

УДК 577.171.6:57.087.1:602.4]:633.13

Вплив гормонів на біометричні показники рослин вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*

В. І. Войтовська* , С. Д. Орлов , Т. М. Недяк, О. А. Потапович

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,

*e-mail: vvojtovska6@gmail.com

Мета. Дослідити вплив гормонів на біометричні показники рослин вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*. **Методи.** Біотехнологічні, лабораторні, аналітичні, аналізування, статистичні. **Результати.** Встановлено, що найвищу кількість пагонів отримано з проростків вівса сорту 'Дарунок' з використанням гормону БА – 22 шт. За умови застосування цього гормону в решти сортів вівса кількість пагонів була на рівні 14–18 шт. Варіанти із застосування гормону БАП кількість пагонів вівса була на 5–14 % нижчою порівняно з БА. Необхідно відзначити, що за умови застосування гормонів Зеатин і Кінетин цей показник був на 60–83 % порівняно з БА. Кількість пагонів у лінній вівса була меншою порівняно з сортами. Так, цей показник за використання гормону БА становив 15–18 шт. Проте він був на 7–22 % меншим порівняно з сортами вівса. Найменшу кількість пагонів отримано з проростків дикої форми вівса – 8 шт. за використання гормону БА. За умови застосування інших гормонів цей показник був у 1,3–2,0 рази меншим. Проте висота пагонів була найвищою – 20–25 см. Необхідно відзначити, що цей показник найвищим був за використання гормону БА як у сортів, так і лінній вівса. Встановлено, що в культурі *in vitro* кількість пагонів сортів вівса отримано за комбінацій гормонів БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л), БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л), БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л) і БА + кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) – 13–17 шт. За інших комбінацій гормонів кількість пагонів була від 10 до 15 шт. залежно від сорту вівса. Кількість пагонів у лінній вівса була достовірно меншою порівняно з сортами вівса і становила в межах 10–15 шт. Найменшу кількість пагонів отримано за використання дикої форми вівса – 4–6 шт. При цьому ефективність різних концентрацій гормонів була майже однаковою для лінній і дикої форми вівса. **Висновки.** Для сортів вівса 'Декамерон', 'Дарунок', 'Дієтичний', 'Скарб України', 'Авголь' застосування гормонів бензиламінопурин і 6-бензиламінопурин найбільше у культурі *in vitro* впливає на формування кількості пагонів. За такого сценарію кількість пагонів становить 14–22 шт. залежно від сорту вівса. У лінній вівса кількість пагонів найбільша за умови застосування гормону бензиламінопурин – 15–18 шт. У дикої форми вівса кількість пагонів найменша і становить 8 шт. Найвищі рослини вівса за умови застосування гормону бензиламінопурин. Ефективність різних комбінацій і концентрацій гормонів нижча порівняно із застосуванням їх у чистому вигляді.

Ключові слова: висота; кількість пагонів; зеатин; кінетин; БАП; БА.

Вступ

Фітогормони необхідні в культурі *in vitro* не лише для індукції недиференційованих калюсів, але й для подальшого утворення нової верхівкової меристеми пагону, де вони стимулюють проліферацію недиференційованих клітин і власне формування самої меристеми та біометричних показників загалом. Специфічність дії тієї чи іншої речовини визначається їхнім співвідношенням. До гормонів належать ауксини, цитокініни, гібереліни, абсцизова кислота, етилен, брасиностероїди, жасмонова та саліцилова кислоти, а також поліпептид системін [1].

Складовим компонентом гормонального комплексу є цитокініни, які отримали свою назву через здатність стимулювати цитокінез (клітинний поділ). Природний цитокінін – це зеатин, синтетичні – 6-фурфуриламінопурин (кінетин) та 6-бензиламінопурин (6-БАП) є похідними аденіну або амінопурину. Цитокініни в присутності ауксинів стимулюють реплікацію ДНК та індукують поділ клітин, активують

Войтовська В. І., Орлов С. Д., Недяк Т. М., Потапович О. А. Вплив гормонів на біометричні показники рослин вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270482>

ріст сім'ядолей дводольних рослин, *in vitro* у збільшених концентраціях зумовлюють утворення калюсу та індують на ньому пагоноутворення. Синтезуються цитокініни головним чином у коренях та пасивно транспортуються ксилемою до наземних органів [2–5].

