

ВПЛИВ КАРМОЇЗИНУ НА ЕНЕРГІЮ ПРОРОСТАННЯ ТА ЛАБОРАТОРНУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

К. П. КУКОЛ, кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу
симбіотичної азотфіксації

Н. А. ВОРОБЕЙ, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
відділу симбіотичної азотфіксації

С. Я. КОЦЬ, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН
України, провідний науковий співробітник

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

E-mail: katerinakukol@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.003>

Анотація. Зростання попиту на сипкі форми бактеріальних добрив, виготовлених на основі активних штамів мікроорганізмів-азотфіксаторів, зумовлює пошук способів контролю якості нанесення біологічних препаратів на насіння. Актуальними є дослідження можливості використання з цією метою фарбувальних агентів, відібраних серед сполук хімічної природи не токсичних для посівного матеріалу. Тому метою роботи було дослідити вплив на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сої (згідно чинного ДСТУ) різних концентрацій кармоїзину, що пропонується як барвник-ідентифікатор контролю якості обробки насіння твердофазними бактеріальними препаратами. У результаті проведених досліджень було встановлено відсутність негативного впливу синтетичного барвника кармоїзину у концентраціях 0,5 та 1,0 % на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої сортів Алмаз і Васильківська. Незначене пригнічення ростових процесів відмічено у варіантах із обробкою насіння сої сорту Васильківська використаними розчинами барвника, як наслідок довжина коренів у 5 та 8-ми денних проростків була на 3,4–10,2 % меншою порівняно з контролем. При цьому отримані дані вказують на відсутність або слабкий рівень фітотоксичності синтетичного барвника кармоїзину на проростання насіння сої сортів, які належать до різних груп стиглості.

Ключові слова: соя, кармоїзин, енергія проростання, лабораторна схожість, барвники, бактеріальні препарати

Актуальність. Біологічна фіксація азоту є ефективним, природним джерелом надходження цього елемента для забезпечення потреб рослин та у ґрунтові екосистеми. Ця унікальна здатність дає змогу рослинам засвоювати за

вегетацію 125–480 кг/га азоту повітря, що сприяє отриманню дешевого рослинного білка без застосування дорогих і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив [1].

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

Застосування якісних інокулянтів із високим вмістом активних азотфіксувальних бактерій для оброблення насіння бобових культур на сьогодні є необхідною практикою, що дозволяє повною мірою реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, забезпечуючи найвищі врожаї за найкращої окупності інвестицій [2].

У світовій практиці найбільш широко розповсюджені тверді (сипкі) форми бактеріальних препаратів на основі органічних та мінеральних субстратів із великою адсорбуючою поверхнею (торф, перліт, вермикуліт, лігнін, каолін та ін.). У таких препаратах бульбочкові бактерії залишаються життєздатними протягом 6–12 місяців. Оскільки надзвичайно важливим є контроль якості нанесення бактеріальних добрив на поверхню насіння особливої актуальності набувають дослідження методів забезпечення візуалізації розподілення сипких носіїв. За аналогією з хімічними засобами захисту рослин, після передпосівної обробки якими насіння набуває яскравого забарвлення (залежно від діючих речовин протруйників) доцільним та обґрунтованим є вивчення можливості застосування фарбувальних агентів при бактеризації сої препаратами на вермикулітній основі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У всьому світі сьогодні спостерігається підвищений інтерес до біопрепаратів для сільського господарства на основі бактерій-азотфіксаторів. Винятково важливе значення має біологізація сільськогосподарського виробництва у розвинених країнах [3].

Актуальною проблемою у мікробіологічному виробництві є пошук нових та удосконалення існуючих препаративних форм бактеріальних добрив на основі живих культур агрономічно цінних штамів ризобій. Мікроорганізми у природі, зокрема у ґрунті, знаходяться в адсорбованому на твердих частках стані, зберігаючи тривалий час життєздатність, тому в технології виготовлення бактеріальних препаратів використовують різні сорбенти-носії [4]. Зокрема, вермикуліт може використовуватись у ролі сорбенту, меліоранту, добрива і радіопротектора. Цей мінерал добре піддається стерилізації, при цьому не відбувається структурних змін і виділення токсичних побічних продуктів. Інокулянти виготовлені на його основі добре прилипають до насіння [5].

