинах.

Позитивним аспектом використання мікрохвильового опромінювання є істотне зниження вмісту нітратів у коренеплодах за всіх досліджених експозицій (1300–1362 мг/кг при значенні даного параметра на контролі 1684 мг/кг).

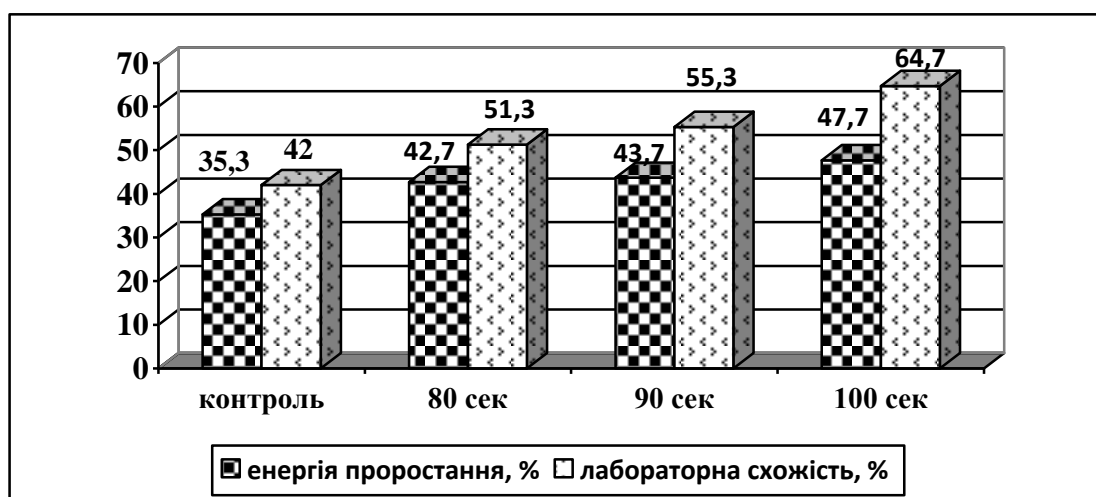


Рисунок 1. Енергія проростання та схожість насіння буряка столового сорту Бордо харківський залежно від дії мікрохвильового поля (середнє за 2004–2007 рр.)

Таблиця 1 – Урожайність буряка столового сорту Бордо харківський залежно від дії мікрохвильового поля (2004–2007 рр.)

Режим обробки, сек.	Загальна врожайність за роками					
	2004 р.			2005 р.		
	т/га	приріст		т/га	приріст	
		т/га	%		т/га	%
контроль	34,2	–	–	28,8	–	–
80	29,9	-4,3	-14,4	27,9	-0,9	-3,1
90	38,8	4,6	11,9	30,9	2,1	6,8
100	31,6	-2,6	-8,2	28,7	-0,1	-0,4
НІР _{0,95}		3,65	10,6		3,3	11,5
Режим обробки, сек.	Загальна врожайність за роками					
	2006 р.			2007 р.		
	т/га	приріст		т/га	приріст	
		т/га	%		т/га	%
контроль	25,9	–	–	50,9	–	–
80	29,5	3,6	12,2	49,6	-1,3	-2,6
90	28,1	2,2	7,8	58,2	7,3	14,3
100	27,8	1,9	6,8	54,4	3,5	6,9
НІР _{0,95}		4,5	16		6,2	12

Таблиця 2 – Хімічні показники коренеплодів буряка столового сорту Бордо харківський залежно від дії на насіння мікрохвильового поля (середнє за 2004–2007 рр.)