Культивування рослин в умовах *in vitro* зумовлює зміни щодо кількості і співвідношення фітогормонів, ферментів, що своєю чергою змінює хід метаболічних реакцій і, відповідно, утворення та діяльність органів рослинного організму [6].

У культурі *in vitro* проводять підбір та оптимальне співвідношення гормонів у різних рослин та модифікацій живильного середовища. Так, найкращі результати біометричних показників у модифікованому живильному середовищі жита озимого було отримано при введенні у його склад 0,1–0,5 мг/л БАП, 0,5–2,0 мг/л ІОК, 0,1–1,0 мг/л ГК [7].

Зокрема, результати свідчать, що фітогормональна регуляція морфогенних процесів у експлантів *Prunus serrulata* значною мірою залежить від наявності у живильному середовищі певних співвідношень ауксинів, які індуювали ріст клітин та цитокінінів, що стимулювали цитокінез. Вміст у живильних середовищах вітамінів і амінокислот сприяв активному проходженню процесів метаболізму у експлантів. Високі показники морфогенного потенціалу мали експланти культивовані на живильних середовищах III та V з вмістом БАП – 1,0 мг/л та додаванням відповідних концентрацій вітамінів та амінокислот [8].

Досить часто ефективність застосування гормонів лежить у вузькому інтервалі концентрації між відсутністю дії та фітотоксичністю [9, 10]. Тому актуальним є пошук нових синтетичних аналогів цих речовин і шляхи індукції вихідних материнських із метою синтезу регенерантами ендогенних гормонів. Оскільки природні гормони мають високу вартість, тому постійно ведеться пошук ефективних синтетичних гормонів. Серед вітчизняних синтетичних аналогів гормонів вагоме місце займають речовини, синтезовані НДЦ «АКСО» Інституту біонеорганічної хімії і нафтохімії НАНУ [11, 12]. У дослідженнях випробувано дві речовини з фітогормональною активністю: Д-9 з цитокініновою активністю та Д-18 з ауксиновою активністю.

Автори вказують, що додавання до живильного середовища препарату Д-9 сприяло істотному збільшенню кількості стolonів з 0,7 шт. у контролі до 8,8 шт. у сорту 'Повінь' та з 0,5 до 9,3 шт. у сорту 'Слов'янка'. Однак поряд із цим спостерігалось достовірне зменшення кількості коренів (у 2,3 раза у 'Повінь' та у 2 рази у 'Слов'янка'), довжини кореневої системи (у 3,2 та 2,5 раза відповідно) та середнього діаметру листкової пластинки (у 1,5 та 1,4 раза відповідно). Застосування препарату Д-18 супроводжувалося достовірним збільшенням у обох сортів кількості коренів, довжини кореневої системи та середнього діаметру листкової пластинки [13].

З огляду на отримані результати, калюсна тканина моркви, отримана на 2,4-Д 0,1 мг/л, регенерувала з найвищою ефективністю на живильному середовищі із зеатином у кількості 0,01 мг/л [14].

Науковці вказують, що оскільки гормони діють в різних своїх формах на різні процеси [15], то більш ефективним є додавання в живильне середовище комбінацій з декількох гормонів у межах групи. Зокрема, ефективним для ряду культур є поєднання кінетину та БА [16]. Вплив таких комбінацій цитокінінів був ефективним у різних концентраціях залежно від сорту фундука. Для сорту 'Gercheh' краща проліферація пагонів за додавання в середовище 0,25 мг/л кінетину разом із 0,50 мг/л бензиламінопурина, а для 'Gerdooyi' – 0,25 мг/л кінетину сумісно із 4,00 мг/л БА [17].

Можливість керувати процесами росту й репродукції рослин за допомогою невеликих концентрацій органічних сполук спонукає величезну увагу до вивчення питання впливу гормонів та їх концентрацій на рослини.

