

ПІДВИЩЕННЯ АДАПТИВНОСТІ МІКРОКЛОНІВ ВІНОГРАДУ В УМОВАХ *IN VITRO*

ЗЕЛЕНЯНСЬКА Н.М. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-9303-8686

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України

САМОФАЛОВ М.О. – аспірант

orcid.org/0000-0002-8785-0651

Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Роботи по розмноженню винограду в культурі тканин і органів *in vitro* активно проводяться з початку 80-х років минулого століття. У результаті було встановлено, що даний метод можна використовувати в виноградарстві у двох напрямках. Перший напрямок – це селекція, для отримання різноманітності вихідного матеріалу, другий – це розсадництво, для прискореного розмноження цінних, перспективних форм, сортів, клонів винограду [1].

Технологія прискореного розмноження винограду *in vitro* відома. Вона складається з етапів: введення ініціальних експлантів в культуру *in vitro*, розмноження пагонів у культурі *in vitro*, одержання рослин із кореннями та їх попередня адаптація до умов відкритого ґрунту, висаджування рослин [2].

Згідно аналізу літературних джерел та результатів власних досліджень показано, що найвідповідальнішим і проблематичним етапом залишається адаптація мікроклональних рослин до умов *in vivo*. Саме на цьому етапі гине до 75–80 % рослин. Цей факт пояснюється недосконалими анатомічними і фізіологічними характеристиками мікроклонів, які формуються в умовах *in vitro*: недорозвинена або неактивна воскова кутикула листка, пошкоджений продиховий апарат, слабка фотосинтетична активність, вітрифікація, слабкий судинний зв'язок між коренем і пагоном, недорозвинені (а часто і відсутні) кореневі волоски, зневоднення і вплив патогенної інфекції [3].

Успішно акліматизувати такі мікроклони можливо тільки у сучасних кліматичних камерах, теплицях з регульованим гідротермічним режимом. Останні, в силу своєї занадто високої вартості є практично недоступними. Тому питання підготовки мікроклонів винограду до переведення в неконтрольовані умови *in vivo* залишаються на сьогодні надзвичайно актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітчизняними та зарубіжними вченими запропоновано чимало способів підвищення адаптаційного потенціалу рослин в період *in vitro-ex vitro* [5, 6, 7]. За їх використання робиться спроба врахувати фізіолого-анатомічні особливості мікроклональних рослин, стан їх розвитку, проведення підготовчих процесів до пересаджування *ex vitro* [8].

Ефективність постасептичної адаптації значною мірою залежить від біометричних показників розвитку мікроклональних рослин, ризогенезу регенерантів, здат-

ності швидкого відновлення водообміну, стійкості до біотичних факторів. Велика увага при цьому приділяється процесу ризогенезу регенерантів. Враховуючи те, що умови *in vitro* контрольовані, рослини не мають гострої потреби формувати розвинену кореневу систему, оскільки вони і так забезпечені легкодоступними вологою та елементами живлення [9, 10].

Індукувати ризогенез рекомендують на основі зміни фітогормонального складу поживних середовищ. У дослідженнях з асептичною культурою хости встановлено індукуючий вплив на ризогенез регенерантів культивування на поживних середовищах з високим вмістом ауксинів. Регенеранти вирощені за довшого фотоперіоду також швидше утворювали корені та мали більшу їх кількість [9].

Оверченко О. В. довів, що для масового одержання пагонів агрусу (*Grossularia reclinata* L.) в культурі *in vitro* найефективнішим є поживне середовище Мурасіге і Скуга з додаванням 0,5 мг/л БАП та 1,0 мг/л ТДЗ. А додавання до поживного середовища 0,25 мг/л кінетину стимулювало регенерацію кореневої системи [11].

Окрім відомих детермінантів ризогенезу сьогодні успішно використовують додавання до поживного середовища активованого вугілля. Припускають, що це пов'язано зі зв'язуванням інгібіторів гормонів, затіненням та додатковою аерацією поживного середовища. У субстрати для адаптації вводять мікоризу, яка загалом виконує функцію корневих волосків у ценозі, сприяє обміну вуглеводів, активізує діяльність ферментних систем вищих рослин. Вона сприяє не тільки активній асиміляції, але й зменшує стрес, пов'язаний із пересадкою, підвищуючи приживлюваність рослин [4].

