

УДК 635.142:581.1. 636:612.015

ВПЛИВ ГІБЕРЕЛОВОЇ КИСЛОТИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЕТРУШКИ КОРЕНЕПЛІДНОЇ (*PETROSELINUM CRISPUM* L.) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І. Підлубенко, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-5703-3407

І. Дидів, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0001-8605-1092

Львівський національний університет природокористування

О. Овчіннікова, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-4557-0088

Інститут овочівництва і багтанництва НААН України

<https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.108>

Підлубенко І., Дидів І., Овчіннікова О. Вплив гіберелової кислоти на врожайність та якість петрушки коренеплідної (*Petroselinum crispum* L.) в умовах Лісостепу України

За результатами досліджень 2018–2020 років для агрокліматичної зони Лівобережного Лісостепу України проведено комплексне дослідження з визначення впливу концентрації фітогормону гіберелової кислоти на показники врожайності та якості коренеплодів зразків петрушки коренеплідної (*Petroselinum crispum* L.) та виділено найбільш діючі концентрації речовини. Доведено, що вплив на врожайність коренеплодів петрушки коренеплідної мали як гіберелова кислота в різних концентраціях діючої речовини, так і агрокліматичні умови дослідного поля. Застосування гіберелової кислоти дало змогу зменшити вихід нетоварних коренеплодів до 0,9–2,4 т/га. Кількість товарної продукції в межах досліду була на рівні 27,6–35,7 т/га. Вищі показники спостерігали у варіантах із застосуванням гіберелової кислоти. Застосування гіберелової кислоти обприскуванням рослин у період вегетації дало змогу збільшити показник діаметра головки коренеплоду петрушки до рівня 3,5–5,0 см. Довжина коренеплодів у досліді становила 15,6–19,4 см і також була більшою за використання регуляторів росту. Результати аналізу біохімічного складу коренеплодів петрушки коренеплідної довели, що регулятори росту змінили вміст сухої речовини, загального цукру, вітаміну С і нітратів. За вмістом сухої речовини перевагу зауважено у варіантах із дворазовим обприскуванням рослин розчином гіберелової кислоти, у яких вміст сухої речовини на 2,6–3,9 % був більшим порівняно з контролем. Зауважено, що обприскування рослин петрушки коренеплідної розчином гіберелової кислоти сприяло зменшенню вмісту нітратів у коренеплодах, зокрема у варіантах із застосуванням регулятора росту вміст нітратів був на 81–159 мг/кг меншим порівняно з контрольним варіантом.

Ключові слова: петрушка, врожайність, біохімічний склад, обробка рослин, гіберелова кислота, коренеплід, маса розетки листків.

Pidlubenko I., Dydiv I., Ovchinnikova O. The effect of gibberellic acid on the yield and quality of root parsley (*Petroselinum crispum* L.) in conditions of the Forest Steppe of Ukraine

Based on the results of the 2018–2020 research for the agro-climatic zone of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine, a comprehensive study was conducted to determine the effect of the concentration of the phytohormone gibberellic acid on the yield and quality of root crops of parsley (*Petroselinum crispum* L.) samples and the most effective concentrations of the substance were selected. It was proved that both gibberellic acid in different concentrations of the active substance and the agroclimatic conditions of the experimental field affected the yield of root crops of root parsley. The use of gibberellic acid made it possible to reduce the yield of non-marketable root crops to 0.9–2.4 t/ha. The amount of marketable products within the scope of the experiment was at the level of 27.6–35.7 t/ha. Higher values are indicated in variants with the use of gibberellic acid. Spraying plants with the acid during the growing season provided an increase in the diameter of the parsley root head to the level of 3.5–5.0 cm. The length of the root crops in the experiment was 15.6–19.4 cm and also greater than when using growth regulators. The results of the analysis of the biochemical composition of root crops of root parsley proved that growth regulators changed the content of dry matter, total sugar, vitamin C and nitrates. In terms of dry matter content, the advantage was noted in variants with two-time spraying of plants with gibberellic acid solution, in which the dry matter content was 2.6–3.9 % higher compared to the control. It should be noted that spraying root parsley plants with a solution of gibberellic acid helped to reduce the nitrate content in root crops, in particular, in the variants with the use of a growth regulator, the nitrate content was 81–159 mg/kg less compared to the control variant.

Key words: parsley, yield, biochemical composition, plant treatment, gibberellic acid, root crop, rosette mass of leaves.

