

ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

УДК: 635.64; 631.811.98

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-146>

М.О. Шапко, здобувач

Інститут овочівництва і баштанництва НААН (Україна)

О.В. Куц, доктор с.-г. наук, стар. наук. співробітник

Державний біотехнологічний університет (Харків, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАСІННСВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОМІДОРУ

Метою дослідження було встановлення ефективності використання регуляторів росту для підвищення насінневої продуктивності помідору в умовах відкритого ґрунту Лівобережного Лісостепу України. Польові дослідження проведено в Інституті овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України з використанням препаратів Аміноплацентин, Ліпоплацентин та Кріоплацентин (Інститут проблем кріобіології та кріомедицини Національної академії наук України; білково-пептидні комплекси, що виділені з плаценти сільськогосподарських тварин за рахунок процесів кріокавітації та кріоконцентрації), ПЕО (кріопротектор), суспензійної культури клітин мікроводоростей *Coelastrella thermophila* var. *globulina* за її культивування на поживному середовищі BG-11. Встановлено, що використання для обробки насіння препаратів зі стимулюючою дією (Аміноплацентин, Ліпоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000 та екстракт *Coelastrella thermophila* var. *globulina*) забезпечує істотне підвищення висоти рослин помідору в межах 9,7-15,9 %, кількості листків на головному стеблі на 8,6-12,2 %, кількості стебел першого порядку на 16,6-28,5 %, кількості китиць на головному стеблі – на 15,7-22,0 %. Найбільший позитивний вплив на зазначені біометричні параметри забезпечувало використання препаратів Аміноплацентин, Ліпоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000, що зумовлювало також збільшення урожайності насіння помідору в середньому за роки досліджень на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % за урожайності на контролі 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності насіння забезпечує використання препарату-кріопротектору ПЕО-1000 (61,18 кг/га). Зазначено тенденцію підвищення енергії проростання насіння за використання препаратів Аміноплацентин, Ліпоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 (95,8-96,6 %) та тенденцію підвищення лабораторної схожості за використання всіх препаратів, що було взято на дослідження (98,0-98,5 %).

Ключові слова: помідор, регулятори росту, урожайність насіння, біометричні параметри рослин, посівні якості насіння.

Вступ. Стимулювання ростових процесів сільськогосподарських культур є одним із ключових напрямів підвищення їх продуктивності та покращення якісних характеристик урожаю. Заходи зі стимуляції здійснюють впродовж усіх етапів онтогенезу рослин, проте найвищу ефективність відзначають у ювенільний період розвитку.

З розвитком напрямку органічного землеробства актуальності набуває пошук альтернатив синтетичним регуляторам росту рослин, препаратів та добрив зі стимулюючим ефектом, які отримано з рослинної або тваринної сировини, та мають високу ефективність використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До групи стимуляторів росту належать різні сполуки та мікроорганізми, які наносять на насіння, кореневу систему або вегетативні органи з метою активації природних фізіолого-біохімічних процесів, підвищення ефективності використання елементів живлення чи стійкості до абіотичних чинників, незалежно від рівня мінерального забезпечення рослин [1-3].

Нині високу ефективність демонструють стимулятори природного походження, зокрема гумінові та фульвокислоти [4, 5]. За даними Zandonadi D.B. et al. [6] гумінові речовини здатні змінювати електрохімічний потенціал клітинних мембран шляхом регуляції протонних насосів. У дослідженнях Aminifard M.R. et al. [7] встановлено, що застосування фульвокислот при вирощуванні солодкого перцю сприяло підвищенню антиоксидантної активності плодів, вмісту фенольних сполук, вуглеводів і каротиноїдів, не впливаючи при цьому на кількість флавоноїдів та аскорбінової кислоти.

Високий стимулюючий ефект також мають препарати на основі амінокислот, хітозану, екстрактів морських водоростей і гумінових сполук [8]. Екстракти морських водоростей є джерелом цінних біологічно активних речовин - ліпідів, білків, полісахаридів, фітогормонів, амінокислот і протимікробних компонентів, що зумовлюють їх виражену стимулюючу дію [9-11].

Carvalho M.E.A. et al. [12] показали, що використання екстрактів водоростей підвищує життєздатність насіння квасолі та сприяє нагромадженню проліну в листках за умов посухи. У той же час, за даними De Oliveira S.M. et al. [13], застосування стимуляторів на основі гумінових і фульвокислот, екстрактів *Ascophyllum nodosum* та регуляторів росту з цитокініном, гібереліном і ауксином не мало істотного впливу на розвиток кореневої системи чи співвідношення «пагінь : корінь».