Позитивні результати по адаптації павловнії з використанням нетривалого дорощування *ex vitro* та введення його в стан спокою були отримані Подгаєцьким А. А. та Мацкевич О. В. [9].

Отже, короткий літературний аналіз свідчить, що існує багато підходів та способів адаптації рослин до умов *in vivo*. Проте вони мають ряд технологічних і економічних особливостей. Щодо винограду вони не завжди доступні та прості у виконанні. Крім того, сьогодні на ринку України, з'являється велика кількість біологічно активних препаратів, застосування яких у культурі тканин і органів *in vitro* не досліджено, хоча у технології вирощування щеплених саджанців винограду вони дають позитивні результати.

З огляду на вищенаведене, **метою** нашої роботи було визначити вплив різного складу агаризованого поживного середовища на ріст і розвиток вегетативної маси та кореневої системи мікроклонів винограду.

Матеріали та методика досліджень. Робота проводилась у відділі розсадництва, розмноження та біотехнології винограду ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» протягом 2019–2020 рр.

Матеріалом для досліджень були одновічкові чубуки, мікроклони підщепних сортів винограду – Добриня, Гарант та технічних – Ярило, Загрей.

Усі роботи, пов'язані з розмноженням винограду в культурі тканин і органів *in vitro*, здійснювали в асептичних умовах ламінарних та культуральних боксів, обладнаних ультрафіолетовими опромінювачами.

Температура повітря в культуральному боксі дорівнювала 24–25 °С, фотоперіод – 16 год., освітлення 2500–3000 лк., вологість повітря 60–70 % [2].

Мікроклони винограду культивували на поживних середовищах Мурасіге і Скуга (MS), які містили різну кількість фітогормонів (індолілоцтової кислоти (ІОК) та 6–бензиламінопурина (БАП)), біологічно активні препарати та мінеральні субстрати.

Схема досліджу була наступною:

Контроль 1 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП;

Контроль 2 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП;

Варіант 1 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + Радіфарм 2,5 мл/л;

Варіант 2 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + Радіфарм 2,5 мл/л;

Варіант 3 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + Clonex gel;

Варіант 4 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + Clonex gel;

Варіант 5 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + агроперліт;

Варіант 6 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + агроперліт;

Варіант 7 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + вермікуліт;

Варіант 8 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + вермікуліт;

Варіант 9 – MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП + (агроперліт + вермікуліт);

Варіант 10 – MS + 0,6 мг/л ІОК, 0,5 мг/л БАП + (агроперліт + вермікуліт).

Поживне середовище MS готували за прописом, після чого додавали інші компоненти. Препарат Clonex gel застосовували шляхом обробки базальної частини одновічкового чубука перед висаджуванням його на поживне середовище.

Для желювання середовищ використовували агар-агар у кількості 7,0 г/л (для першого – четвертого варіантів) та 6 г/л (для п'ятого – десятого варіантів). Усі поживні середовища стерилізували шляхом автоклавування під тиском 1 атм. протягом 15 хв.

Після автоклавування і застигання середовищ у культуральних ємностях утворювалося двошарове середовище (п'ятий – десятий варіанти): – для перліту: верхній шар – перліт, просякнений середовищем, нижній – агарове середовище з крапленням перліту; – для вермікуліту: верхній шар – поживне середовище, нижній – вермікуліт.

Оптимальним співвідношенням поживне середовище : мінеральні субстрати було 1,0 : 0,5.

Після 90 діб культивування мікроклонів винограду проводили обліки біометричних показників розвитку вегетативної маси та кореневої системи. Зокрема визначали: висоту рослин (см), кількість листків (шт.), площу литкової пластинки (см²), площу листової поверхні рослин (см²), облист'яність рослин (дм²/м), масу вологого та сухого приросту (г); кількість коренів I та II порядків (шт.); загальну довжину коренів та довжиною одного кореня, в т. ч. за градаціями (см).

Радіфарм – це витяжка рослинного походження, що містить полісахариди, стероїди, глікозиди, амінокислоти, бетаїн, мікроелементи та вітаміни. Препарат зменшує стрес, спричинений пересадкою (висаджуванням) рослин і сприяє їх швидкому укоріненню, рівномірному росту, розвитку вегетативної та кореневої систем. **Clonex gel** – це комплекс ризогенноактивних речовин, до складу якого входять індолілмасляна кислота, гормони, вітаміни, а також повний спектр мікроелементів і поживних речовин, необхідних для потужного розвитку кореневої системи рослин.