Постановка проблеми. Петрушка (*Petroselinum crispum* Mill. (Nym)) є однією з цінних овочевих лікувально-дієтичних культур, яку вживає людина як у свіжому вигляді (листки й коренеплоди) для салатів та як приправу для

борщів, супів і консервів. Петрушка належить до енергозберігаючих технологічних рослин, яку можна висівати з початку весни й до пізньої осені (під зиму) і тим самим мати 5–7 обрізок, свіжих

зелених листків від висіву й вигонки коренеплодів як у відкритому, так і в закритому ґрунті [2]. В Інституті овочівництва та баштанництва НААН упродовж 60 років проводиться селекційна робота щодо створення високопродуктивних і якісних нових стійких сортів проти низьких і високих температур та хвороб генотипів, за результатами якої виведено високоврожайний вітамінний сорт петрушки коренеплідної Харків'янка. Останнім часом усе більшого значення надається використанню ефективних ростових речовин, які збільшують потенціал сортів, особливо за стійкістю, продуктивністю, вмістом вітаміну С. На овочевих рослинах за результатами досліджень Кондратенка С. І. до найефективніших належать регулятори росту рослин [11; 12].

В інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України (м. Київ) створено велику кількість екологічно безпечних регуляторів росту та розвитку рослин, зокрема гіберелова кислота ГК₃ [1]. Препарат екологічно безпечний, його рекомендують до використання при допосівній обробці насіння різних культур і обприскуванні посівів у період вегетації. Гібереліни можуть утворюватися в різних, переважно ростучих частинах рослинного організму. Але основне місце синтезу гіберелінів – це листя. На відміну від ауксинів гібереліни пересуваються з листя як по ксилемі, так і по флоемі. Це пасивний процес, не пов'язаний з метаболізмом.

Регулятори росту підвищують урожайність, стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками.

Регуляторами росту є синтетичні та природні сполуки, яким властива біологічна активність і які в невеликих кількостях спричиняють зміни у фізіологічних і біохімічних процесах [4–7]. Ці речовини цілеспрямовано регулюють процеси росту та розвитку рослин, забезпечують ефективнішу реалізацію потенційних можливостей сортів та гібридів, закладених у геномі. Більшість штучно створених фізіологічно активних сполук, залежно від напряму їх впливу на рослинний організм, поділяють на інгібітори росту та розвитку рослин і стимулятори цих процесів.

Завдяки створенню синтетичних аналогів фітогормонів стало можливим масове використання стимуляторів росту та розвитку рослин, які, на відміну від природних біологічно активних речовин, більш стабільні в рослинному організмі й характерні пролонгованою в часі дією [8]. Проте практично немає регуляторів росту універсального типу, які б позначалися на розвитку рослин на всіх етапах онтогенезу [9; 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками у світовій практиці все ширше застосовують препарати, за допомогою яких можна штучно регулювати ріст і розвиток рослин і, як наслідок, підвищити врожайність та збільшити частку овочів у харчуванні населення [12]. Застосування регуляторів росту дозволяє регулювати найважливіші фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинних організмах, впливати на зростання врожайності та поліпшення якості продукції [13].

Нині актуальне питання отримання високого врожаю належної якості за мінімальних затрат. Тому регулятори росту масово використовують у сільському господарстві для підвищення врожайності, поліпшення показників якості продукції, підвищення стійкості рослин проти хвороб [5–7].

Результати досліджень і виробничої перевірки свідчать, що застосування регуляторів росту є одним із більш доступних і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращання їхньої якості [8; 10; 15]. Такі препарати здатні не лише спрямовано впливати, а й регулювати важливі процеси росту та розвитку рослин, підвищувати ефективність реалізації потенційної продуктивності сортів і гібридів, закладеної селекційним шляхом або за методами генної інженерії [9]. Результатів, отриманих за використання фізіологічно активних речовин, не можна досягнути іншими агрозаходами. Тому одним із важливих питань наукового забезпечення агропромислового комплексу є створення ефективних екологічно безпечних препаратів і розроблення технологій їх застосування [10]. Регулятори росту мають бути обов'язковим компонентом сучасних технологій виробництва сільськогосподарських культур [9; 14].