Експозиція, сек.	Вміст у коренеплодах, %				
	суха речовина	загальний цукор	бетанін, мг/100 г	аскорбінова кислота, мг/100 г	нітрати, мг/кг
контроль	15,38	9,39	411	11,88	1684
80	16,52	9,72	404	12,22	1300
90	15,35	9,43	434	12,66	1362
100	15,09	10,05	375	12,37	1387
НІР _{0,95}	1,8	0,90	34,5	2,24	185

У наших дослідженнях було встановлено, що барвник Semia-color дуже міцно тримається на поверхні насіння, не осипається, створюючи всі необхідні умови для використання його в якості основи для інкрустації насіння, з можливістю додавання до робочої рідини всіх необхідних засобів захисту, рістстимулюючих препаратів, мікроелементів тощо. Не виявлено негативного впливу барвника на посівні якості насіння. Навпаки відмічено позитивну тенденцію підвищення лабораторної схожості насіння; без барвника лабораторна схожість становила 86,0 %, за використання барвника Semia-color з нормою 5 л/т – 86,3 %, з нормою 10 л/т – 86,5 %.

Дослідженнями доведено ефективність інкрустації насіння мікродобривами та регуляторами росту за впливом на лабораторну схожість насіння буряка столового сорту Дій (табл. 3). За

використання препаратів насіння без інкрустації (намочування) лабораторна схожість була істотно меншою й становила 75,3 %, за інкрустації – 78,7 %.

Так без інкрустації насіння істотно підвищення лабораторної схожості забезпечує використання регуляторів росту гумату калію без застосування мікродобрив (77,7 %), янтарної кислоти та Вимпелу по фоні застосування добрива Реаком (76,0–77,3 %), янтарної кислоти по фоні внесення Нутривант плюс універсальний (90,0 %). Використання гумату калію по фоні внесення Реакому та Нутриванту плюс універсальний зумовлює зниження лабораторної схожості насіння, що свідчить про неефективність такого поєднання регуляторів росту та мікродобрив.

Таблиця 3 – Лабораторна схожість насіння буряка столового сорту Дій залежно від досліджуваних елементів, % (середнє за 2011–2014 рр.)

Мікродобрива (фактор А)	Регулятори росту (фактор В)	Інкрустація насіння (фактор С)		
		Без інкрустації	Інкрустація Semia-color	Середнє по фактору А×В
Без обробки (контроль)	Без застосування	76,0	78,7	77,4
	Гумат калію	77,7	75,0	76,4
	Янтарна кислота	73,0	80,7	76,9
	Вимпел	74,3	77,7	76,0
Master	Без застосування	74,7	81,3	78,0
	Гумат калію	75,3	78,0	76,7
	Янтарна кислота	75,3	85,0	80,2
	Вимпел	75,0	80,7	77,9
Реаком	Без застосування	73,0	78,7	75,9
	Гумат калію	69,0	79,3	74,2
	Янтарна кислота	77,3	78,3	77,8
	Вимпел	76,0	77,7	76,9
Нутривант плюс	Без застосування	76,3	79,0	77,7
	Гумат калію	74,0	76,7	75,4
	Янтарна кислота	80,0	76,0	78,0
	Вимпел	77,7	75,7	76,7
Середнє по фактору С		75,3	78,7	Середнє по досліді 77,0
НІР _{0,95} для фактора С				3,3
НІР _{0,95} для фактора А×В				4,3
НІР _{0,95} для фактора А×В×С				1,1

За інкрустації насіння використання янтарної кислоти зумовлює отримання істотного під-

вищення лабораторної схожості насіння на фоні без застосування мікродобрив (80,7 %), за ви-

користання мікродобрива Master (85,0 %). Гумат калію зумовлює позитивну тенденцію у поєднанні з використанням мікродобрива Реаком (79,3 %), тоді як за іншими фонами було відмічено зниження даного показника за використання вказаного регулятора росту. Використання всіх досліджуваних регуляторів росту по фоні застосування Нутривант плюс універсальний зумовило зниження лабораторної схожості до рівня 75,7–76,7 % за значення даного показника на контролі – 79,0 %.

Найбільш ефективним виявилось використання регулятора росту янтарна кислота та мікродобрива Master, що в середньому по досліді забезпечує зростання лабораторної схожості

насіння до рівня 80,2 %, а за інкрустації насіння – до рівня 85,0 %.