Препарати, що містять білкові гідролізати, проявляють виражену антистресову дію. Їх застосування стимулює ріст рослин, активізує засвоєння поживних речовин, сприяє підвищенню врожайності та покращенню розвитку кореневої системи й асиміляційного апарату [5, 14, 15].

Дослідження Vendruscolo E.P. et al. [16] довели, що обробка насіння перцю солодкого розчинами гіберелової кислоти в концентрації 0,5–2,5 мг/л підвищує лабораторну та польову схожість, скорочує середній час проростання і збільшує швидкість появи сходів. При концентрації 2,5 мг/л відзначено стимулювання розвитку кореневої системи. Подібні

результати отримано і для гуньби сінної (*Trigonella foenum-graecum* L.), де застосування гіберелової кислоти сприяло збільшенню листкової маси та врожайності [17].

Отже, метою наших досліджень є встановлення ефективності використання регуляторів росту для підвищення насінневої продуктивності помідору в умовах відкритого ґрунту Лівобережного Лісостепу України.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження реалізовано впродовж 2023-2025 років в Інституті овочівництва і баштанництва НААН (Харківська область, Україна).

Ґрунт дослідної ділянки - чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий на лесовидному суглинку (вміст гумусу в орному шарі 3,89%, нітратного азоту 23,5 мг/кг, легкогідролізованого азоту 135 мг/кг, рухомого фосфору 115-156 мг та обмінного калію 134-188 мг/кг ґрунту, рН солове - 5,6-6,5).

Схема досліджень включала різні варіанти обробки насіння перед посівом в плівковій теплиці:

- 1) обробка водою (контроль);
- 2) обробка Аміноплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
- 3) обробка Ліпоплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
- 4) обробка Кріоплацентином з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
- 5) обробка кріопротектором Поліетиленоксид марки 1000 (ПЕО-1000) з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння;
- 6) обробка суспензійною культурою клітин мікрородостей *Coelastrella thermophila* var. *globulina* з нормою витрати 0,5 мл на 3 г насіння.

Препарати Аміноплацентин, Ліпоплацентин та Кріоплацентин (Інститут проблем кріобіології та кріомедицини Національної академії наук України) отримано на спеціалізованому кріогенному комплексі молекулярного фракціонування для обробки біологічних матеріалів. Оброблений матеріал (плацента сільськогосподарських тварин) подрібнювався до мікронних розмірів, піддавався сублімаційному сушінню, молекулярному фракціонуванню та низькотемпературній екстракції жиророзчинних вітамінів та ліпідних фракцій [18]. На заключних етапах обробки білково-пептидні комплекси виділялися за допомогою пристроїв для програмованих протоколів кріокавітації та кріоконцентрації.

Аміноплацентин – це водна фракція, що містить амінокислоти, вітаміни, мікроелементи та вуглеводи. Кріоплацентин – це білково-пептидна фракція, що виробляється за допомогою кавітаційних технологій з шроту, що залишився після холодної екстракції, та містить

амінокислоти, пептиди, нуклеїнові кислоти, гексуранові кислоти, полісахариди, вітаміни та мікроелементи. Ліпоплацентин – ліпідна фракція, яку отримано в процесі екстракції зрідженими газами, до складу якої входить комплекс біологічно активних речовин (гексози, есенціальні фосфоліпіди, тригліцериди, вітаміни та мікроелементи).

Поліетиленоксид (ПЕО) – уявляє собою синтетичний водорозчинний полімер, який широко використовується як сполучна речовина в агрохімії та для зменшення гідродинамічного опору.

Суспензійну культуру клітин мікродоростей *Coelastrella thermophila* var. *globulina* отримали в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України за її культивування на поживному середовищі BG-11 [19].

Дослідження проведено згідно методики дослідної справи в овочівництві [20]. В досліді проведено облік біометричних параметрів рослин помідору (висота рослин, кількість листків та китиць на головному стеблі, кількість стебел першого порядку), урожайності насіння та його посівних властивостей. Статистичну обробку результатів дослідження реалізовано методом дисперсійного аналізу [21].

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті проведення досліджень відмічена позитивна дія регуляторів росту на біометричні параметри рослин помідору (табл. 1). Всі регулятори росту, що було використано в дослідженнях, забезпечували істотне підвищення висоти рослин помідору в межах 9,7-15,9 %. Максимальний ефект досягнуто за використання для обробки насіння екстракту *Coelastrella thermophila* var. *globulina*.