Результати досліджень. Через три місяці культивування мікроклонів винограду різних сортів на модифікованих поживних середовищах показало, що у всіх варіантах, де вміст фітогормонів у поживному середовищі був більшим і дорівнював 0,6 мг/л ІОК та 0,5 мг/л БАП вегетативна маса мікроклональних рослин була менш розвинена. Рослини характеризувалися меншою висотою, кількістю листових пластинок, меншою площею листків та загалом облист'яністю [12].

У обох контрольних варіантах рослини добре розвивались і це зрозуміло, оскільки попередніми нашими дослідженнями вже встановлено, що ці поживні середовища (особливо MS + 0,3 мг/л ІОК, 0,2 мг/л БАП) є оптимальними для культивування винограду *in vitro*. Але при переведенні таких мікроклонів винограду в умови *in vivo* приживлюваність була невисокою і знаходилась у межах 25–35 %. Тому у своїй роботі нам необхідно було оптимізувати умови культивування таким чином, щоб підвищити адаптаційний потенціал мікроклональних рослин і збільшити їх приживлюваність в умовах *in vivo*.

Аналіз розвитку вегетативної маси мікроклонів винограду в контрольних варіантах показав, що за висотою рослин та кількістю листових пластинок вони переважали всі дослідні варіанти. При цьому висота підщепних мікроклональних рослин у контролі 1 дорівнювала 12,0 см, у контролі 2 – 11,4 см, висота прищепних мікроклональних рослин – відповідно дорівнювала 10,2 см (К. 1) і 9,8 (К. 2) см. Ці рослини мали у середньому по 7,2–8,0 шт. листових пластинок (табл. 1).

У варіантах, де до поживного середовища додавали мінеральні субстрати (п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий та десятий) висота рослин зменшувалася у середньому на 12,6 % у підщепних сортів винограду та на 17,7 % у технічних сортів винограду. У варіантах, де до поживного середовища додавали препарат Радіфарм (перший та другий) висота рослин зменшувалася у середньому на 10,6 % у підщепних сортів винограду та на 17,7 % – у технічних сортів винограду.

Таблиця 1

Біометричні показники розвитку вегетативної маси мікроклонів винограду підщепних і технічних сортів (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіанти досліду	Висота рослин, см	Площа листка, см ²	Кількість листків, шт.	Площа листової поверхні, см ²	Облиств'яність, дм ² /м
Добриня					
К. 1	12,1	2,30	7,0	18,05	1,49
К. 2	11,6	2,37	6,4	17,64	1,50
1	10,5	3,60	6,0	25,01	2,38
2	10,4	3,14	6,0	21,98	2,09
3	10,2	3,64	6,2	26,28	2,56
4	9,3	3,13	6,7	24,39	2,61
5	10,3	3,15	6,0	22,05	2,13
6	9,7	3,00	6,0	21,33	2,19
7	10,3	3,60	6,5	27,20	2,63
8	9,0	3,27	6,0	23,30	2,57
9	10,8	2,82	7,2	23,18	2,13
10	10,9	2,66	6,7	20,68	1,88
НІР05		0,56		1,02	0,46
Ярило					
К. 1	10,3	2,10	6,0	14,31	1,38
К. 2	9,7	2,28	5,0	13,42	1,38
1	8,0	3,10	5,0	18,40	2,30
2	8,9	2,74	6,0	19,18	2,13
3	9,0	2,98	5,6	19,86	2,19
4	8,7	2,83	5,8	19,29	2,20
5	9,0	2,90	5,9	20,17	2,21
6	6,5	2,61	5,0	15,66	2,40
7	9,6	3,49	6,1	25,01	2,60
8	7,8	3,00	5,2	18,66	2,36
9	9,8	2,54	6,1	18,08	1,84
10	8,2	2,37	5,6	15,80	1,91
НІР05		0,60		1,00	0,44

І у третьому та четвертому варіантах (де базальну частину мікрочубків перед висаджуванням на поживне середовище обробляли Clonex gel) вона зменшувалася на 3,0 та 17,2 % відповідно у підщепних і технічних сортів винограду. За кількістю листових пластинок у дослідних варіантах вірогідної різниці з контролем не відмічали.