Мета досліджень – установити вплив гормонів на біометричні показники рослин вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в лабораторії біотехнології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

У дослідженнях було введено в штучні умови сорти вівса 'Декамерон', 'Дарунок', 'Дієтичний', 'Скарб України', 'Авголь', лінії № 493-27, 477-5, 399-38, 425-19 та дику форму № 12. Використано матеріали різних установ, зокрема Носівської селекційно-дослідної станції – 'Скарб України' і Інституту землеробства і тваринництва західного регіону – 'Авголь'. Усі інші зразки надані Верхняцькою дослідно-селекційною станцією.

Насіння вівса пророщували в чашках Петрі і на 7-му добу відбирали проростки та здійснювали первинну і вторинну стерилізацію.

Для первинної стерилізації проростки вівса промивали у проточній воді з нейтральним мийним засобом (мило) – 50 % за експозиції 15 хв. Вторинну стерилізацію поводити за використання стерильного агента гіпохлорит натрію (Білизна, 35 %, Доместос) з експозицією 8 хв для проростків. Після цього проростки промивали у дистильованій воді впродовж 15 хв і в подальшому висаджували на модифіковане живильне середовище.

Пагони вівса висаджували на живильному середовищі за прописом Мурасіге – Скуга (МС). Для вивчення впливу гормонів живильне середовище модифікували і вводили 6-бензиламінопурин (БАП), Бензиламінопурин (БА), Зеатин, Кінетин з різною концентрацією від 0,1 до 1,0 мг/л. Автоклавування проводили за 1,5 ампера впродовж 45 хвилин. Здійснювали культивування об'єктів в термальних приміщеннях за температурного режиму 24 ± 2 °С, освітленні 3000–4500 лк, відносній вологості 65–70 % та фотоперіоді – 16 год. Після вивчення гормонального навантаження на рослини їх пересаджували на безгормональне живильне середовище за прописом Мурасіге і Скуга. Посуд, матеріали та інструменти і живильні середовища готували відповідно до загальноприйнятих методик [16–18].

Цифровий матеріал оброблено відповідно до загальноприйнятих методів, статистичний аналіз експериментальних даних виконували за допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0 [19].

Результати досліджень

Встановлено, що найвищу кількість пагонів отримано з проростків вівса сорту 'Дарунок' з використанням гормону БА – 22 шт. (табл. 1). За умови застосування цього гормону в решти сортів вівса кількість пагонів була на рівні 14–18 шт. Варіанти із застосування гормону БАП кількість пагонів вівса була на 5–14 % нижчою порівняно з БА. Необхідно відзначити, що за умови застосування гормонів зеатин і кінетин цей показник був на 60–83 % порівняно з БА. Кількість пагонів у ліній вівса була меншою порівняно з сортами. Так, цей показник за використання гормону БА становив 15–18 шт. Проте він був на 7–22 % меншим порівняно з сортами вівса. Найменшу кількість пагонів отримано з проростків дикої форми вівса – 8 шт. за використання гормону БА. За умови застосування інших гормонів цей показник був у 1,3–2,0 рази меншим. Проте висота пагонів була найвищою – 20–25 см. Необхідно відзначити, що цей показник найвищим був за використання гормону БА як у сортів, так і ліній вівса.

Таблиця 1

Вплив гормонів на висоту і кількість пагонів вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*

Вихідний матеріал (чинник В)	Гормон (чинник А)							
	БАП		БА		Зеатин		Кінетин	
	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.
Сорт								
'Скарб України'	16	14	21	16	12	10	19	10
'Авголь'	16	17	18	18	11	12	13	11
'Декамерон'	17	16	20	18	14	10	18	11
'Дієтичний'	17	13	20	14	14	10	21	11
'Дарунок'	18	21	22	22	15	11	20	12
Лінія								
№ 493-27	10	13	15	16	10	11	13	12
№ 399-38	10	16	15	18	12	14	12	12
№ 477-5	12	13	17	15	10	12	15	11
№ 425-19	13	15	18	16	11	11	18	10
Дика форма								
№ 12	23	6	25	8	20	4	21	5
НІР _{0,05}				А = 1, В = 1, АВ = 2				

Результати досліджень свідчать, що застосування композицій БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) і БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) найбільше впливали на висоту пагонів сортів вівса – 15–19 см (табл. 2). За умови застосування інших композицій цей показник був на рівні 14–17 см.