Також зазначено позитивний вплив на збільшення кількості листків на головному стеблі рослин помідору. В середньому даний показник збільшувався на 1,2-1,7 шт./рослину або на 8,6-12,2 %. Більша кількість листків на головному стеблі формувалася за використання Липоплацентину, Кріоплацентину, а також ПЕО-1000 (1,5-15,6 шт./рослину).

Зі зростанням кількості листків на головному стеблі збільшується кількість міжвузлія та, як наслідок, формується більше стебел першого порядку. За використання регуляторів росту відмічається збільшення кількості стебел першого порядку відносно контролю на 0,64-1,1 шт./рослину або на 16,6-28,5 %. Максимальний вплив на даний параметр забезпечує застосування Липоплацентину та *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (4,69-4,96 шт./рослину).

1. Вплив регуляторів росту на деякі біометричні параметри рослин помідора (середнє за 2023-2025 рр.)

Обробка насіння	Біометричні параметри рослин			
	Висота рослин, см	Кількість листків на головному стеблі, шт.	Кількість стебел 1-го порядку, шт.	Кількість китиць на головному стеблі, шт.
1. Вода (контроль)	81,3	13,9	3,86	4,28
2. Аміноплацентін	89,2	15,2	4,50	5,00
3. Липоплацентин	91,5	15,6	4,96	5,22
4. Кріоплацентин	90,7	15,5	4,49	5,07
5. ПЕО-1000	91,9	15,6	4,60	5,07
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	94,2	15,1	4,69	4,95
НІР _{0,95} за роками	6,14; 7,22; 7,65	1,22; 1,35; 1,28	0,43; 0,44; 0,48	0,51; 0,48; 0,46

За використання регуляторів росту підвищується також кількість китиць на головному стеблі з 4,28 шт./рослину до рівня 4,95-5,22 шт./рослину. Максимальне значення даного параметру забезпечує використання Липоплацентину (перевищення відносно контролю становить 22,0 %).

За рахунок позитивного впливу на біометричні параметри рослин помідору регулятори росту забезпечують підвищення урожайності насіння помідору (рис. 1). В 2023 році істотне зростання урожайності відмічено за обробки насіння Липоплацентином, Кріоплацентином та ПЕО-1000 (прирости урожайності знаходилися на рівні 9,06-17,82 кг/га або 20,9-41,1 %).

Подібна закономірність зазначається і для умов 2024 року. Використання Липоплацентину, Кріоплацентину та ПЕО-1000 сприяє істотному підвищенню урожайності насіння помідору на 10,74-26,38 кг/га або на 18,0-44,2 %. В 2024 році склалися оптимальні умови для формування взагалі високого рівня урожайності насіння культури серед років дослідження.

Найменший рівень урожайності було відзначено в 2025 році. В середньому урожайність насіння коливалася в межах 25,64-36,28 кг/га. Істотне підвищення урожайності зазначено за використання для обробки насіння Аміноплацентину, Липоплацентину, Кріоплацентину та ПЕО-1000 (прирости урожайності знаходилися на рівні 4,65-10,64 кг/га або 18,1-41,5 %). Максимальне зростання урожайності забезпечує обробка ПЕО-1000.

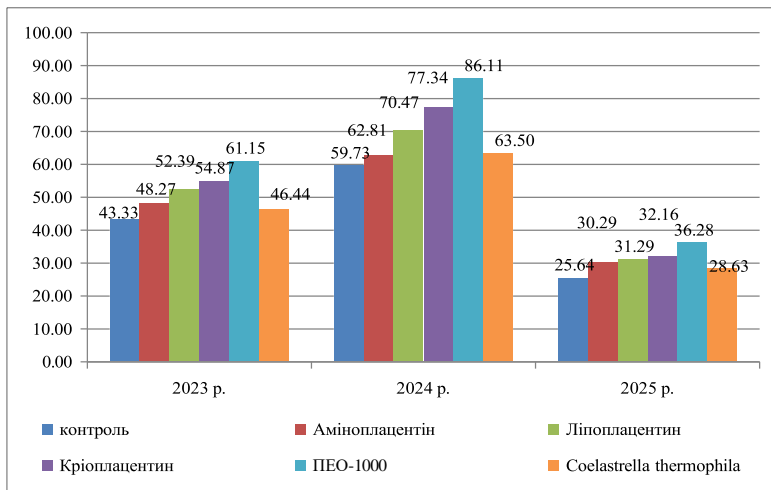


Рис. 1. Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідору, кг/кг (2023-2025 рр.): $НІР_{0,95}$ 2023 р. = 5,03 кг/га; $НІР_{0,95}$ 2024 р. = 6,89 кг/га; $НІР_{0,95}$ 2025 р. = 3,36 кг/га

Використання зазначених препаратів (Аміноплацентин, Ліпоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000) забезпечує істотне підвищення урожайності і в середньому за роки досліджень (табл. 2). Прирости становили 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % за урожайності насіння на контролі 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності насіння помідору забезпечує використання препарату ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

2. Вплив регуляторів росту на урожайність насіння помідора, (середнє за 2023-2025 рр.)