Із давніх часів у різних галузях господарства широко використовуються натуральні рослинні барвники, які виділялися з коріння, листів, квітів рослин через сумарні екстракти і вижимки, а

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

також продукти органічного та мінерального походження. Проте більшість природних барвників характеризуються нестабільністю кольору під час зберігання, нагрівання, дії сонячного світла та повітря. Внаслідок цього на початку ХХ століття з'явилися яскраві та стійкі синтетичні барвники, які в більшості випадків витіснили натуральні.

Сьогодні барвники застосовуються у харчовій, фармацевтичній, косметичній та текстильній промисловостях, сільському господарстві для надання продуктам певного кольору, а також для маскуванню або підсилення існуючого. Важливою характеристикою синтетичних барвників є їх фарбувальна здатність, а також стійкість до дії світла, окисників, відновників та зміни рН [6]. Синтетичні харчові барвники класифікують за хімічною будовою (азобарвники, триарилметанові, хінофталонові та ксантенові) та за забарвленням водного розчину.

Азобарвники – синтетичні речовини, за хімічною будовою належать до сполук, які містять у своїх молекулах азогрупу(и). Найбільш стабільні в інтервалі рН від 3 до 7. До азобарвників належать представники різних кольорів і відтінків, вони прості у виробництві і застосуванні та відносно дешеві. На їх частку припадає більше половини всіх барвників за асортиментом [6].

Перед використанням будь-яких синтетичних речовин у тому числі і для контролю рівномірності нанесення на насіння бактеріальних препаратів на вермикулітній основі важливим є встановлення впливу цих сполук на енергію проростання і лабораторну схожість насіння.

У літературі дані про вплив штучних барвників на живі організми висвітлені недостатньо і вони є досить суперечливими, тому виникає необхідність у додаткових дослідженнях із використанням різних тест-об'єктів, таких як рослини, комахи та культури клітин *in vitro* [7]. Так, наприклад, науковцями було проведено оцінку токсичного впливу червоного і жовтого синтетичних барвників на ріст коренів і пагонів кукурудзи (*Zea mays*), вміст хлорофілу та активність α -амілази. Автори дійшли висновку що залежно від концентрації (у роботі використовували розчини від 15 до 30 г/л⁻¹) обидва барвника проявляють інгібуючу дію на ріст коренів, впливають на вміст хлорофілів а і b та інші біохімічні показники [8].

Для уникнення можливості токсичної дії барвників на рослини у ароценозі актуальним є завчасне визначення їх впливу на проростання насіння та формування проростків.

Тому **мета роботи** – дослідити вплив на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сої різних концентрацій кармоїзину,

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

який пропонується випробувати як барвник-ідентифікатор контролю якості обробки насіння твердофазними бактеріальними препаратами.

Матеріали і методи досліджень. У дослідженнях використовували насіння сортів Алмаз та Васильківська урожаю 2018 року. Визначення енергії проростання і лабораторної схожості здійснювали методом пророщування у вологій камері у чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно ДСТУ 4138-2002 [9].

Насіння сої сорту Алмаз (оригіна́тор – Полтавська державна аграрна академія), що занесений до Реєстру сортів рослин України з 2007 року і рекомендований для вирощування у Лісостепу.

Насіння сої сорту Васильківська (спільної селекції ІФРГ НАН України, Селекційно-генетичного інституту та Інституту землеробства НААН), адаптований до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

У двох варіантах досліду насіння обробляли розчинами харчового барвника кармоїзину: розчин I (0,5 %); розчин II (1,0 %). Тривалість замочування 1 година.

Кармоїзин (динатрію 4-гідрокси-3-[(4-сульфонато-1-нафтилазо)]-нафталін-1-сульфонат) – синтетичний азобарвник червоного кольору, є діазотованим похідним сульфонафталинів; кристалічна

речовина з температурою плавлення вище 300°C, добре розчинна у воді та етиловому спирті; частково розчинна у бутанолі, що широко використовується як харчовий барвник, а також у фармації та косметології [6]. Даний барвник застосовується окремо або в суміші з іншими барвниками для фарбування кондитерських виробів, напоїв, морозива, десертів та фруктових консервів. За умов змішування з синіми барвниками можна отримати фіолетовий колір, а з жовтими – коричневий [10].