За впливом на польову схожість насіння буряка столового визначено ефективність проведення взагалі інкрустації насіння (рис. 2), що зумовлює отримання показника на рівні 71,3 %. Синергізму використання регулятора росту Янтарна кислота за інкрустації насіння не відмічено, оскільки польова схожість насіння при цьому становила 65,3 %. Високу польову схожість забезпечило поєднання інкрустації насіння Semia-color з використанням мікродобрива Master та янтарної кислоти (76,8 %).

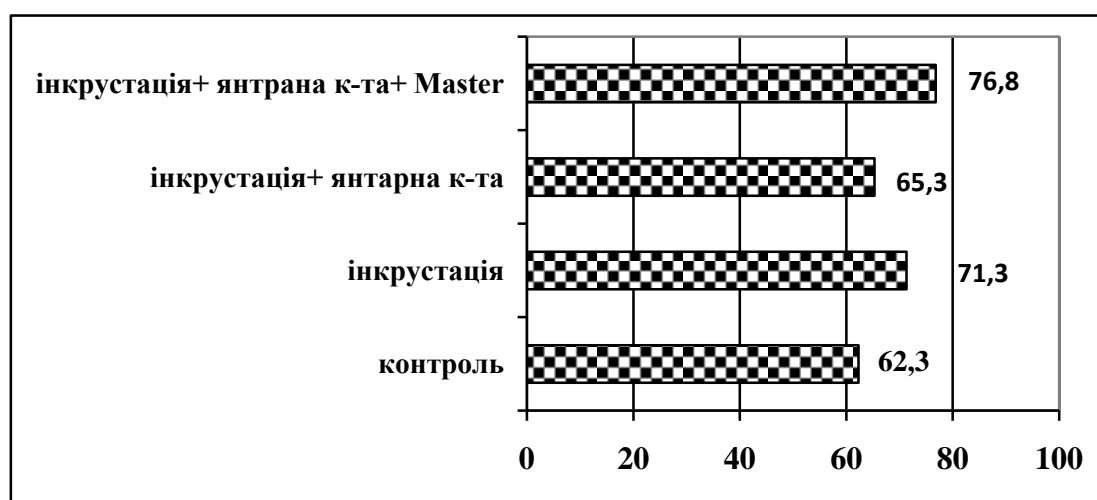


Рисунок 2. Польова схожість насіння буряка столового сорту Дій залежно від інкрустації насіння (середнє за 2013–2015 рр.)

Зазначено, що використання в технології вирощування буряка столового інкрустації насіння Master + янтарна кислота зумовлює певне поліпшення економічних параметрів вирощування, але прирости економічних показників були невисокими. Відмічено зниження повної собівартості продукції буряка столового з 776,6 грн/т на контролі до рівня 684,5 грн/т, зростання рентабельності з 43,6 % до рівня 44,3 %.

Висновки. Доведено доцільність обробки насіння буряка столового з низькою схожістю (42 %) мікрохвильовим опромінюванням з експозицією 90 секунд, що забезпечує підвищення енергії проростання до 43,7 %, лабораторної схожості насіння до 55,3 %, збільшення врожайності коренеплодів на 4,0 т/га або 11,4 %, поліпшення біохімічного складу продукції (зростання вмісту бетаніну та аскорбінової кислоти, зниження вмісту нітратів).

Проаналізовано вплив регуляторів росту та комплексних мікродобрив на лабораторну та посівну схожість насіння за його інкрустації. Визначено оптимальне поєднання компонентів суміші для інкрустації: барвник Semia-color з нормою витрати 10 л/т, янтарна кислота (0,01 %) та мікродобриво Master (0,025 %). Використання такої суміші зумовлює підвищення лабораторної схожості насіння до 85,0 %, польової схожості – до 76,8 % та має певні економічні переваги (зниження собівартості продукції до 684,5 грн/т, рентабельність забезпечено на рівні 44 %).