Обробка насіння	Урожайність насіння, кг/га	Приріст	
		кг/га	%
1. Вода (контроль)	42,90	-	-
2. Аміноплацентін	47,12	4,22	9,84
3. Ліпоплацентин	51,38	8,48	19,77
4. Кріоплацентин	54,79	11,89	27,72
5. ПЕО-1000	61,18	18,28	42,61
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	46,19	3,29	7,67

Разом зі зростанням урожайності насіння за використання регуляторів росту означається також позитивна тенденція щодо покращення посівних якостей отриманого насіння (табл. 3). Встановлено тенденцію щодо підвищення енергії проростання насіння за використання препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 (95,8-96,6 %), та тенденцію до збільшення лабораторної схожості за використання всіх регуляторів росту, що було взято на дослідження (98,0-98,5 %). Подібні результати отримано і в наукових дослідженнях інших вчених, де за рахунок використання різних регуляторів росту відмічалось покращення посівних якостей насіння ряду овочевих рослин [22-24].

3. Зміни посівних якостей насіння помідору за обробки регуляторами росту (середнє за 2023-25 рр.)

Обробка насіння	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
1. Вода (контроль)	94,2	97,4
2. Аміноплацентин	96,1	98,4
3. Липоплацентин	96,6	98,3
4. Кріоплацентин	95,8	98,0
5. ПЕО-1000	96,2	98,5
6. <i>Coelastrella thermophila</i> var. <i>globulina</i>	94,8	98,3

Стимулюючий ефект обробки насіння водними розчинами можна пояснити активацією різних біологічних процесів під час зволоження насіння. За такого технологічного заходу активуються різні гідролітичні ферменти, зокрема альфа-амілаза, а також антиоксидантні ферменти (супероксиддисмутаза, каталаза та пероксидаза), посилюється експресія білків, що беруть участь у реакціях на водний та теплові стреси, та мобілізуються вуглеводи в ендоспермі насіння. Такі процеси активації порушують стан спокою насіння, що призводить до прискореного проростання та підвищення схожості [25].

Можна очікувати, що біологічно активні речовини, зокрема амінокислоти, у досліджуваних розчинах плаценти тварин функціонуватимуть як регулятори проростання та росту рослин. Наприклад, обробка проліном насіння салату (*Lactuca sativa* L.) забезпечує нормальну фотосинтетичну здатність та поглинання елементів живлення розсадою за кадмієвого стресу [26].

Інші амінокислоти також можуть модулювати проростання та ріст рослин. Триптофан, як сигнальна молекула, опосередковує багато фізіологічних реакцій у рослин. Обробка насіння соняшнику (*Helianthus annuus* L.) триптофаном мінімізувало перекисне окислення ліпідів та

збільшувало довжину коренів і пагонів, масу коренів і пагонів, схожість насіння, середню площу листя та інші параметри [27].

Обробка аргініном (попередник для біосинтезу поліамінів та оксиду азоту в рослинах) насіння перцю (*Capsicum annuum* L.) збільшила швидкість проростання та сприяла розвитку коренів на ранніх стадіях вегетації [28]. Аспарагінова кислота, глутамін, лізин, метіонін, фенілаланін та тирозин також можуть стимулювати проростання [29].

Перспективним напрямом є використання екстрактів мікроводоростей як біологічно активних агентів для підвищення енергії проростання, стимуляції росту та розвитку проростків, підвищення стійкості рослин до абіотичних стресів [30]. Так, *Coelastrella thermophila* var. *globulina* є представником зелених мікроводоростей, для яких характерна висока стійкість до стресових умов середовища (температурні коливання та інтенсивність освітлення). Даний штам накопичує значні об'єми біологічно активних сполук (пігменти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони), що визначає його потенціал як природного біостимулятора [31].

Висновки. Отже, використання для обробки насіння препаратів зі стимулюючою дією (Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000 та екстракт *Coelastrella thermophila* var. *globulina*) забезпечує істотне підвищення висоти рослин помідору в межах 9,7-15,9 %, кількості листків на головному стеблі на 8,6-12,2 %, кількості стебел першого порядку на 16,6-28,5 %, кількості китиць на головному стеблі – на 15,7-22,0 %.