На аналіз закладали по 25 насінин у чашку Петрі у 8 кратній повторності. Насіння інкубували при температурі +20–25°C. Обліки проводили на 5-й та 8-й день. Кількість нормально пророслих насінин на п'яту добу, виражене у відсотках, характеризує енергію проростання, а на восьму – його схожість [9]. Вимірювали також довжину проростків. Контроль – насіння змочене стерильною водопровідною водою без обробки фарбувальним агентом.

Результати досліджень та їх обговорення. Загальні тенденції українського ринку біопрепаратів свідчать, що протягом останніх років значно зріс попит на біологічні препарати в рослинництві, тваринництві та птахівництві. На відміну від хімічних протруйників, до біопрепаратів не додають кольорового маркера, тому

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

контролювати рівномірність їх нанесення досить складно. Введення маркуючих речовин стримує те, що вони здебільшого хімічного походження і можуть негативно вплинути на мікроорганізми у складі препаратів [11].

У результаті проведеного нами дослідження впливу різних концентрацій харчового барвника кармоїзину на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої встановлено відсутність токсичного впливу на вказані показники. Так, енергія проростання насіння сої сортів Васильківська та Алмаз за впливу 0,5 % розчину барвника була вищою на 1,8–3,0 % порівняно з контролем. За обробки насіння сої

сорту Васильківська більш концентрованим розчином кармоїзину (1,0 %) відмічено тенденцію до зменшення енергії проростання на 1,2 %.

Лабораторна схожість насіння скоростиглого сорту Алмаз була вищою порівняно з контролем на 1,7 % за впливу кармоїзину у концентрації 0,5 % та на рівні контролю за дії більш насиченого розчину барвника. У середньораннього сорту сої Васильківська за дії розчину барвника 1,0 % відмічено меншу кількість нормально пророслих насінин на 8-му добу експерименту на 3,8 % порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).

1. Вплив різних концентрацій кармоїзину на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої сортів Алмаз і Васильківська

Варіант		Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
сорт Алмаз			
Контроль		82,5±5,6	96,3±2,5
Кармоїзин	0,5 %	85,0±3,5	98,0±2,0
	1,0 %	83,5±4,0	96,3±2,5
сорт Васильківська			
Контроль		83,5±2,6	97,5±2,0
Кармоїзин	0,5 %	85,0±3,5	97,5±2,0
	1,0 %	82,5±3,7	93,8±5,0

Таким чином, отримані дані вказують на відсутність інгібуючого впливу на досліджувані показники використаного у роботі синтетичного харчового барвника кармоїзину у різних концентраціях.

Високі значення енергії проростання і лабораторної схожості насіння у експерименті можна

пояснити тим, що у роботу було залучено сою минулорічного врожаю (2018 р). Насіння було зібрано з дотриманням усіх рекомендацій і зберігалося за оптимальних умов.

Із літератури відомо, що соя належить до рослин, у яких при зберіганні в неконтрольованих умовах схожість насіння досить

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

швидко втрачається. Це пов'язано з тим, що її зерно багате на білок і олію, гігроскопічне, а тонка насіннева оболонка легко пошкоджується, за рахунок чого полегшується доступ повітря, вологи і збудників хвороб [1].

Згідно отриманих нами даних, різниця між варіантами за показниками енергії проростання та лабораторної схожості, у сої сортів Алмаз і Васильківська не перевищувала 3,8% незалежно від діючих концентрацій кармоїзину. Це вказує на високу життєздатність насіння і означає, що за оптимальних умов для росту і розвитку воно має можливість прорости у досить короткий термін.

У результаті проведення запланованих у досліді обліків проростків з аномаліями розвитку виявлено не було. Не відмічено фітотоксичного впливу розчинів кармоїзину з різним вмістом барвника (0,5 та 1,0 %) на довжину проростків сої сорту Алмаз. Так, у насіння сої цього сорту за обробки розчином кармоїзину, що містив 0,5 % барвника довжина проростків була більшою на 11,3 та 6,4 % порівняно з контролем на 5 і 8-му добу пророщування відповідно. За впливу на насіння більш концентрованого розчину барвника (1,0 %) ці показники були меншими на 9,9 та 2,1 % (табл. 2; рис. 1).