Проте, мікроклональні рослини у дослідних варіантах характеризувалися більшою площею листової пластинки, відповідно і кращими показниками площі листової поверхні та облиств'яності. Ці показники дають змогу оцінити фотосинтетичний потенціал і функціональну активність рослин, що безпосередньо пов'язано з подальшими формоутворюючими процесами. Тому покращення цих показників є важливим фактором при переведенні рослин *in vitro* в неконтрольовані умови з подальшим культивуванням.

Найбільшою площею листової пластинки та загалом площею листової поверхні мікроклонів винограду характеризувалися рослини підщепних сортів у першому, третьому, сьомому, восьмому та дев'ятому варіантах. Аналогічну закономірність було відмічено і для рослин технічних сортів винограду, але в абсолютних одиницях ці показники були меншими. Після застосування біологічно активних препаратів Радіфарм і Clonex

gel площа листової поверхні у сортів Добриня і Гарант дорівнювала 25,53 см², що на 63,4 % більше за контрольні значення, у сортів Ярило і Загрей вони дорівнювали 17,79 см², що на 57,4 % більше контролю. Після культивування мікроклонів винограду на структурованих поживних середовищах з мінеральними субстратами площа листової поверхні мікроклонів винограду дещо зменшувалася, порівняно з першим та третім варіантами, і дорівнювала 23,23 см² для підщепних сортів та 18,34 см² – для технічних. Але порівняно з контролем ці показники збільшувалися на 48,9 та 62,3 % відповідно для підщепних та технічних сортів винограду.

Оцінюючи загалом ступінь розвитку приросту рослин визначають і такий показник як облиств'яність. При цьому враховується площа листової поверхні рослини та її висота (довжина пагону). Таким чином, при збільшенні цього показника у розрахунок на один мікроклон (пагін) буде синтезуватися більше пластичних речовин (асимілятів). У наших дослідженнях було встановлено, що найменшою облиств'яністю пагонів характеризувалися мікроклони у контрольних варіантах – 1,33 дм²/м (підщепні сорти) та 1,13 дм²/м (технічні сорти). Після застосування препаратів Радіфарм і Clonex gel вони збільшувалися і дорівнювали 1,93 – 2,17 дм²/м (підщепні сорти) та 1,81 – 1,88 дм²/м (технічні сорти). На структурованих

поживних середовищах облиств'яність мікроклонів підщепних сортів дорівнювала 1,87 дм²/м (MS + агроперліт), 2,22 дм²/м (MS + вермикуліт), 1,80 дм²/м (MS + агроперліт + вермикуліт); облиств'яність мікроклонів технічних сортів дорівнювала 2,00 дм²/м (MS + агроперліт), 2,11 дм²/м (MS + вермикуліт), 1,58 дм²/м (MS + агроперліт + вермикуліт). Порівняно з контролем, у середньому за сортами та варіантами, облиств'яність мікроклонів винограду у дослідних варіантах перевищувала контрольні значення на 54,1–62,8 % після застосування біологічно активних препаратів та на 48,1–65,4 % на структурованих поживних середовищах.

Відомо, що коренева система, сформована *in vitro*, часто характеризується відсутністю корневих волосків та коренів другого порядку. Як наслідок, корені мають невелику площу контакту з поживним середовищем і слабку поглинаючу здатність, що негативно відображається на етапі їх адаптації до нових умов культивування [4]. Тому ми припустили, що додавання до поживного середовища стимуляторів коренеутворення

та мінеральних субстратів сприятиме формуванню більш потужної, розгалуженої кореневої системи.

Отримані результати показали, що у мікроклонів винограду всіх дослідних варіантів коренева система була розвинена краще, що проявлялося утворенні більшої кількості коренів I та, особливо, коренів II порядку (табл. 2).

Згідно з отриманими результатами найбільше коренів формувалося у мікроклонів після їх обробки Cloplex gel (третій, четвертий варіанти) та культивування на поживних середовищах із мінеральними субстратами (п'ятий – десятий варіанти). Застосування Cloplex gel забезпечувало утворення 8,2 – 10,7 шт. коренів I порядку у мікроклонів підщепних сортів та 6,2 – 8,9 шт. – у мікроклонів технічних сортів. Поживні середовища з мінеральними субстратами забезпечували утворення 6,9 – 8,3 шт. коренів I порядку у мікроклонів підщепних і технічних сортів. У мікроклонів контрольних варіантів формувалося, у середньому за сортами, 5,1 шт. коренів I порядку.