References

An Overview of the Vegetable Seed Industry.
URL:<https://www.betterseed.org/wp-content/uploads/>

[ASTA VEGEflyer Overview 0714 FINAL.pdf](#). [in English].

Apasheva, L.M., Lobanov, A.V. (2006). Vlianiye fluktuiruyushchego elektromagnitnogo polya na ranniye stadii razvitiya rasteniy. [The influence of the fluctuating electromagnetic field on the early stages of plant development]. *Reports of the Academy of Sciences*. 2006. Vol. 406. Issue 1, pp. 108–110. [in Russian].

Babenko, A.A. (1993). SVSh-impulsnaya predposevnyaya obrabotka semyan [Microwave pulse pre-sowing seed]. MIISP them. Goryachkin, V., 180 p. [in Russian].

Betsky, O.V., Lebedeva, N.N. (2001). Sovremennyye predstavleniya o mekhanizмах vozdeystviya nizkointensivnykh milimetrovykh voln na biologicheskie obyekty [Modern ideas about the mechanisms of action of low-intensity millimeter waves on biological objects]. *Millimeter waves in biology and medicine*. № 3, pp. 5–19. [in Russian].

Bhardwaj, R.K., Sharma A., Kumari R. (2017). Advances in Quality Seed Production of Temperate Root Vegetables. *Advances in quality seed production of vegetable crops* (6th to 26th September 2017). Centre of advanced faculty training in horticulture (vegetables), pp. 93–99. [in English].

Bingi, V.N. (1997). Necotoryye zakonomernosti primeneniya fizicheskikh vozdeystviy dlya aktivirovaniya prorostaniya semyan [Some patterns of the use of physical effects to activate seed germination]. *Biophysics*. T. 42. Vol. 2, pp. 338–341. [in Russian].

Borodin, I.F. (2008). Naneoletrotekhnologiya v semenovodstve [Nanoelectronics in seed production]. *The use of nanotechnology and nanomaterials in the AIC*: coll. report. Moscow: Rosinformagrotekh, pp. 12–19. [in Russian].

Cherenkov, A.D., Kosulina, N.G. (2005). Primeneniye informatsionnykh elektromagnitnykh polei v tekhnologicheskikh protsessakh selskogo khozyaystva [The use of information of electromagnetic fields in technological processes of agriculture]. *Svitlotekhnika ta elektroenergetika*. Vol. 5, pp. 77–80. [in Russian].

Chernai, M.A. (2014). Opredelenie biotropnykh parametrov elektromagnitnogo izlucheniya dlya predposevnoy obrabotki semyan podsolnechnika s tseliu polucheniya urozhaynosti [Determination of biotropic parameters of electromagnetic radiation for pre-sowing processing of sunflower seeds in order to increase yield]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named Petr Vasilenko*. Kharkiv: KhNTUSG. 153 pp. 168–

169. (Series of Technical Sciences. «Problems of energy supply and energy saving in the agroindustrial complex of Ukraine»). [in Russian].

De-Souzaa, A., García, D., Sueiro, L. and Gilart, F. (2014). Improvement of the seed germination, growth and yield of onionplants by extremely low frequency nonuniform magnetic fields. *Scientia Horticulturae*. Vol. 176, 63–69. [in English].

Devyatkov, N.D., Golant, M.B., Tager, A.S. (1983). Rol sinkhronizatsii v vosdeystvii slabykh signalov milimetrovogo diapazona voln na zhivye organizmy. [The role of synchronization in the effect of weak millimeter-wave signals on living organisms]. *Effects of non-thermal effects of millimeter radiation on biological objects*. Moscow: IRE, USSR Academy of Sciences, pp. 7–17. [in Russian].

Dospikhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami matematicheskoy obrabotki rezultatov issledovaniya) [Methods of field experience (with the basics of mathematical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 351 p. [in Russian].

DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metodyka vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality]. [Effective as of 28.12.2002]. Ed. official. Kyiv, Derzhstandart of Ukraine, 2003, 173 p. [in Ukrainian].