2. Вплив різних концентрацій кармоїзину на довжину проростків сої сортів Алмаз та Васильківська

Варіант		Довжина проростка, мм	
		на 5-ту добу	на 8-му добу
сорт Алмаз			
Контроль		34,4±2,0	74,8±3,4
Кармоїзин	0,5 %	38,3±2,2	79,6±4,5
	1,0 %	37,8±2,1	76,4±4,2
сорт Васильківська			
Контроль		40,8±2,3	95,8±7,6
Кармоїзин	0,5 %	41,4±2,5	92,5±5,3
	1,0 %	43,0±3,1	86,0±5,8

Довжина проростків насіння сої сорту Васильківська на 5-ту добу інкубування домінувала на 1,5 та 5,4 % за впливу використаних різних концентрацій барвника порівняно з контролем. На 8-му добу експерименту, за даними проведених

обліків, насіння сої сорту Васильківська сформувало проростки, що на 3,4 та 10,2 % менші за довжиною відносно проростків контрольного варіанту (табл. 2; рис. 2).

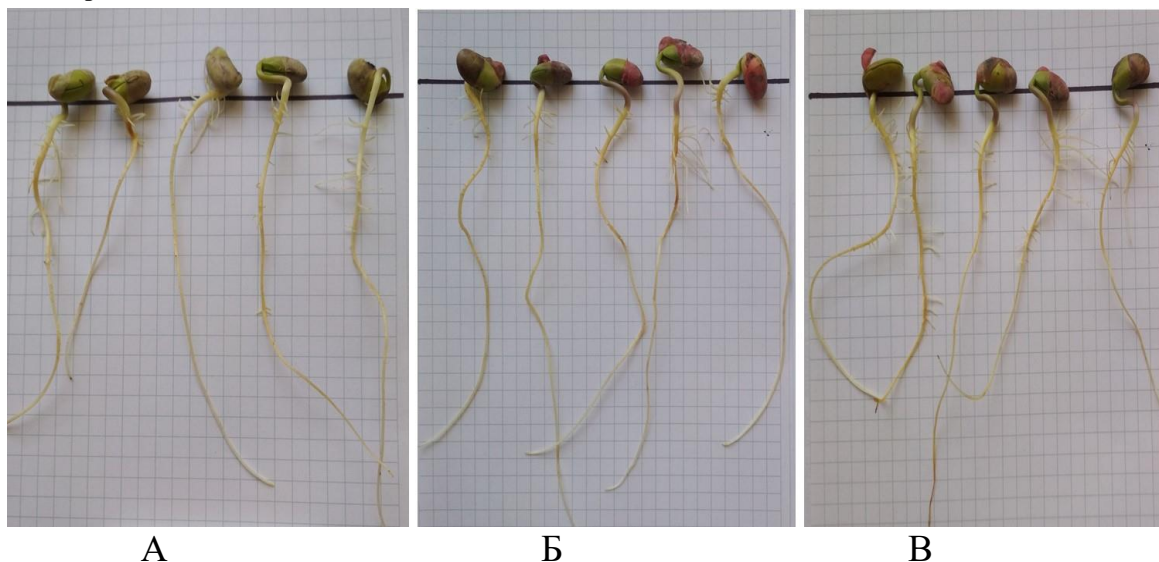


Рис. 1. Проростки сої сорту Алмаз на 8-му добу експерименту: А – контроль; Б – за впливу I розчину барвника (0,5 %); В – за впливу II розчину барвника (1,0 %)