Нині сільському господарству притаманні негативні явища, як-от: недостатній вибір чинників інтенсифікації; погіршення культури землеробства; підвищення температурних умов та вимог до якості продукції. Це все потребує створення та впровадження в сільське господарство ресурсощадних технологій із вирощування овочевих культур. Важливе питання щодо отримання високої врожайності з належною якістю продукції та з найменшим використанням ресурсів. І тут актуальним варіантом стають препарати, які спрямовано регулюють процеси життєзабезпечення рослинного організму та ґрунтової мікрофлори, мобілізації потенційних можливостей, закладених у геномі природою і селекцією. Сучасні технології вирощування агрокультур із застосуванням досягнень генетики, селекції, біотехнології тощо, переорієнтація виробників на рентабельні культури та зміни у

структурі посівних площ, загальне підвищення рівня агротехніки позначаються на збільшенні валових зборів [6]. Регулятори росту – досить безпечні речовини, їм приділяють значну увагу як індукторам хворобостійкості, які можна порівняти з хімічними препаратами за незначного інфекційного навантаження. Ефективність рістрегулювальних препаратів залежить від культури та способу їх внесення (обробка насіння чи обприскування посіву).

Застосування препаратів на основі фізіологічно активних речовин має переваги: 1) відчутно зменшується мутагенна дія гербіцидів та інших антропогенних чинників; 2) завдяки регуляторним механізмам підсилюється розвиток листової поверхні (активізуються основні процеси життєдіяльності рослин: мембранні процеси, поділ клітин, ферментні системи, фотосинтез, процеси дихання і живлення); 3) створюється розгалужена коренева система з потужною поглинальною спроможністю; 4) зростає біологічна та господарська ефективність рослинництва – знижується вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у кінцевій продукції; 5) інтенсифікується розвиток азотфіксувальних і фосфатмобілізуючих бактерій; 6) вони мають значну антистресову дію; 7) частка витрат на застосування в загальних витратах на вирощування продукції під час обприскування посівів становить 0,39 %, а для обробки насіння – 0,10 %. Мінімальні норми витрат забезпечують дбайливе ставлення до рослини [3].

Постановка завдання. Наше завдання – встановлення ефективності застосування регулятора росту гіберелової кислоти ГК₃ на врожайність та якість коренеплодів петрушки коренеплідної.

Дослідження проводили в Інституті овочівництва і баштанництва НААН у 2018–2020 рр. Ми використали рекомендовану ГК₃-гіберелову кислоту (гіберелін ГК₃), яка значно збільшує кількісні та якісні показники зернових рослин, томатів та інших видів рослин [7–10]. Об'єктом досліджень був сорт петрушки

коренеплідної – Харків'янка селекції ІОБ НААН. Дослідження проводили в польових умовах селекційної сівозміни № 1 Інституту овочівництва і баштанництва НААН згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві» Г. Л. Бондаренка і К. І. Яковенка (2001) [3]. Площа ділянки посівної – 33,6 м², облікової – 11,2 м². Повторність чотириразова. Схема посіву 70 см між рядками, норма висіву 5–6 кг/га, густина рослин – 1,2 млн шт./га, строк висіву – I-а декада квітня. Технологія вирощування загальноприйнята в зоні Лівобережного Лісостепу України. У досліді вивчали вплив дії регулятора росту на врожайність і якість коренеплодів петрушки коренеплідної обприскуванням рослин у період вегетації у фазі шести-семи справжніх листків. Рослини петрушки обробляли за варіантами: гіберелова кислота (1 мг/л), гіберелова кислота (3 мг/л), гіберелова кислота (5 мг/л).

Виклад основного матеріалу. За результатами досліджень доведено, що на врожайності коренеплодів петрушки коренеплідної позначалися як регулятори росту, так і агрокліматичні умови. При визначенні врожайності коренеплодів встановлено, що вона змінювалася як за роками досліджень, так і залежно від регуляторів росту.

У структурі загального врожаю петрушки коренеплідної виділяли товарні та нетоварні коренеплоди. Як свідчать дані табл. 1, досліджувані препарати позначалися на таких показниках. Так, у структурі загального врожаю нетоварна продукція за дослідом становила 0,9–2,9 т/га. Вищий показник був у варіанта без обробки та за використання води. Застосування гіберелової кислоти дало змогу покращити товарність продукції, отже, зменшити вихід нетоварних коренеплодів до 0,9–2,4 т/га. Товарність коренеплодів за дослідом становила 87–94 % і меншою була в контролі. Кількість товарної продукції в межах досліду становила 27,6–35,7 т/га. Вищі показники спостерігали у варіантах із застосуванням гіберелової кислоти.