Найбільший позитивний вплив на зазначені біометричні параметри забезпечувало використання препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин, ПЕО-1000, що зумовлювало також збільшення урожайності насіння помідору в середньому за роки досліджень на 4,22-18,28 кг/га або 9,84-42,61 % за урожайності на контролі 42,9 кг/га. Максимальний рівень урожайності насіння забезпечує використання препарату-кріопротектору ПЕО-1000 (61,18 кг/га).

Зазначено тенденцію підвищення енергії проростання насіння за використання препаратів Аміноплацентин, Липоплацентин, Кріоплацентин та ПЕО-1000 (95,8-96,6 %) та тенденцію підвищення лабораторної схожості за використання всіх препаратів, що було взято на дослідження (98,0-98,5 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вплив регуляторів росту рослин на стимуляцію процесів проростання насіння пшениці озимої / О. П. Волощук та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2014. 56 (2). С. 9–15

2. Traon D., Laurence A., Ferdinand Z., Du Jardin P. A legal framework for plant biostimulants and agronomic fertilizer additives in the EU. *Report for the European Commission, Enterprise & Industry Directorate – General*. 2014. URL: <http://publications.europa.eu/resource/cellar/dbeffd43-98a5-4e39-a930-7dfa21816f8c.0001.02/DOC>.

3. Shevchuk O. A., Kravets O. O., Shevchuk V. V. and et. Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*. 2020. 14. P. 104-106.

4. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P., Picollo A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. 196. P. 15-17. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.013

5. Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Science in Agriculture*. 2016. 73. P. 18-23. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0006

6. Zandonadi D.B., Santos M.P., Caixeta L.S., Marinho E.B., Peres L.E. P., Faanha A.R. Plant proton pumps markers of biostimulant action. *Science in Agriculture*. 2016. 73. P. 24-28. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0076

7. Aminifard M.H., Aroiee H., Nemati H., Majid A., Jaafar H.Z. Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*. 2012. 11. P. 13179-13185. DOI: 10.5897/AJB12.1507.

8. Abbott L.K., Macdonald L.M., Wong M.T.F., Webb M.J., Jenkins S.N., Farrell M. Potential roles of biological amendments for profitable grain production – A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. 256. P. 34-50. DOI: 10.1016/j.agee.2017.12.021

9. Craigie J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*. 2011. 23. P. 371-393. DOI: 10.1007/s10811-010-9560-4

10. Sharma H.S.S., Fleming C., Selby C., Rao J.R., Martin T. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. 26. P. 465-490. DOI: 10.1007/s10811-013-0101-9

11. Gangur V.V., Yeremko L.S., Kocherga A.A. Efficacy of biostimulants under pre-sowing treatment of sunflower seeds. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 2020. (2). P. 36-42. DOI: 10.31210/visnyk2020.02.04

12. Carvalho M.E.A., Castro P.R.C., Novembre A.D.C., Chamma H.M.C.P. Seaweed extracts improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2013. 13(8). P. 1104-1107. DOI: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.08.11015

13. De Oliveira S.M., Umburanas R.C., Pereira R.G. et al. Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth. *Applied research & agrotechnology*. 2017. 10 (3). P. 109-114
14. Colla G., Rouphael Y., Canaguier R., Svecova E., Cardarelli M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in Plant Science*. 2014. 5. P. 1-6. DOI: 10.3389/fpls.2014.0044815.
15. De Pascale S., Rouphael Y., Colla G. Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *European Journal of Horticultural Science*. 2017. 82. P. 277-285. DOI: 10.17660/eJHS.2017/82.6.2
16. Vendruscolo E.P., Cardoso Campos L.F., Batista Martins A.P. et al. GA(3) in tomato seeds: effects on seed germination and early seedling development. *Revistade agricultura neo tropical*. 2016. 3(4). P. 19-23.
17. Tufail M., Hussain K., Iqbal I. Efficacy of IAA, GA(3) and Riboflavin for Morpho-biochemical and Yield Attributes of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in Pakistan. *Legume research*. 2020. 43 (6). P. 780-787.
18. Osetsky A. I., Grischenko V. I., Goltsev A. N., Kravchenko M. A., Stryuchkova E. V. Cryogenic technologies in production of pharmaceutical, cosmetic, agrotechnical formulations and biologically active food additives. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*. 2009. 19(4). P. 488-499.
19. Pandey S., Narayanan I., Vinayagam R., Selvaraj R., Varadavenkatesan T., Pugazhendhi A. A review on the effect of blue green 11 medium and its constituents on microalgal growth and lipid production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2023. 11(3). 109984.
20. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштаництві. Харків: Основа, 2011. 369 с.
21. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. в 2 кн. Книга 2. Статистична обробка результатів досліджень. / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін. Харків: Мацдан, 2016. 314 с.
22. Khodanitska O., Tkachuk O., Shevchuk O., Matviichuk O., Pohorila L. Influence of growth regulator on seed germination of agricultural crop. *Feeds and Feed Production*. 2023. 96. P. 102-109. DOI: 10.31073/kormovurobnytstvo202396-10
23. Строяновський В. Фенхель звичайний в умовах Лісостепу. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. 7 (41). С. 231-239.
24. Liashenko V., Korotkova I., Romanets H. The effect of growth stimulant on the seed vigour, germination and biometric indices of carrot plants. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2022. 4. P. 41-48. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.05