Таблиця 2

Біометричні показники розвитку кореневої системи мікроклонів винограду підщепних і технічних сортів (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіанти досліду	Загальна кількість коренів, шт.	Кількість коренів I порядку, шт.	Кількість коренів II порядку, шт.	Довжина одного кореня I порядку, см	Довжина одного кореня II порядку, см	Загальна довжина коренів I порядку, см	Загальна довжина коренів II порядку, см
Добриня							
К. 1	23,6	5,0	18,6	10,3	2,3	51,6	44,3
К. 2	22,6	5,0	17,6	9,62	2,3	48,1	41,2
1	27,9	5,5	22,4	10,2	1,5	56,9	34,1
2	27,8	7,8	20,0	6,2	1,4	49,2	28,5
3	45,4	10,7	34,6	5,4	1,0	58,3	37,9
4	37,8	8,3	29,5	6,2	1,1	51,7	35,1
5	34,6	8,6	26,0	4,3	1,1	37,5	30,4
6	32,3	7,1	25,2	5,1	1,1	36,4	28,3
7	33,2	8,9	24,2	3,6	1,2	32,3	29,2
8	34,8	8,0	26,8	4,0	1,0	32,6	27,4
9	39,7	10,3	29,4	3,2	1,0	33,4	32,3
10	39,6	8,5	31,1	4,0	1,0	34,5	32,4
НІР05	5,0	1,0	6,2	2,5	2,0	10,0	8,6
Ярило							
К. 1	21,0	5,0	16,0	10,0	3,0	50,0	48,6
К. 2	19,0	5,0	14,0	9,3	3,1	46,8	44,3
1	25,8	6,9	18,9	6,1	1,7	42,8	32,9
2	23,1	5,8	17,2	6,6	1,6	39,3	29,1
3	42,1	9,8	32,2	4,3	0,9	43,4	29,2
4	34,2	7,3	26,8	5,6	1,1	41,5	30,5
5	33,1	8,6	24,4	3,0	1,1	26,8	28,7
6	28,7	5,2	23,5	4,6	0,9	24,1	22,0
7	31,5	6,7	24,7	3,6	1,0	24,7	25,1
8	32,2	6,4	25,7	4,0	0,9	26,3	24,1
9	38,3	8,4	29,8	3,4	0,9	29,2	28,4
10	36,1	6,3	29,7	3,8	0,9	24,2	28,3
НІР05	5,4	1,0	6,7	2,0	2,0	11,1	7,5

Визначення загальної довжини коренів I порядку показало, що найбільшою вона була у мікроклонів контрольних варіантів – 49,1 см та після застосування Clonex gel – 48,0 см. У мікроклонів, які культивували на структурованих поживних середовищах загальна довжина коренів I порядку зменшувалася майже на 40,0 % і дорівнювала 29,5 см. Відповідно змінювалася і довжина одного кореня I порядку. У мікроклонів контрольних варіантів вона становила 9,5 см, після застосування Clonex gel – 5,4 см, а на структурованих поживних середовищах – 3,9 см.

Протилежно відбувалося формування коренів II порядку, які, згідно літературних даних збільшують площу контакту з поживним середовищем та поглинають здатність, що важливо для акліматизації рослин *in vitro*. У мікроклонів контрольних варіантів та після застосування препарату Радіфарм кількість коренів II порядку знаходилася у межах 15,0 – 21,1 шт., їх загальна довжина – 44,0 см, а довжина одного кореня – 2,4–3,0 см.

Після застосування Clonex gel та культивування мікроклонів на поживних субстратах з мінеральними субстратами кількість коренів II порядку збільшувалася, їх загальна довжина і довжина одного кореня навпаки зменшувалися. Такі параметри свідчать про краще розгалуження кореневої системи. Порівняно з контролем, першим і другим варіантами Clonex gel інтенсифікував утворення коренів II порядку на 77,0 % у мікроклонів підщепних сортів та на 90,0 % – у мікроклонів технічних сортів, поживні середовища з мінеральними субстратами (особливо дев'ятий і десятий варіанти) – на 42,2–67,2 % у мікроклонів підщепних сортів та на 58,6 – 96,0 % у мікроклонів технічних сортів.