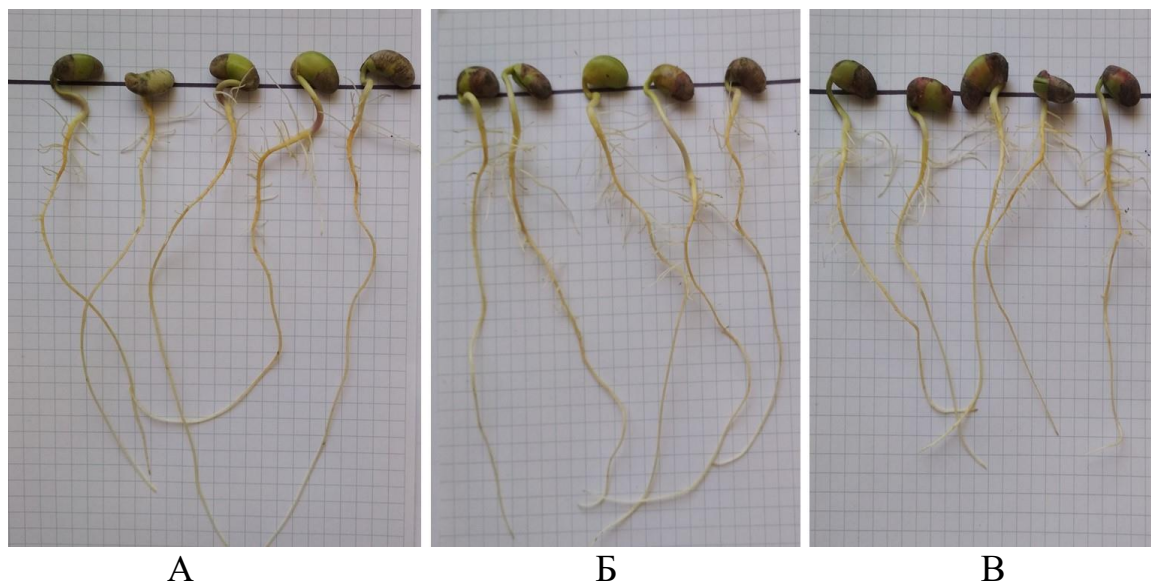


Рис. 2. Проростки сої сорту Васильківська на 8-му добу експерименту: А – контроль; Б – за впливу I розчину барвника (0,5 %); В – за впливу II розчину барвника (1,0 %).

Фітоіндикація є одним із провідних біологічних методів дослідження. В основі даного методу лежить чутливість рослин до факторів хімічного впливу, що виявляється у зміні ростових і морфологічних характеристик. Основними перевагами застосування вказаного методу є:

експресність, доступність і простота експериментів, відтворюваність та достовірність отриманих результатів, економічність.

Існує навіть самостійний науковий напрям названий фітотоксикологією, що почав формуватися у процесі генетичних, біохімічних та фізіологічних

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

досліджень патогенезу рослин на організменному, популяційному і фітоценотичному рівнях у зв'язку аномальним станом та розвитком абіотичних факторів. Під останніми розуміється усе розмаїття хронічного та імпактного забруднення екосистем матеріалом хімічного та фізико-хімічного походження, тобто йдеться про дослідження природи механізмів та наслідків дії різних сполук (часто токсикантів) на функціонування рослинних організмів [12].

У дослідженнях з оцінки токсичності різних субстратів із використанням рослинних тест-систем фітотоксичний ефект прийнято визначати у відсотках до довжини коренів, враховуючи показники середньої довжини коренів рослин, вирощених на контрольному середовищі (субстраті) і довжини коренів рослин, вирощених під впливом певного (часто токсичного) фактора. Оцінку токсичності проводять за п'ятибальною шкалою, де рівень пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект) від 0 до 20 % вказує на відсутність або слабкий рівень токсичності [13].

Таким чином, у результаті проведених нами досліджень встановлено, що розчини кармоїзину у концентраціях 0,5 та 1,0 % не спричиняють істотного пригнічення ростових процесів сої сортів Алмаз та Васильківська, що вказує на відсутність або надто слабкий

фітотоксичний вплив на 5 та 8-мі денні проростки.

Згідно стандартизованих методик оцінки посівного матеріалу насіння сої повинно мати схожість (мінімум) від 75 % залежно від його категорії [1]. У проведеному нами експерименті насіння сортів Алмаз та Васильківська як у контролі, так і за впливу двох концентрацій синтетичного харчового барвника кармоїзину характеризувалося високими показниками енергії проростання та лабораторної схожості (відповідно понад 80 та 90 %).