У ліній вівса висота пагонів було достовірно нижчою порівняно з сортами і змінювалась від 10 до 15 см. При цьому ефективність різних комбінацій гормонів була майже однаковою.

Необхідно відзначити, що найвищими були пагони дикої форми вівса – 20–25 см залежно від комбінації гормонів. При цьому найвищими були рослини у варіанті БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л).

Таблиця 2

**Вплив композиції гормонів на висоту пагонів вівса залежно від вихідного матеріалу
в культурі *in vitro*, см**

Вихідний матеріал (чинник В)	Композиція гормонів (чинник А)				
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)
Сорт					
'Декамерон'	14	15	15	16	15
'Дарунок'	15	16	16	17	14
'Скарб України'	16	16	14	17	15
'Дієтичний'	17	19	15	19	15
'Авголь'	17	16	16	18	17
Лінія					
№ 493-27	10	12	13	15	10
№ 477-5	10	14	13	15	11
№ 399-38	12	12	13	14	12
№ 425-19	12	11	12	12	10
Дика форма					
№ 12	23	21	25	20	20
НІР _{0,05}			А = 1, В = 1, АВ = 2		

За кількістю пагонів найефективнішою була комбінація БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) для всіх форм вівса (табл. 3). При цьому найбільшу кількість пагонів отримано в сортів вівса – 16–21 шт. Цей показник у ліній та дикої форми були достовірно меншими. Так, у лінії вівса кількість пагонів була 14–18 шт., а в дикої форми – лише 8 шт. Необхідно відзначити, що кількість пагонів у дикої форми вівса була низькою за всіх комбінацій гормонів порівняно з сортами. Найменшу ефективність мала комбінація Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) – 10–12 шт. залежно від вихідного матеріалу вівса.

Таблиця 3

**Вплив композиції гормонів на кількість пагонів вівса залежно від вихідного матеріалу
в культурі *in vitro*, шт.**

Вихідний матеріал (чинник В)	Композиція гормонів (чинник А)				
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)
Сорт					
'Дієтичний'	11	13	13	16	11
'Декамерон'	12	12	16	20	11
'Скарб України'	13	14	14	18	12
'Авголь'	15	17	16	21	11
'Дарунок'	16	15	15	19	10
Лінія					
№ 493-27	10	12	13	14	10
№ 477-5	12	13	13	15	11
№ 399-38	13	13	15	18	12
№ 425-19	13	15	14	15	11
Дика форма					
№ 12	4	5	6	8	5
НІР _{0,05}			А = 1, В = 1, АВ = 2		

У сортів вівса найбільший вплив на висоту пагонів мало застосування комбінацій гормонів з концентраціями БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л) і БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) – 17–22 см (табл. 4). Застосування БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) і БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л) мало найменший вплив на висоту пагонів вівса – 13–17 см залежно від сорту. Застосування решти комбінацій гормонів мало однаково ефективність достовірно меншу порівняно з БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л).

Таблиця 4

Вплив концентрації гормонів на висоту пагонів вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*, см

Вихідний матеріал (чинник В)	Концентрація гормонів							
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л)	БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л)
Сорт								
‘Авголь’	13	14	15	17	12	13	15	17
‘Скарб України’	14	15	18	20	16	15	16	19
‘Декамерон’	15	16	18	19	16	17	18	21
‘Дарунок’	16	17	19	20	17	17	18	22
‘Дієтичний’	16	16	20	21	18	18	17	21
Лінія								
№ 493-27	10	11	11	12	11	12	12	13
№ 477-5	11	12	13	14	12	13	13	16
№ 399-38	11	12	11	14	12	14	14	15
№ 425-19	12	14	15	16	16	17	16	18
Дика форма								
№ 12	21	21	22	23	20	22	23	24
НІР _{0,05}	A = 1, B = 1, AB = 2							

У ліній вівса ефективним було застосування лише БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) – 13–18 см, проте цей показник був достовірно меншим порівняно з сортами вівса. Найнижчу висоту отримано за комбінацій БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) і БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л). Висота пагонів вівса в решти комбінацій гормонів була в межах 11–17 см.