Для підготовки мікроклонів винограду до переведення в неконтрольовані умови *in vivo* важливого значення набуває структура тканин листків, пагонів, коренів мікроклонів, яку прийнято оцінювати за накопиченням сухої речовини або загального обводнення тканин. Визначення вологості і сухої маси приросту та коренів свідчить про накопичення більшої кількості сухих речовин у мікроклонів на двошарових поживних середовищах із агроперлітом і вермикулітом (MS + агроперліт + вермикуліт), окремо агроперлітом (MS+агроперліт) чи вермикулітом (MS + вермикуліт). Загальне обводнення приросту мікроклонів підщепних сортів, у цих варіантах, дорівнювало 84,4–85,2 %, коренів – 87,0 %, мікроклонів технічних сортів – відповідно 84,0–85,5 % та 86,2–87,8 %. Загальне обводнення приросту мікроклонів після застосування Clonex gel дорівнювало 84,9 %, коренів – 87,8–89,0 %, у контролі ці показники відповідали 90,0 і 92,8 %.

Висновки.

1. Для культивування винограду *in vitro* за основу доцільно брати поживне середовище Murasige і Скуга з мінімальним вмістом фітогормонів – 0,3 мг/л ІОК та 0,2 мг/л БАП.

2. Для формування вегетативної маси з добре розвиненим листовим апаратом та розгалуженою кореневою системою мікроклони винограду рекомендовано культивувати на структурованих поживних середовищах (MS+агроперліт+вермикуліт, MS+агроперліт,

MS+вермикуліт) або застосовувати стимулятор ризогенезу – Clonex gel (обробка базальної частини чубуків перед висаджуванням на поживне середовище).

3. На вказаних поживних середовищах (порівняно з контролем) мікроклони винограду характеризувалися більшою площею листової пластинки, площею листової поверхні та облиств'яністю. А також мали достатньо розгалужену кореневу систему, що проявлялося у більшій кількості коренів I та II порядків, зменшені їх довжини та довжини одного кореня певної градації.

4. Перспективним напрямком досліджень є визначення основних фізіолого-біохімічних показників у тканинах листків та пагонів мікроклонів винограду на вищенаведених типах поживних середовищ та після застосування біологічно активних препаратів – Радіфарм і Clonex gel.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зеленянська Н. М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.08. Одеса, 2016. 47 с.
2. Зеленянская Н. Н., Джабурия Л. В., Теслюк Н. И. Технология размножения винограда с использованием методов культуры тканей *in vitro*. *Виноград*. 2009. № 3 (14). С. 50–53.
3. Медведева Т. В. Проблемы акклиматизации культивированных *in vitro* растений. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2008. Т. 40. № 4. С. 299–308.
4. Адаптивність рослин на етапі *in vitro-ex vitro* / Подгаєцький А. А. и др. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. № 4 (56). 2020. Р. 25–33.
5. Иванова М. А., Баландина И. М. Влияние размера посадочного материала на выращивание микроклональных растений осины в условиях *ex vitro*. *Труды Белорусского государственного технологического университета*. 2009, Вып. 17. С. 161–164.
6. Морфологические параметры микроклонального размножения растений осины и березы при выращивании в условиях закрытого грунта / Иванова М. А. и др. *Труды Белорусского государственного технологического университета*. 2010. Вып. 18. С. 235–238.
7. Acclimatization of micropropagated plants of fox grape cv. Bordo (*Vitis labrusca* L.) in different substrates / Mariane Ruzza Schuck et al. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 2012. Vol. 3 (4). Р. 206–212.
8. Жизнеспособность пробирочных микроклонов картофеля и перспективы повышения их качества / Реуцкий В. Г. и др. *Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков* : международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Н. А. Дорожкина, г. Минск, 9–12 августа 2005 г. Минск, 2005. С. 27–32.
9. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Подгаєцький А. А. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин. Біла Церква : Білоцерківський національний аграрний університет, 2018. 209 с.
10. Деменко В. И., Лебедева В. А. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2011. Вып. 1. С. 60–70.

11. Размножение сортов крыжовника (*Grossularia reclinata* L.) в культуре *in vitro*. Оверченко О. В. и др. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2014. Вип. 24(8). С. 87–93.

12. Розробка структурованого поживного середовища для адаптації вегетативної маси і кореневої системи мікроклонів винограду до умов *in vitro* / Зеленианська Н. М. та ін. Херсон : *Таврійський науковий вісник: сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116. С. 64–75.