У літературі є дані про дослідження, проведене Gomes et al., де повідомлялося, що барвники захід сонця жовтий, бордо червоний та окремі тартразинові сполуки викликають статистично значущу кількість мітотичних аберацій і зменшення мітотичного індексу в клітинах коренів *Allium cepa*, порівняно з рослинами контрольної групи [7]. Macioszek and Kononowicz [14] тестували ефекти двох харчових барвників таких як блискучий чорний (E 151) і жовтий хіноліновий (E 104) на рослини *Vicia faba* з проведенням специфічних тестів і дійшли висновку, що обидва харчові барвники знизили мітотичний індекс і проявили генотоксичні ефекти. Ці дані свідчать про поширеність застосування фітоіндикації у тому числі і для виявлення токсичного впливу фарбувальних агентів на ряд

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

показників і фізіологічних процесів у рослинах.

Із літератури відомо, що ефекти впливу стресорів реалізуються в послідовності реакцій, що відбуваються на різних рівнях організації біосистем. Всі реакції на вплив стресових факторів розвиваються в рамках структурно-функціональної ієрархії конкретної біологічної системи (від клітини до екосистем) [15]. Сучасні дослідження проблем біологічної фіксації азоту виявляють можливості для реалізації продуктивного потенціалу рослин у симбіозі з бульбочковими бактеріями як за оптимальних умов, так і за дії екстремальних чинників довкілля та дозволяють використовувати отримані результати для вдосконалення й переходу на якісно новий рівень технологій вирощування сільськогосподарських культур [2]. У свою чергу збільшення виробництва і застосування бактеріальних добрив дозволить отримувати екологічно чисту продукцію рослинництва, сприятиме зниженню антропогенного (хімічного) навантаження на

екосистеми та відновленню родючості ґрунтів [3]. Тобто удосконалення існуючих та розробка нових елементів технології застосування мікробних препаратів – це шлях до підвищення кількості та покращення якості урожаїв цінних сільськогосподарських культур із широким спектром використання.

Висновки і перспективи.

Таким чином нами досліджено вплив синтетичного барвника кармоїзину, що пропонується використовувати для контролю якості обробки сої твердофазними бактеріальними препаратами на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сортів Алмаз і Васильківська та встановлено відсутність фітотоксичної дії досліджених концентрацій барвника на ці показники. Отримані дані відкривають перспективу продовження робіт над розробкою елементів технології застосування кармоїзину у якості фарбувального агента для забезпечення візуалізації якості нанесення вермикулітних препаратів на посівний матеріал.

Список використаних джерел

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя. Вінниця: *Діло*, 2016. 400 с.
2. Коць С.Я., Воробей Н.А., Кириченко О.В. та ін. Мікробіологічні препарати для сільського господарства. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Київ: *Логос*, 2016. 48 с.
3. Моргун В.В., Коць С.Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. *Вісник НАН України*. 2018. № 1. С.

62–74.

URL:

<https://doi.org/10.15407/visn2018.01.062>

4. Курдиш И.К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. Киев: *Квіц*, 2001. 142 с.
5. Graham-Weiss L., Lynn-Bennett M., Alan S. Paau. Production of bacterial inoculants by direct fermentation on nutrient-supplemented vermiculite. *Appl. and Environ. Microbiology*. 1987. 53, N 9. P. 2138–2141.

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

6. Смирнов Е.В. Пищевые красители: справочник. СПб.: *Профессия*, 2009. 352 с.

7. Gomes K.M.S., Oliveira M.V.G.A.D., Carvalho F.R.D.S., Menezes C.C., Peron A.P. Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tatrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. *Food Science and Technology*. 2013. Vol. 33. N 1. P. 218–223. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000012>

8. Dikilitaş S., Aksoy Ö. The genotoxic effects of some food colorants on *Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt. *Caryologia*. 2018. T. 71. N 4. P. 438–445. URL: <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1503494>

9. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (Інформація та документація).

10. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навчальний посібник. Львів: *Центр Європи*, 2009. 836 с.