25. Farooq M., Usman M., Nadeem F., ur Rehman H., Wahid A., Basra S. M., Siddique K. H. Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop and Pasture Science*. 2019. 70(9). P. 731-771.

26. Selović A., Karalija E., Demir A., Parić, A., Šamec D. The effect of hydro-priming and proline priming of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds on germination, photosynthetic pigments and metal metabolism under cadmium stress. *Agriculture*. 2023. 13(8). 1472.

27. Hussain M., Kaousar R., Ali S., Shan C., Wang G., Wang S., Lan Y. Tryptophan seed treatment improves morphological, biochemical, and photosynthetic attributes of the sunflower under cadmium stress. *Plants*. 2024. 13(2). 237.

28. Barcanu E., Paschalidis K., Vinătoru C., Dobre O., Gherase I., Tănase B., Negosanu G., Draghici E. The effects of seed priming with L-glutamine and L-arginine amino acids in pepper seeds. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Horticulture*. 2020. 77. 122.

29. Sowmya R. S., Warke V. G., Mahajan G. B., Annapure U. S. Effect of amino acids on growth, elemental content, functional groups, and essential oils composition on hydroponically cultivated coriander under different conditions. *Industrial Crops and Products*. 2023. 197. 116577.

30. Кірсанова В. В. Доцільність обробітку та використання мікроводоростей (*Chlorella*) як органічних добрив. *Екологічні науки*. (2020). 1. P. 311-315.

31. Boutarfa S., Senoussi M. M., Gonzalez-Silvera D., López-Jiménez J. Á., Aboal M. The Green Microalga *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (Scenedesmaceae, Chlorophyta) isolated from an Algerian hot spring as a potential source of fatty acids. *Life*. 2022. 12(4). 560.

REFERENCES

1. Voloshchuk, O. P. et al. (2014). The effect of plant growth regulators on the stimulation of winter wheat seed germination processes. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 56 (2), 9-15.

2. Traon, D., Laurence, A., Ferdinand, Z., Du Jardin, P. (2014). A legal framework for plant biostimulants and agronomic fertilizer additives in the EU. *Report for the European Commission, Enterprise & Industry Directorate – General*. URL: http://publications.europa.eu/resource/cellar/dbeffd43-98a5-4e39-a930-7dfa21816f8c.0001.02/DOC_

3. Shevchuk, O. A., Kravets, O. O., Shevchuk, V. V. and et. Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*. 2020. 14. PP. 104-106.

4. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Picollo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in

horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196, 15-17. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.013

5. Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Science in Agriculture*, 73, 18-23. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0006

6. Zandonadi, D.B., Santos, M.P., Caixeta, L.S., Marinho, E.B., Peres, L.E. P., Faanha, A.R. (2016). Plant proton pumps markers of biostimulant action. *Science in Agriculture*, 73, 24-28. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0076

7. Aminifard, M.H., Aroiee, H., Nemati, H., Majid, A., Jaafar, H.Z. (2012). Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *African Journal of Biotechnology*, 11, 13179-13185. DOI: 10.5897/AJB12.1507.