REFERENCES:

1. Zelenianska, N. M. (2016). *Naukove obgruntuvannya ta rozrobka suchasnoi tekhnologii vyroshchuvannya sadyvnoho materialu vynohradu* [Scientific substantiation and development of modern technology of growing grape planting material]. Odessa. [in Ukrainian]. Demenko, V. I., Lebedeva, V. A. (2011). Adaptaciya rastenij, poluchennyh *in vitro*, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions]. *Izvestiya TSHA [The Buklet of Timiryazev Agriculture Academy]*, no. 1, 60–70 [in Russian].

2. Zelenianskaya, N. M., Dzhaburii, L. V., Tesliuk, N. I. (2009). Tekhnologiya razmnzheniya vinograda s ispol'zovaniem metodov kul'tury tkanej *in vitro* [Grape propagation technology using *in vitro* tissue culture methods]. *VinoGrad [Grape]*, no. 3(14), 50–53 [in Russian].

3. Medvedieva, T. V. (2008). Problemy aklimatyzatsii kulturyvanykh *in vitro* Roslyn [Problems of acclimatization of cultivated *in vitro* plants]. *Fiziologiya i biohimiya kul'turnykh rastenij [Physiology and biochemistry of cultivated plants]*, no. 40(4), 299–308.

4. Podhaietskyi, A. A., Matskevych, V. V., Filipova, L. M., Kravchenko, N. V. (2020). Adaptivnist roslin na etapi *in vitro* ex vitro [Adaptability of plants at the *in vitro* ex vitro stage]. *East European Scientific Journal*, no. 4(56), 25–33. [in Ukrainian].

5. Ivanova, M. O., Balandina, I. M. (2009). Vliyanie razmera posadochnogo materiala na vyrashchivanie mikroklonal'nykh rastenij osiny v usloviyah ex vitro [Influence of planting material size on the cultivation of aspen microclonal plants in ex vitro conditions]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Proceedings of BSTU]*, no. 59, 161–164. [in Russian].

6. Ivanova, M. O., Boginskaya, L. O., Bielandina, I. M. et al. (2010). Morfolozhicheskie parametry mikroklonal'nogo razmnzheniya rastenij osiny i berezy pri vyrashchivanii v usloviyah zakritogo grunta [Morphological parameters of microclonal propagation of aspen and birch plants when grown in greenhouse conditions]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Proceedings of BSTU]*, no. 18, 235–238. [in Russian].

7. Schuck, M., Lipski, B., Lopes da Silva, A. L. (2012). Acclimatization of micropropagated plants of fox grape cv. Bordo (*Vitis labrusca* L.) in different substrates. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, no. 3(4), 206–212 [in English].

8. Reuckij, V. G., Banadysev, S. A., Rodionov, P. A. & Konovalova, G. I. (2005) Zhiznesposobnost' probirochnykh mikroklonov kartofelya i perspektivy povysheniya ih kachestva [Viability of tube potato microclones and prospects for improving their quality]. *Aktual'nye problemy zashchity kartofelya, plodovykh i ovoshchnykh kul'tur ot boleznej,*

vreditelej i sornyakov: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 100-letiyu so dnya rozhdeniya N.A. Dorozhkina (9–12 avgusta 2005 g., g. Minsk). [Actual problems of protecting potatoes, fruit and vegetable crops from diseases, pests and weeds: international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of N. A. Dorozhkin (August 9–12, 2005, Minsk)], 27–32. [in Russian].

9. Podhaietskyi, A. A., Matskevych, V. V., Podhaietskyi, A. A. (2018). Osoblyvosti mikroklonalnoho rozmnozheniya vydiv roslin [Features of microclonal reproduction of plant species]. Bila Tserkva. BNAU [in Ukrainian].

10. Demenko, V. I., Lebedeva, V. A. (2011). Adaptaciya rastenij, poluchennyh *in vitro*, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions]. *Izvestiya TSHA [The Buklet of Timiryazev Agriculture Academy]*, no. 1, 60–70 [in Russian].

11. Overchenko, O. V., Klyuvadenko, A. A., Lihanov, A. F., Kostenko, S. N., Mel'nichuk, M. D. (2014). Razmnzhenie sortov kryzhovnika (*Grossularia reclinata* L.) v kul'ture *in vitro* [Propagation of gooseberry varieties (*Grossularia reclinata* L.) *in vitro* culture]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]*, no. 24(8), 87–93 [in Russian].