Висота рослин дикої форми вівса змінювалась від 20 до 24 см залежно від концентрації гормонів. При цьому найбільше впливало застосування БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л), БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л) і БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) – 23–24 см. Застосування інших концентрацій гормонів забезпечували формування достовірно нижчих пагонів рослин вівса – 20–22 см.

Встановлено, що в культурі *in vitro* кількість пагонів сортів вівса отримано за комбінацій гормонів БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л), БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л), БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л) і БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) – 13–17 шт. (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив концентрації гормонів на кількість пагонів вівса залежно від вихідного матеріалу в культурі *in vitro*, шт.

Вихідний матеріал (чинник В)	Концентрація гормонів							
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л)	БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л)
Сорт								
‘Авголь’	12	13	13	14	11	12	12	14
‘Скарб України’	12	13	13	13	11	11	13	13
‘Декамерон’	13	14	16	16	12	12	14	17
‘Дарунок’	13	15	13	14	10	11	12	14
‘Дієтичний’	15	16	13	14	11	12	15	15
Лінія								
№ 493-27	12	13	14	14	12	13	13	13
№ 477-5	12	12	12	13	11	11	15	12
№ 399-38	13	14	11	12	10	12	11	14
№ 425-19	15	15	13	13	12	13	12	13
Дика форма								
№ 12	4	5	6	6	5	6	5	6
НІР _{0,05}	A = 1, B = 1, AB = 2							

За інших комбінацій гормонів кількість пагонів була від 10 до 15 шт. залежно від сорту вівса. Кількість пагонів у ліній вівса була достовірно меншою порівняно з сортами вівса і становила в межах 10–15 шт. Найменшу кількість пагонів отримано за використання дикої форми вівса – 4–6 шт. При цьому ефективність різних концентрацій гормонів була майже однаковою для ліній і дикої форми вівса.

Необхідно відзначити, що різні комбінації та концентрації гормонів були менш ефективними порівняно з окремим їх застосуванням.

Висновки

Встановлено, що для сортів вівса 'Декамерон', 'Дарунок', 'Дієтичний', 'Скарб України', 'Авголь' застосування гормону бензиламінопурин і 6-бензиламінопурин найбільше впливає на формування кількості пагонів у культурі *in vitro*. За такого сценарію кількість пагонів становить 14–22 шт. залежно від сорту вівса. У ліній вівса кількість пагонів найбільша за умови застосування гормону бензиламінопурин – 15–18 шт. У дикої форми вівса кількість пагонів найменша і становить 8 шт. Найвищі рослини вівса за умови застосування гормону бензиламінопурин. Ефективність різних комбінацій і концентрацій гормонів нижча порівняно із застосуванням їх у чистому вигляді.