Fedushko, Yu.M., Fedushko, M.P. (2014). Diya NVSh-vyprominiuvannia nyzkoi intensyvnosti na biolohichni obiekty [Effects of low-intensity microwave radiation on biological objects]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*. Kharkiv: KhNTUSG. Vol. 154, pp. 113–115. [in Ukrainian].

Kalinin, L.G., Tuchy, V.P., Levchenko, Ye.A., Kinderuk, M.O., Vyshnevsky, V.V. (2000). Vyznachennia vplyvu mikrokhvylovoho polia na posivni i urozhaini yakosti nasinnia zlakovykh, oliinykh i ovochevykh kultur [Determination of the influence of the microwave field on the crop and yield qualities of seeds of cereals, oilseeds and vegetable crops]. *Microwave technologies in the national economy*. Kiev–Odessa. Issue 2–3, pp. 66–73. [in Ukrainian].

Kilmakaev, T.A. (1991). Metody predposevnoy obrabotki semyan [Methods of seed presowing treatment]. *Advances in modern biology*. Vol. 111. Issue 1, pp. 134–137. [in Russian].

Kindruk, M.O., Vishnevsky, V.V., Vishnevskaya, A.M. (2001). Mikrokhvylova stymuliatsiia nasinnia

[Microwave biostimulation of seeds]. *Storage and processing of grain*. Vol. 4, pp. 27–29. [in Ukrainian].

Kramarev, S.M., Krasnenkov, S.V., Artemenko, S.F. (2009). Efektyvnist peredposivnoi inkrustatsii nasinnia ozymykh ta yaryh zernovykh kultur i inokuliatsii soi v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Efficiency of pre-sowing incrustation of seeds of winter and spring grains and inoculation of soya in the conditions of the Northern steppes of Ukraine]. *Plant physiology: problems and prospects of development*. NAS of Ukraine, Institute of Plant Physiology and Genetics, Ukr. t physiologists of plants. Kyiv: Logos. Vol. 1, pp. 331–343. [in Ukrainian].

Kramarev, S.M., Krasnenkov, S.V., Artemenko, S.F. (2010). Efektyvnist peredposivnoi inkrustatsii nasinnia zernovykh kultur i inokuliatsii soi v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Efficiency of pre-sowing incrustation of seeds of cereals and inoculation of soya in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *The guidebook of the Ukrainian farmer: scientific and production yearbook, 2010*, pp.150–160. [in Ukrainian].

Kramarev, S.M., Pisarenko, P.V. (2007). Perspektyvy vykorystannia kopleksonativ tsynku dlya provedennia peredposivnoi inkrustatsii nasinnia kukurudzy [Prospects for the use of zinc complexonates for pre-sowing corn seed inlaying]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2007. Vol. 2, pp. 10–15. [in Ukrainian].

Metodyka doslidnoii spravy v ovochivnytstvi i bashtanytstvi [Methodology of experimental work in vegetable and melon]. / ed. Bondarenko, G.L., Yakovenko, K.I. Kharkiv: Osnova, 2001, 369 p. [in Ukrainian].

Microkhvylovi tekhnolohii v narodnomy hospodarstvi. Vtilennia. Problemy. Perspektyvy. [Microwave technology in the national economy. Embodiment. Problems Prospects]: Coll. sciences works / ed. Kalinin, L.G.. Kyiv–Odessa, 2002. Vol. 4, 220 p. [in Ukrainian].

Nikiforova, L.E., Bohatyryov, Yu.O. (2010). Mekhanizmy aktyvacii zhyttiedialnosti roslyn pid diieiu elektromahnitnykh vyprominiuvan nyzkoi intensyvnosti [Mechanism of activation plant life under the influence of low-intensity electromagnetic radiation]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*. Kharkiv: KhNTUSG. Vol. 102, pp. 127–129. (Series of Technical Sciences. «Problems of energy supply and energy saving in the agroindustrial complex of Ukraine»). [in Ukrainian].