12. Zelenianska, N. M., Tesliuk, N. I., Hohulinska, O. I., Podust, N. V. (2020). Rozrobka strukturovanoho pozhivnoho seredovyshcha dlia adaptatsii vehetatyvnoi masy i korenevoi systemy mikrokloniv vynohradu do umov *in vitro* [Development of a structured nutrient medium for the adaptation of vegetative mass and root system of grape microclones to *in vitro* conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: silskohospodarski nauky [Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences]*, no. 116, 64–75 [in Ukrainian].

Зеленианська Н.М., Самофалов М.О. Підвищення адаптивності мікроклонів винограду в умовах *in vitro*

У статті наведено результати досліджень щодо отримання мікроклонів винограду з високим адаптаційним потенціалом. **Мета** – визначити вплив різного складу агаризованого поживного середовища на ріст і розвиток вегетативної маси та кореневої системи мікроклонів винограду. **Методи**. Під час виконання роботи використовували біотехнологічні, лабораторні та розрахунково-порівняльні методи. **Результати**. Показано, що для одержання мікроклонів винограду з добре розвиненою вегетативною масою та кореневою системою доцільним є застосування біологічно активних препаратів Радіфарм, Слонех gel та структуроване поживне середовище. На таких поживних середовищах було отримано рослини з найбільшою площею листової пластинки, площею листової поверхні та загалом облиств'яності. Ці показники були більшими за контрольні значення, у середньому, на 50,0–90,0%. У мікроклонів винограду, отриманих у цих варіантах, формувалася більш розгалужена коренева система, що проявлялося у більшій кількості коренів різних градацій. У середньому, за сортами та варіантами, у рослин утворювалося від 5,5 до 10,7 шт. коренів I порядку та від 18,9 до 34,6 шт. коренів II порядку. Загальна довжина коренів I порядку зменшувалася на 6,2–31,8%, довжина одного кореня I порядку на 37,7–63,8%, загальна довжина коренів II порядку – відповідно на 11,3–35,9%, а довжина одного кореня II порядку відповідно на 34,7–56,5%. **Висновки**. Для культивування винограду *in vitro* за основу доцільно брати поживне

середовище MS із мінімальним вмістом фітогормонів – 0,3 мг/л ІОК та 0,2 мг/л БАП. Для формування вегетативної маси з добре розвиненим листовим апаратом та розгалуженою кореневою системою мікроклони винограду рекомендовано культивувати на структурованих поживних середовищах (MS+агроперліт+вермикуліт, MS+агроперліт, MS+вермикуліт) або застосовувати стимулятор ризогенезу – Clonex gel (обробка базальної частини чубуків перед висаджуванням на поживне середовище).

Ключові слова: виноград, *in vitro*, вегетативна маса, коренева система, адаптація.

Zelenianska N.M., Samofalov M.O. Increasing the adaptability of grape microclones in vitro

The article presents the results of research on obtaining microclones of grapes with high adaptive capacity. Purpose – To determine the influence of different compositions of growth medium on the growth and development of vegetative mass and root system of grape microclones. **Methods.** Biotechnological, laboratory, computation and comparative methods were used during the work. **Results.** It is shown that the use of biologically active preparation Radipharm, Clonex gel, and structured growth medium is expedient for obtaining microclones of grapes with well-developed vegetative mass and root system. Plants with the largest

area of leaf blades, and total foliage were obtained on such growth media. These indicators were higher than the control values, on average, by 50.0–90.0 %. The grape microclones obtained in these variants formed more virtue of their deep root systems, which manifested themselves in a larger number of roots of different gradations. On average, according to varieties and variants, the plants formed from 5,5 to 10,7 pcs. roots of the first order and 18,9 to 34,6 pcs. roots of the second order. The total length of the roots of the first order decreased by 6,2–31,8%, the length of one root of the first order by 37,7–63,8%, the total length of the roots of the second-order – by 11,3–35,9%, and the length of one root of the second-order by 34,7–56,5%. **Conclusions.** For *in vitro* grape cultivation, it is advisable to use the growth medium MS with a minimum content of phytohormones – 0.3 mg/l IOC and 0.2 mg/l BAP. To form a vegetative mass with a well-developed crop's foliage and a root system, it is recommended to cultivate grape microclones on structured growth media (MS + agropertilite + vermiculite, MS + agropertilite, MS + vermiculite) or to use rhinogenesis stimulator – Clonex gel (treatment of the basal part of the cuttings before planting on a growth medium)

Key words: grape, *in vitro*, vegetative mass, root system, adaptation.