11. Чабанюк Я.В., Клименко А.М., Ящук В.У. Екологічні аспекти передпосівної обробки насіння біопрепаратами. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 2. С. 136–138.

12. Козьякова Н.О. Фітотоксикологічна оцінка впливу Cd, Pb, Zn, Cu у системі «грунт-рослина». Актуальні проблеми токсикології гігієни та аналітичної хімії пестицидів та агрохімікатів: тези наук.-практ. конф. (Київ, 16-17 жовтня 2003 р.). Київ, 2003. С.517–519.

13. Бешлей З.М., Бешлей С.В., Баранов В.І., Терек О.І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Біологія*. 2014. № 1. С. 97–102.

14. Macioszek V.K., Kononowicz A.K. The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: Quinoline Yellow (E 104) and Brilliant Black BN (E 151).

Cellular and Molecular Biology Letters. 2004. Vol. 9. N 1. P. 107–122.

15. Міхєєв О.М., Гуца М.І., Шиліна Ю.Б., Овсяннікова Л.Г. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії стресорів різної природи на екосистеми. *Наук. праці. Екологія*. 2006. 53 (40). С. 56–64.

References

1. Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V. & Ivaniuk, S.V. ta in. (2016). Soya [Soybean]. Vinnytsia: Dilo, 400 p. [in Ukrainian]

2. Kots, S.Ya., Vorobey, N.A., Kyrychenko, O.V. ta in. (2016). Mikrobiolohichni preparaty dlia silskoho hospodarstva. Instytut fiziologii roslyn i genetyky NAN Ukrainy [Microbiological preparations for agriculture. Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine]. Kyiv: Logos, 48 p. [in Ukrainian]

3. Morgun, V.V. & Kots, S.Ya. (2018). Rol biolohichnoho azotu v azotnomu zhyvleni roslyn [The role of biological nitrogen in nitrogen nutrition of plants]. Visnyk NAN Ukrainy. № 1. P. 62-74. [in Ukrainian] URL: <https://doi.org/10.15407/visn2018.01.062>

4. Kurdish, I.K. (2001). Granulirovannyye mikrobnyye preparaty dlya rastenievodstva: nauka i praktika [Granular microbial preparations for crop production: science and practice]. Kiev: Kvits, 142 p. [in Russian]

5. Graham-Weiss, L., Lynn-Bennett, M. & Alan S. Paa (1987). Production of bacterial inoculants by direct fermentation on nutrient-supplemented vermiculite. Appl. and Environ. Microbiology. 53, N 9. P. 2138-2141. [in English]

6. Smirnov, E.V. (2009). Pischevyie krasiteli: spravochnik [Food colors: a guide]. SPb.: Professiya, 352 p. [in Russian]

7. Gomes, K.M.S., Oliveira, M.V.G.A.D., Carvalho, F.R.D.S., Menezes, C.C. & Peron, A.P. (2013). Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tatrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. Food Science and Technology, 33(1), P. 218-223. [in English] URL:

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000012>

8. Dikilitaş, S. & Aksoy, Ö. (2018). The genotoxic effects of some food colorants on *Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt. *Caryologia*. T. 71. N 4. P. 438-445. [in English]

URL: <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1503494>

9. Nasinnia silskogospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: DSTU 4138-2002 [Chynnyi vid 2004-01-01]. [Seeds of agricultural crops. Quality assurance methods: State specifications 4138-2002]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 s. [in Ukrainian]

10. Lastukhin, Yu.O. (2009). Kharchovi dobavky. E-kody. Budova. Oderzhannia. Vlastyvoli. Navchalnyi posibnyk [Nutritional supplements. E-codes. The structure. Obtaining. Properties]. Lviv: Tsentru Yevropy, 836 p. [in Russian]

11. Chabanyuk, Ya.V., Klymenko, A.M. & Yashchuk, V.U. (2015). Ekolohichni aspekty peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy [Environmental aspects of pre-sowing seed treatment with biological products]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. № 2. P. 136-138. [in Ukrainian]