Olenyuk, A.A., Mikhailova, L.N., Moroz, A.N. (2012). Biofizicheskiy analiz deystviya elektromagnitnogo polya na informatsionnyye processy v biologicheskikh ob'yektakh [Biophysical analysis of the influence of the electromagnetic field on information processes in biological objects]. *Bulletin of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*. Vol. 130, pp. 120–123. [in Russian].

Olenyuk, A.A., Moroz, A.N. (2013). Proizvodstvennyye rezultaty predposevnoy obrabotki sakharnoy svekly informatsionnym elektromagnitnym izlucheniem [Production results of pre-sowing processing of sugar beet seeds by information electromagnetic radiation]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*. Issue 141, pp. 145–146. [in Russian].

Pandita, V.K. (2017). Improving Planting Value of Vegetable Seeds by Physical and Physiological Methods. *Advances in quality seed production of vegetable crops* (6th to 26th September 2017). Centre of advanced faculty training in horticulture (vegetables), pp. 45–54. [in English].

Polevyk, N.D., Popov, V.M., Bydyanov, V.A. (2011). Vliyanie predposevnoy SVSh-obrabotki semyan golozernykh sortov yachmenya na ikh produktivnost [Influence of pre-sowing microwave processing of seed of barley sorts of barley on their productivity]. *Storage and processing of grain*. Vol. 9 (147), pp. 22–24. [in Russian].

Presman, A.S. (1968). Elektromagnitnyye polya i zhivaya priroda [Electromagnetic fields and nature]. Moscow: Science, 256 p. [in Russian].

Rosel, H.H. (1994). Usloviya uspeshnogo khraneniya kartofelia [Conditions for successful storage of potatoes]. *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*. Vol. 4–5, pp. 42–43. [in Russian].

Savchenko, V.V., Sinyavsky, O.Yu. (2014). Vplyv mahnitnoho polia na dyfuziiu molekul kysniu cherez klitynnu membranu [Influence of a magnetic field on the diffusion of oxygen molecules through a cell membrane]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*. Kharkiv: KhNTUSG. 153, pp. 74–75 (Series of technical sciences. «Problems of energy supply and energy saving in the agroindustrial complex of Ukraine»). [in Ukrainian].

Smerdov, A.A., Volkov, S.I., Landar, A.A. (2008). Vplyv UVSh-oprominennia na intensyvnist obminykh protsesiv u nasinini [Influence of UHF irradiation on the intensity of exchange processes

in the seeds]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Vol. 2, pp. 172–174. [in Ukrainian].

Tsuglenok, N.V. (2004). *Energotekhnologicheskoye prognozirovaniye* [Energy technology forecasting]. Krasnoyarsk: KrasGAU Publishing House. 276 p. [in Russian].

Ustanovka dlya opredeleniya razrushaushchey dozy pri ultrafioletovom obluchenii mikroorganizmov [Installation for definitions destructive doze at ultraviolet irradiation microorganisms] / *Smerdov, A., Aranci, S., Lapenko, T. et al. Light engineering and electronics: history, problems and prospects: materials of the III International scientific and technical conference*. Ternopil, 2008, pp. 38–39. [in Russian].

Willy, K. (1975). *Biologiya (Biologicheskiye protsessy i zakony)* [Biology (Biological Processes and Laws)] / translated from English by Baevskaya, N.M., Lashkevich, Yu.I., Obrucheva, N.V. Moscow: Mir, 824 p. [in Russian].

Zhadin, M.N. (2007). Mechanism of Action of Weak Electromagnetic Field on ionic Currents in Aqueous Solutions of Amino Acids. *Bioelectromagnetics*. V. 22, pp. 27–32. [in English].

Zhulev, V.I., Ushakov, I.A. (2001). Issledovaniye elektricheskikh protsessov v kletochnykh strukturakh [Research of electric processes in the cellular structures]. *Biomedical electronics*. Vol., pp. 30–37. [in Russian].