Таблиця 1

Вплив регуляторів росту на врожайність коренеплодів петрушки коренеплідної сорту Харків'янка, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Обробка рослин	Урожайність, т/га			Товарність, %
		загальна	товарна	нетоварна	
1	Без обробки	31,5	27,6	2,9	87,0
2	Вода (контроль)	31,9	28,3	2,6	88,0
3	ГК ₃ (1 мг/л)	33,3	29,9	2,4	89,0
4	ГК ₃ (3 мг/л)	37,8	32,8	1,9	91,0
5	ГК ₃ (5 мг/л)	37,6	35,7	0,9	94,0

За вирощування петрушки коренеплідної продукцією, окрім коренеплодів, є зелена маса листків. Так, дані табл. 2 свідчать, що меншу кількість листків у фазу технічної стиглості сформували рослини петрушки коренеплідної у варіантах без використання гіберелової кислоти. Застосування «гіберелова кислота (1 мг/л)»,

«гіберелова кислота (3 мг/л)» та «гіберелова кислота (5 мг/л)» сприяло формуванню листової маси, де висота розетки листків становила 26,4–31,8 см, що значно менше порівняно з варіантами без використання препаратів регулювання росту. Аналогічну залежність спостерігали й за показниками діаметра рослини.

Таблиця 2

Вплив регуляторів росту на біометричні показники рослин петрушки коренеплідної сорту Харків'янка у фазу технічної стиглості, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Обробка рослин	Кількість листків, шт./роsl.	Висота розетки листків, см	Діаметр розетки, см	Маса листків (від загальної маси рослини, %)
1	Без обробки	21	22,6	45,2	2,1
2	Вода (контроль)	22	24,5	49,8	31,5
3	ГК ₃ (1 мг/л)	25	26,4	52,7	31,7
4	ГК ₃ (3 мг/л)	26	29,7	59,0	31,2
5	ГК ₃ (5 мг/л)	27	31,8	62,8	32,0

Важливим показником товарності коренеплодів петрушки є їхній діаметр. За даними табл. 3, у середньому за роками дослідження менші за діаметром головки товарні коренеплоди сформували рослини у варіанті без обробки. Застосування гіберелової кислоти

обприскуванням рослин у період вегетації дало змогу збільшити цей показник до рівня 3,5–5,0 см. Довжина коренеплодів у досліді становила 15,6–19,4 см і також була більшою за використання регуляторів росту.

Таблиця 3

Вплив регуляторів росту на біометричні параметри товарних коренеплодів петрушки коренеплідної сорту Харків'янка, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Обробка рослин	Маса, г	Діаметр головки, см	Довжина, см
1	Без обробки	94,0	2,0	15,6
2	Вода (контроль)	111,0	2,6	15,8
3	ГК ₃ (1 мг/л)	129,0	3,5	17,2
4	ГК ₃ (3 мг/л)	144,0	4,2	18,5
5	ГК ₃ (5 мг/л)	159,0	5,0	19,4

Основним показником у розрахунку врожайності є середня маса коренеплода, яка напряму залежить від його діаметра та довжини. Так, у середньому за роками дослідження маса товарних коренеплодів за дослідом становила 94–159 г. Менші від контролю показники зафіксовано у варіанті без обробки. Решта досліджуваних варіантів за масою коренеплода перевершили контроль (табл. 3).

Для визначення залежності між основними біометричними показниками петрушки коренеплідної сорту Харків'янка проведено кореляційний аналіз отриманих даних. Як свідчать його результати, між урожайністю та

масою коренеплода за всіма варіантами дослідів відстежується пряма залежність та дуже сильний ($r = 0,98–0,99$) і функціональний ($r = 1,0$) зв'язок. Аналогічна кореляційна залежність спостерігається й між показниками врожайності листової маси та масою листків на одній рослині, а коефіцієнти кореляції становлять 0,99–1,0. Значно менші показники у відношенні маси товарного коренеплода до його довжини й діаметра.

Одним із найбільш важливих показників за оцінки одержаного врожаю є показники його біохімічного складу. Результати аналізу

біохімічного складу коренеплодів петрушки коренеплідної довели, що метеорологічні умови й регулятори росту значно змінювали вміст сухої

речовини, загального цукру, вітаміну С і нітратів (табл. 4).