12. Koziakova, N.O. (2003). Fitotoksykologichna otsinka vplyvu Cd, Pb,

Zn, Cu u systemi «hrunt-roslyna» [Phytotoxicological evaluation of the influence of Cd, Pb, Zn, Cu in the soil-plant system]. Topical problems of toxicology of hygiene and analytical chemistry of pesticides and agrochemicals: abstracts of scientific-practical. Conf. (Kyiv, October 16-17, 2003). Kyiv, P.517-519. [in Ukrainian]

13. Beshley, Z.M., Beshley, S.V., Baranov, V.I. & Terek, O.I. (2014). Vykorystannia roslynnykh test-system dlia otsinky toksychnosti tekhnogenno zabrudnenykh substrativ [Use of plants system for assess the toxicity of polluted substrates]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo agrarnogo universytetu. Ser.: Biologiya. № 1. P. 97-102. [in Ukrainian]

14. Macioszek, V.K. & Kononowicz, A.K. (2004). The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: Quinoline Yellow (E 104) and Brilliant Black BN (E 151). *Cellular and Molecular Biology Letters*, 9 (1), P. 107-122. [in English]

15. Mikheev, O.M., Gushcha, M.I., Shilina, Yu.V. & Ovsyannikova, L.G. (2006). Zastosuvannya roslinnikh test-sistem dlya otsinki kombinovanoi dii stresoriv riznoi prirodi na ekosistemi [The use of plant test systems to evaluate the combined effect of stressors of different nature]. *Nauk. pratsi. Ekologiya*. 53(40). P. 56-64. [in Ukrainian].

ВЛИЯНИЕ КАРМОИЗИНА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

Е. П. Кукол, Н. А. Воробей, С. Я. Коць

Аннотация. Увеличение спроса на сыпучие формы бактериальных удобрений, изготовленных на основе активных штаммов микроорганизмов-азотфиксаторов, обуславливает поиск способов контроля качества нанесения биологических препаратов на семена. Актуальным является исследование возможности использования с этой целью красящих агентов, отобранных среди соединений химической природы не токсичных для посевного материала. По этому целью нашей работы было исследовать влияние на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои различных концентраций кармоизина, что предлагается в качестве красителя-идентификатора контроля равномерности обработки семян твердофазными бактериальными препаратами. В результате проведенных исследований было установлено отсутствие негативного влияния синтетического красителя кармоизина в

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

концентрациях 0,5 и 1,0 % на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои сортов Алмаз и Васильковская. Незначительное угнетение ростовых процессов отмечено в вариантах с обработкой семян сои сорта Васильковская использованными растворами красителя, как следствие длина корней в 5 и 8-ми дневных проростков была на 3,4-10,2% меньше по сравнению с контролем. При этом полученные данные указывают на отсутствие или слабый уровень фитотоксичности синтетического красителя кармоизина на прорастание семян сои сортов, которые принадлежат к разным группам спелости.

Ключевые слова: соя, кармоизин, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, красители, бактериальные препараты

THE EFFECT OF KARMOIZIN ON GERMINATION ENERGY AND LABORATORY GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS

K. P. Kukol, N. A. Vorobey, S. Ya. Kots

Abstract. The increase in demand for bulk forms of bacterial fertilizers made on the basis of active nitrogen-fixing bacteria microorganisms strains determines the search for ways to control the quality of applying biological preparations to seeds. There are relevant studies on the possibility of using coloring agents for this purpose, selected among compounds of a chemical nature that are not toxic to seed. Therefore, the aim of the work was to investigate the influence of different concentrations of karmoizin on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds (according to the current DSTU), which is proposed as a dye-identifier of the quality control of seed treatment with solid-phase bacterial preparations. As a result of the studies, it was found that there is no negative effect of the synthetic dye karmoizin in concentrations of 0,5 and 1,0 % on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds of varieties Almaz and Vasylykivska. Insignificant inhibition of growth processes was noted in the variants with treatment of soybean seeds of Vasylykivska variety of dye solutions used, as a consequence of root length in 5 and 8-day seedlings was by 3,4-10,2 % less compared to the control. Moreover, the obtained data indicate the absence or weak level of phytotoxicity of the synthetic dye karmoizin on the germination of soybean seeds of varieties that belong to different ripeness groups.

Keywords: soybean, karmoizin, germination energy, laboratory germination, dyes, bacterial preparations