Використана література

1. Веденичова Н. П., Косаківська І. В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ : Наш формат, 2017. 200 с.
2. El-Showk S., Raili Ruonala R., Helariutta Y. Crossing paths: cytokinin signalling and crosstalk. *Development*. 2013. Vol. 140, Iss. 7. P. 1373–1383. doi: 10.1242/dev.086371
3. Jeon J., Kim N. Y., Kim S. et al. A subset of cytokinin two-component signaling system plays a role in cold temperature stress response in Arabidopsis. *The Journal of Biological Chemistry*. 2010. Vol. 285, Iss. 30. P. 23371–23386. doi: 10.1074/jbc.M109.096644
4. Kamada-Nobusada T., Sakakibara H. Molecular basis for cytokinin biosynthesis. *Phytochemistry*. 2009. Vol. 70, Iss. 4. P. 444–449. doi: 10.1016/j.phytochem.2009.02.007
5. Zürcher E., Müller B. Cytokinin synthesis, signaling and function – advances and new insights. *International Review of Cell and Molecular Biology*. 2016. Vol. 324. P. 1–38. doi: 10.1016/bs.ircmb.2016.01.001
6. Зеленіна Г. А. Мікроклональне розмноження та особливості водного обміну регенерантів *Arnica foliosa*. *Вісник Одеського національного університету*. 2005. Т. 9, вип. 5. С. 7–11.
7. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Підбір живильного середовища для укорінення рослин жита озимого. *Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. Тернопіль, 2014. С. 71–72.
8. Колдар Л. А., Небиков М. В. Фітогормональна регуляція морфогенних процесів у *Prunus serrulata* Lindl. *in vitro*. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2011. № 7. С. 76–81.
9. Власенко М. Ю., Мацкевич В. В., Дульнев П. Г., Козак А. Л. Детермінація онтогенезу рослин картоплі в умовах *in vitro* синтетичними фітогормонами класу цитокінінів. *Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління: матеріали тез Міжнародної науково-практичної конференції (Мелітополь – Кирилівка, 4–6 червня 2009 р.)*. Мелітополь, 2009. Вип. 1. С. 24–25.
10. Мацкевич В. В., Власенко М. Ю., Хоменко В. В. Особливості бульбоутворення з живців рослин *in vitro* сорту Подольнка залежно від компонентів живильного середовища. *Картоплярство України*. 2009. № 3–4. С. 23–27.
11. Філіпова Л. М. Ефективність природних та синтезованих регуляторів росту при застосуванні під садивні бульби картоплі : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Ін-т цукр. буряків УААН. Київ, 2002. 19 с.
12. Мацкевич В. В., Дульнев П. Г., Широконос А. М. Використання сполук з фітогормональною активністю в біотехнології картоплі. *Вісник Державної агроекологічної академії України*. № 5. 2000. С. 46–47.
13. Мацкевич В. В., Філіпова Л. М., Власенко М. Ю., Дульнев П. Г. Застосування нових синтетичних фітогормонів для детермінації онтогенезу рослин картоплі *in vitro*. *Збірник наукових праць УНУС*. 2011. Вип. 75, Ч. 1. С. 115–120.
14. Крат В. Ю., Зіміна О. В., Сидоров А. В. та ін. Залежність ефективності регенерації калюсних тканин моркви (*Daucus carota* L.) від фітогормонального складу живильного середовища. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання) : матеріали VI міжнародної наукової конференції (м. Умань, 15–17 березня 2017 р.)*. Умань, 2017. С. 137.
15. Tegg R. S., Bhandari S., McNeil D. L., Wilson C. R. Tissue culture production of hazelnut – disinfestation and impact of agar content. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol. 1109. P. 127–132. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1109.20
16. Поліщук С. В. Біологічна активність антиоксидантів в культурі тканин томата *in vitro* : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.20 / Херсон. держ. пед. ун-т. Херсон, 1998. 18 с.

17. Grauda D., Mikelsone A. Rashal A. Use of antioxidants for enhancing flax multiplication rate in tissue culture. *Acta Horticulturae*. 2009. Vol. 812. P. 147–152. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.812.15
18. Рябовол Л. О. Клональне мікророзноження рослин: методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з «Біотехнології рослин». Умань: УДАА, 2001. 16 с.
19. Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Любич В. В., Третьякова С. О. Вегетативне розмноження сорго цукрового і зернового: метод. реком. Умань, 2019. 17 с.
20. Кушнір Г. П., Сарнавська В. В. Мікроклональне розмноження рослин. Київ: Наукова думка, 2005. 272 с.
21. Лобова О. В., Пилипчук О. О. Сільськогосподарська біотехнологія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 6.051401 «Екобіотехнологія». Київ, 2014. 20 с.
22. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті Statistica 6.0. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.