8. Abbott, L.K., Macdonald, L.M., Wong, M.T.F., Webb, M.J., Jenkins, S.N., Farrell, M. (2018). Potential roles of biological amendments for profitable grain production – A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 256, 34-50. DOI: 10.1016/j.agee.2017.12.021

9. Craigie, J.S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23, 371-393. DOI: 10.1007/s10811-010-9560-4

10. Sharma, H.S.S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J.R., Martin, T. (2014). Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26, 465-490. DOI: 10.1007/s10811-013-0101-9

11. Gangur, V.V., Yeremko, L.S., Kocherga, A.A. (2020). Efficacy of biostimulants under pre-sowing treatment of sunflower seeds. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. (2), 36-42. DOI: 10.31210/visnyk2020.02.04

12. Carvalho, M.E.A., Castro, P.R.C., Novembre, A.D.C., Chamma, H.M.C.P. (2013). Seaweed ex-tracts improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(8), 1104-1107. DOI: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.08.11015

13. De Oliveira, S.M., Umburanas, R.C., Pereira, R.G.et all. (2017). Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth. *Applied research & agrotechnology*, 10 (3), 109-114

14. Colla, G., Roupheal, Y., Canaguier, R., Svecova, E., Cardarelli, M. (2014). Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in Plant Science*, 5, 1-6. DOI: 10.3389/fpls.2014.0044815.

15. De Pascale, S., Rouphael, Y., Colla, G. (2017). Plant biostimulants: innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *European Journal of Horticultural Science*, 82, 277-285. DOI: 10.17660/eJHS.2017/82.6.2
16. Vendruscolo, E.P., Cardoso Campos, L.F., Batista Martins, A.P. et al. (2016). GA(3) in tomato seeds: effects on seed germination and early seedling development. *Revista de agricultura neo tropical*, 3(4), 19-23.
17. Tufail, M., Hussain, K., Iqbal, I. (2020). Efficacy of IAA, GA(3) and Riboflavin for Morpho-biochemical and Yield Attributes of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in Pakistan. *Legume research*, 43 (6), 780-787.
18. Osetsky, A. I., Grischenko, V. I., Goltsev, A. N., Kravchenko, M. A., Stryuchkova, E. V. (2009). Cryogenic technologies in production of pharmaceutical, cosmetic, agrotechnical formulations and biologically active food additives. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*, 19(4), 488-499.
19. Pandey, S., Narayanan, I., Vinayagam, R., Selvaraj, R., Varadavenkatesan, T., & Pugazhendhi, A. (2023). A review on the effect of blue green 11 medium and its constituents on microalgal growth and lipid production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(3), 109984.
20. Bondarenko, G.L., Yakovenko, K.I. (Ed). Methodology of research work in vegetable growing and melon growing. Kharkiv: Osnova, 2001. 369 p.
21. Research work in agronomy: textbook: in 2 books. Book 2. Statistical processing of the results of agronomic research / A.O. Rozhkov, V.K. Puzik, S.M. Kalenska and others. Kharkiv: Maidan, 2016. 314 p.
22. Khodanitska, O., Tkachuk, O., Shevchuk, O., Matviichuk, O., Pohorila, L. (2023). Influence of growth regulator on seed germination of agricultural crop. *Feeds and Feed Production*, 96, 102-109. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202396-10
23. Stroyanovsky V. (2021). Fennel seeds in the forest-steppe. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine, 27 (41), 231-239.
24. Liashenko, V., Korotkova, I., Romanets, H. (2022). The effect of growth stimulants on the seed vigour, germination and biometric indices of carrot plants. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 41-48. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.05
25. Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., ur Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M., & Siddique, K. H. (2019). Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop and Pasture Science*, 70(9), 731-771.
26. Selović, A., Karalija, E., Demir, A., Parić, A., & Šamec, D. (2023). The effect of hydro-priming and proline priming of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds on germination, photosynthetic pigments and metal metabolism under cadmium stress. *Agriculture*, 13(8), 1472.

27. Hussain, M., Kaousar, R., Ali, S., Shan, C., Wang, G., Wang, S., & Lan, Y. (2024). Tryptophan seed treatment improves morphological, biochemical, and photosynthetic attributes of the sunflower under cadmium stress. *Plants*, 13(2), 237.

28. Barcanu, E., Paschalidis, K., Vînătoru, C., Dobre, O., Gherase, I., Tănase, B., Negosanu, G., & Draghici, E. (2020). The effects of seed priming with L-glutamine and L-arginine amino acids in pepper seeds. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture*, 77, 122.

29. Sowmya, R. S., Warke, V. G., Mahajan, G. B., & Annapure, U. S. (2023). Effect of amino acids on growth, elemental content, functional groups, and essential oils composition on hydroponically cultivated coriander under different conditions. *Industrial Crops and Products*, 197, 116577.

30. Kirsanova, V. V. (2020). The feasibility of cultivating and using microalgae (*Chlorella*) as organic fertilizers. *Ecological Sciences*, 1, 311-315.

31. Boutarfa, S., Senoussi, M. M., Gonzalez-Silvera, D., López-Jiménez, J. Á., & Aboal, M. (2022). The Green Microalga *Coelastrella thermophila* var. *globulina* (Scenedesmaceae, Chlorophyta) isolated from an Algerian hot spring as a potential source of fatty acids. *Life*, 12(4), 560.