Таблиця 4

Показники біохімічного складу коренеплодів петрушки коренеплідної сорту Харків'янка за застосування регулятора росту Гіберелін ГК₃, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Обробка рослин	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати (NO ₃ [*]), мг/кг
1	Без обробки	21,8	3,7	27,4	1124
2	Вода (контроль)	23,1	3,9	28,5	1216
3	ГК ₃ (1 мг/л)	25,3	4,5	28,8	978
4	ГК ₃ (3 мг/л)	28,2	5,6	28,9	890
5	ГК ₃ (5 мг/л)	25,7	6,1	30,4	814

* - максимально допустимий рівень – 2000 мг/кг

За вмістом сухої речовини перевагу зауважено у варіантах із дворазовим обприскуванням рослин розчином гіберелової кислоти, у яких вміст сухої речовини на 2,6–3,9 % був більшим порівняно з контролем. Ці варіанти відзначалися й за іншими показниками біохімічного складу, зокрема за вмістом загального цукру та вітаміну С. Слід зауважити, що обприскування рослин петрушки коренеплідної розчином гіберелової кислоти сприяло зменшенню вмісту нітратів у коренеплодах, зокрема у варіантів із застосуванням регулятора росту вміст нітратів був на 81–159 мг/кг меншим порівняно з контрольним варіантом.

Висновки. У результаті дослідження доведено, що регулятори росту рослин на основі гіберелової кислоти мають широкий спектр дії. Обприскування рослин у період вегетації у фазі шести-семи справжніх листків збільшує кількість листків, підвищує загальну врожайність петрушки коренеплідної та вихід товарної продукції вищої якості. Встановлено, що на посівах петрушки коренеплідної доцільно застосовувати препарати «гіберелова кислота (1 мг/л)», «гіберелова кислота (3 мг/л)» та «гіберелова кислота (5 мг/л)». Ефективнішою виявилася «гіберелова кислота (5 мг/л)», яка забезпечила зростання врожайності та збільшення маси й діаметра товарних коренеплодів.

Бібліографічний список

1. Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. Київ, 2011. 40 с.
2. Барабаш О. Ю., Сиротін М. Ф., Рубцов М. П. Столові коренеплоди. Київ: Урожай, 1987. 136 с.

3. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.

4. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. 352 с.

5. Калінін Ф. А. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. Київ: Урожай, 1989. 66 с.

6. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*: Ф 50 у 2т/НАН України; Ін-т фізіології рослин і генетики ; Українське товариство фізіологів рослин. Київ: Логос, 2009. С. 508–536.

7. Ніколайчук В. І., Гейник Л. В., Горбатенко І. Ю. Вивчення регулюючої ролі та розвитку рослин дії етиленпродуцентаретпролу. *Фізіологія і біохімія культ. рослин*. 1999. Т. 31, № 4. С. 281–284.

8. Пономаренко С. П. Регулятори роста растений на основе N-оксидов производных пиридина (физико-химические свойства и биологическая активность). Київ: Техніка, 1999. 272 с.

9. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин: зб. наук. праць. Київ: ВВП Компас, 1998. 36 с.

10. Han Yan, Zhaokai Yang, Shunhong Chen, Jian Wu, Exploration and development of artificially synthesized plant growth regulators. *Advanced Agrochem*. 2023. <https://doi.org/10.1016>.

11. Kondratenko S. I. Effect of plant extract and new synthetic substitutes of phytohormones on plant regeneration from protoplasts of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Lithuanian journal*

of horticulture and vegetable growing. 2001. Vol. 20 (3), No 1. P. 343–349.

12. Kondratenko S. I. Production of somatic hybrids between different cultivars of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Lithuanian journal of horticulture and vegetable growing*. 2001. Vol. 20 (3), No 1. P. 350–358.

13. Kuryata V G., Golunova L. A. Peculiarities of the formation and functioning of soybean-rhizobial complexes and the productivity soybean culture under the influence of retardant of paclobutrazol. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No 8 (3). 98–105.

14. Yusu Cheng, Mingxuan Li, Pei Xu, Allelochemicals: A source for developing economically and environmentally friendly plant growth regulators. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2024. Vol. 690. 149248. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2023.149-248>.

15. Zhang Yi, LIU Yun-Li, LIU Zi-Sen, HAN Fan, YAN Pan, HE Feng, WU Zhen-Bin. The research application progress of plant growth regulators. [J]. *ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA*. 2021. No 45 (3). P. 700–708. doi: 10.7541/2021.2019.035.

Стаття надійшла 28.08.2023