References

1. Vedenychova, N. P., & Kosakivska, I. V. (2017). *Cytokinins as regulators of plant ontogenesis under different growth conditions*. Kyiv: Nash format. [In Ukrainian]
2. El-Showk, S., Ruonala, R., & Helariutta, Y. (2013). Crossing paths: cytokinin signalling and crosstalk. *Development*, 140(7), 1373–1383. doi: 10.1242/dev.086371
3. Jeon, J., Kim, N. Y., Kim, S., Kang, N. Y., Novák, O., Ku, S. J., ... Kim, J. (2010). A subset of cytokinin two-component signaling system plays a role in cold temperature stress response in Arabidopsis. *The Journal of Biological Chemistry*, 285(30), 23371–23386. doi: 10.1074/jbc.M109.096644
4. Kamada-Nobusada, T., & Sakakibara, H. (2009). Molecular basis for cytokinin biosynthesis. *Phytochemistry*, 70(4), 444–449. doi: 10.1016/j.phytochem.2009.02.007
5. Zürcher, E., & Müller, B. (2016). Cytokinin synthesis, signaling and function – advances and new insights. *International Review of Cell and Molecular Biology*, 324, 1–38. doi: 10.1016/bs.ircmb.2016.01.001
6. Zelenina, G. A. (2005). Microclonal propagation and features of water exchange of *Arnica foliosa* regenerants. *Bulletin of Odessa National University*, 9(5), 7–11. [In Ukrainian]
7. Riabovol, Y. S., & Riabovol, L. O. (2014). Selection of nutrient medium for rooting winter rye plants. In *Materials of the International Scientific and Practical Internet Conference* (pp. 71–72). Ternopil: N. p. [In Ukrainian]
8. Koldar, L. A., & Nebykov, M. V. (2011). Phytohormonal regulation of morphogenesis process *Prunus serrulata* Lindl. *in vitro*. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 7, 76–81. [In Ukrainian]
9. Vlasenko, M. Yu., Matskevych, V. V., Dulnev, P. G., & Kozak, A. L. (2009). Determination of the ontogenesis of potato plants *in vitro* by synthetic phytohormones of the cytokinin class. In *Innovative agricultural technologies in conditions of global warming: materials of theses of the International scientific and practical conference* (Vol. 1, pp. 24–25). Melitopol: N. p. [In Ukrainian]
10. Matskevych, V. V., Vlasenko, M. Yu., & Khomenko, V. V. (2009). Peculiarities of tuber formation from *in vitro* cuttings of Podolyanka variety depending on the components of the nutrient medium. *Potato production of Ukraine*, 3–4, 23–27. [In Ukrainian]
11. Filipova, L. M. (2002). *Effectiveness of natural and synthetic growth regulators when used for planting potato tubers* (PhD Diss.). Institute of Sugar Beet of the UAAS, Kyiv, Ukraine. [In Ukrainian]
12. Matskevych, V. V., Dulnev, P. G., & Shirokonos, A. M. (2000). The use of compounds with phytohormonal activity in potato biotechnology. *Bulletin of the State Agroecological Academy of Ukraine*, 5, 46–47. [In Ukrainian]
13. Matskevych, V. V., Filipova, L. M., Vlasenko, M. Yu., & Dulnev, P. G. (2011). Use of new synthetic phytohormones to determine the ontogenesis of potato plants *in vitro*. *Collection of Scientific Papers of Uman National University of Horticulture*, 75(1), 115–120. [In Ukrainian]
14. Krat, V. Yu., Zimina, O. V., Sidorov, A. V., Kovalchuk, Z. V., Parii, Y. F., Symonenko, Yu. V., & Parii, M. F. (2017). Dependence of the regeneration efficiency of carrot (*Daucus carota* L.) callus tissues on the phytohormonal composition of the nutrient medium. In *Breeding and genetic science and education (Parii readings): materials of the VI International scientific conference* (p. 137). Uman: N. p. [In Ukrainian]
15. Tegg, R. S., Bhandari, S., McNeil, D. L., & Wilson, C. R. (2016). Tissue culture production of hazelnut – disinfection and impact of agar content. *Acta Horticulturae*, 1109, 127–132. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1109.20
16. Polishchuk, S. V. (1998). *Biological activity of antioxidants in tomato tissue culture in vitro* (PhD Diss.). Kherson State Pedagogical University, Kherson, Ukraine [In Ukrainian]
17. Grauda, D., Mikelsone, A., & Rashal, I. (2009). Use of antioxidants for enhancing flax multiplication rate in tissue culture. *Acta Horticulturae*, 812, 147–152. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.812.15
18. Riabovol, L. O. (2001). *Clonal micropropagation of plants: methodological recommendations for conducting laboratory-practical classes on "Plant Biotechnology"*. Uman: UDAA. [In Ukrainian]