M.O. Shapko, postgraduate student

Institute of Vegetable and Melon Growing of NAAS (Ukraine)

O.V. Kuts, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)

Use of growth regulators to increase tomato seed productivity

The aim of the study was to determine the effectiveness of growth regulators in increasing seed productivity of tomato under open-field conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Field experiments were conducted at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine using the preparations Aminoplacentin, Lipoplacentin, and Cryoplacentin (protein-peptide complexes isolated from the placenta of farm animals through cryocavitation and cryoconcentration; Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine), PEO (a cryoprotectant), and a suspension culture of the microalga *Coelastrella thermophila* var. *globulina* grown in BG-11 medium. It was established that seed treatment with stimulatory preparations (Aminoplacentin, Lipoplacentin, Cryoplacentin, PEO-1000, and *Coelastrella thermophila* var. *globulina* extract) significantly increased tomato plant height by 9.7–15.9%, the number of leaves on the main stem by 8.6–12.2%, the number of first-order shoots by 16.6–28.5%, and the number of inflorescences on the main stem by 15.7–22.0%. The greatest positive effect on these biometric parameters was observed with Aminoplacentin, Lipoplacentin, Cryoplacentin, and PEO-1000, which also increased tomato seed yield by 4.22–18.28 kg/ha, or 9.84–42.61%, relative to the control yield of 42.9 kg/ha. The highest seed yield was obtained with the cryoprotective preparation PEO-1000 (61.18 kg/ha). A trend toward increased germination energy was recorded when using Aminoplacentin, Lipoplacentin,

Cryoplacentin, and PEO-1000 (95.8–96.6%), along with improved laboratory germination across all tested preparations (98.0–98.5%).

Keywords: tomato, growth regulators, seed yield, plant biometric parameters, seed quality.

УДК: 635.64; 634.8.044

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-160>

О.В. Хареба, здобувач*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Науковий керівник – кандидат с.-г. наук, доцент О. М. Цизь

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ІНДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ ПОМІДОРУ В СКЛЯНИХ ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

Метою дослідження було встановлення біоенергетичної ефективності вирощування індетермінантних гібридів помідора у скляних зимових теплицях. Експериментальні дослідження включали три окремі напрями: 1) добір індетермінантних гібридів помідора для умов зимових теплиць; 2) оцінювання ефективності сорто-підщепних комбінуваних індетермінантних гібридів; 3) визначення впливу способів формування рослин на продуктивність та біоенергетичну ефективність гібриду Мерліс F₁. Встановлено, що під час вирощування індетермінантних гібридів помідора у зимових скляних теплицях основними статтями енергетичних витрат є опалення та електроенергія (63,0 %) і трудові ресурси (22,2 %). Застосування гібридів Максімато F₁, Мерліс F₁ та Тореро F₁ сприяє підвищенню енергії, акумульованої в урожаї, на 15,3–24,7 % та збільшенню коефіцієнта біоенергетичної ефективності до рівня 2,01–2,08. Використання сорто-підщепних комбінуваних (прищепи Мерліс F₁ та Тореро F₁ на підщепях Максифорт F₁, ТД-1 F₁ та Емператор F₁) забезпечує підвищення енергетичного потенціалу врожаю на 11,5–22,6 % (на 3,94–8,38 МДж/м²) та формування коефіцієнта біоенергетичної ефективності на рівні 2,15–2,55. За вирощування гібриду Мерліс F₁ з формуванням рослин у два стебла (після 3-ї китиці на кожній другій рослині у маті та після 9-ї — на кожній четвертій) відзначено істотне зростання акумульованої в урожаї енергії (на 16,9 %), що забезпечує отримання коефіцієнта біоенергетичної ефективності 2,28. Запропоновані технологічні прийоми доцільно впроваджувати у практику овочівництва закритого ґрунту в Україні.

Ключові .слова: помідор, скляна зимова теплиця, гібриди, сорто-підщепні комбінування, коефіцієнт біоенергетичної ефективності.

Вступ. Сільське господарство стикається не лише зі зростанням населення світу, але й з додатковою проблемою глобальної зміни клімату та її впливу на системи сільськогосподарського виробництва [1]. Міжнародна інституція ФАО пропонує збільшити сільськогосподарське виробництво на 70% впродовж наступних 30 років, щоб задовольнити попит і продовольчі тенденції споживачів. Потрібно збільшити не лише кількість вироблених продуктів харчування, а також забезпечити