19. Voitovska, V. I., Storozhyk, L. I., Lyubych, V. V., & Tretiakova, S. O. (2019). *Vegetative reproduction of sugar and grain sorghum*. Uman: N. p. [In Ukrainian]

20. Kushnir, G. P., & Sarnavska, V. V. (2005). *Microclonal reproduction of plants*. Kyiv: Naukova dumka. [In Ukrainian]

21. Lobova, O. V., & Pylypchuk, O. O. (2014). *Agricultural biotechnology. Methodical instructions for performing laboratory work for students of specialty 6.051401 "Ecobiotechnology"*. Kyiv: N. p. [In Ukrainian]

UDC 633.85:57:502

Voitovska, V. I.*, **Orlov, S. D.**, **Nediak, T. M.**, & **Potapovych, O. A.** (2022). The effect of hormones on the biometric parameters of oat breeding genotypes cultured *in vitro*. *Advanced Agritechnologies*, 10(2). <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270482> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: vvojtovska6@gmail.com*

Purpose. To study the effect of hormones on the biometric parameters of oat breeding genotypes *in vitro*. **Methods.** Biotechnological, laboratory, analytical, analysis, and statistical. **Results.** The highest number of shoots (22) was obtained from oat seedlings of 'Darunok' variety with the use of BA hormone. With the use of this hormone, the number of shoots in the rest of oat varieties was 14–18. In the treatment with BAP, the number of oat shoots was 5–14% lower compared to BA. It should be noted that with the use of the hormones zeatin and kinetin, this indicator was 60–83% compared to BA. The number of shoots in the breeding lines of oat was lowest compared to varieties. Thus, this indicator for the use of BA was 15–18. However, it was 7–22% lower compared to oat varieties. The lowest number of shoots (8) was obtained from wild oat plants for the use of BA. With the use of other hormones, this indicator was 1.3–2.0 times lower. However, the height of the shoots was the highest, 20–25 cm. It should be noted that this indicator was the highest with the use of BA hormone in both varieties and breeding lines. *In vitro*, 13 to 17 shoots was obtained with the use of BAP + zeatin (0.5 + 0.8 mg/l), BAP + kinetin (0.5 + 0.5 mg/l), BAP + kinetin (0.5 + 0.8 mg/l) and BA + kinetin (0.3 + 0.5 mg/l) combinations. Other combinations of hormones provided the number of shoots in studied varieties from 10 to 15. The number of shoots in oat lines was significantly lower compared to varieties and ranged from 10 to 15. The lowest number of shoots (4–6) was obtained in wild form of oat. At the same time, the efficiency of different concentrations of hormones was almost the same for the lines and the wild form of oats. **Conclusions.** Benzylaminopurine and 6-benzylaminopurine hormones had the greatest influence on the shoot formation *in vitro* in oat varieties 'Dekameron', 'Darunok', 'Diietychnyi', 'Skarb Ukrainy', and 'Avhol', with the formation from 14 to 22 shots, depending on the variety. In oat lines, the highest number of shoots (15–18) was obtained with the use of benzylaminopurine. In the wild form of oats, the number of shoots was the smallest (8). The tallest oat plants were obtained with the use of benzylaminopurine. The efficiency of various combinations and concentrations of hormones was lower compared to pure substances.

Keywords: height; number of shoots; zeatin; kinetin; BAP; BA.

Надійшла / Received 06.10.2022
Погоджено до друку / Accepted 20.10.2022