

УДК 631.415:602.44:631.547.2:633.174
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.24>

ВПЛИВ РЕАКЦІЇ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА В КУЛЬТУРІ *IN VITRO* НА РІСТ РОСЛИН РІЗНИХ ВИДІВ СОРГО

ЛЮБИЧ В.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4100-9063

Уманський національний університет садівництва

ВОЙТОВСЬКА В.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-5538-461X

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Постановка проблеми. Від складу поживного середовища залежить успішність культивування клітин, тканин і органів рослин. Реакція поживного середовища (pH) впливає на формування та роботу білків, ферментів тощо. Кількість поживних речовин, які рослини можуть використовувати, залежить від pH середовища. Кислі або лужні умови обмежують доступність певних елементів, таких як фосфор і залізо, які, як правило, менш розчинні, тим самим перешкоджаючи розвитку рослин в *in vitro*. Одночасно з підвищеною кислотністю інші речовини розчиняються і стають шкідливими для експлантів [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що для проліферації пазушних пагонів в *in vitro* найдоцільніше використовували pH 5,8 і агаризоване середовище. Кількість і довжина пагонів, вирощених *in vitro*, значно змінюються залежно від зміни реакції середовища [4].

Дослідженнями Лавриненко Ю. і Балашова Г. [5] відмічено, що інтенсивність бульбоутворення істотно залежить від pH поживного середовища. У своїй праці ними було досліджено середньоранній сорт картоплі Невська, яка вирощувалася у культурі *in vitro* за pH від 4,0 до 7,4. Найвищі показники продуктивності встановлено за pH=5,3. Визначено, що бульбоутворення було в межах 92,7 %, а маса мікробульби становила – 667,7 мг.

У дослідженнях інших авторів [6] вказується, що pH впливає на зовнішній вигляд рослин і біометричні показники. Так, рослини стевії, які вирощували на середовищі Мурасіге-Скуга з модифікаціями 0,5 дози макро- і мікроелементів з додаванням 200 мг/л мезоінозиту, 30 г/л сахарози, 7,45 г/л агару та різним pH мали різний вплив на ріст рослин. У якості експлантів використовували листки рослин та отримували із них регенерацію. Дослідженнями встановлено, що оптимальним було використання pH 5,6–6,0.

У літературних джерелах відмічено істотний вплив pH середовища для культивування різних штамів бактерій і грибів. Встановлено, що штаму *Bacillus thuringiensis* B-10 (IMB B-7186) найкраще підходить 7,0, а для *Beauveria bassiana* F-6 (IMB F-100043) доцільніше використовувати pH=6,0–7,0.

У дослідженнях встановлено оптимальне значення pH від 4,0 до 6,0 [7, 8]. Дослідженнями проведеними у культурі *in vitro* для арніки гірської на калюсах відмічено, що незалежно від виду та складу середовища було збільшення експлантів і набухання тканин. Для

досліджень обрано було тверді середовища Мурасіге-Скуга (pH 5,7), Гамборга (pH 5,5), Шенка-Хільдебрандта (pH 5,8), Уайта (pH 5,5). Оптимальнішим вказано середовище із Гамборга (pH 5,5) [9].

Встановлено вплив pH (4,0, 5,0, 6,0 і 7,0) на особливості росту 12 генотипів люцерни за ознаками: листкова пластинка, епикотиль, гіпокотиль, перший черешок листка, трійчастий черешок листка, свіжа маса кореня, епикотиль, гіпокотиль, перший черешок листа, трійчастий черешок листка та довжина кореня. Значення pH, яке призвело до максимального росту змінювалось від 5,0 до 6,0. Сорти Вікторія, Есмеральда, Кріоула та F-708 продемонстрували нейтральність для всіх досліджених значень pH. Результати вказують на те, що на початковий ріст впливає зміна pH у поживному розчині, і що генотипи реагують по-різному [10].

Неправильно підібраний pH у середовищі призводить до пригнічення росту та розвитку рослин, зменшує передачу й використання енергії від кореня до листя і впливає на ефективність використання неорганічних поживних речовин. Найбільша кількість листків спостерігалася при pH 4,70. Вміст хлорофілу, каротиноїдів та антоціану знижувався зі збільшенням pH середовища, а вміст цих рослинних пігментів позитивно корелював із кольором листя. Найвищий вміст розчинного білка спостерігали при pH 5,7 [11, 12].

Проведені досліді з павловнією в *in vitro* вказують, що за комбінування середовищ МК (2/3) і QL (1/3) з pH середовища 5,6–5,8 можливо досягти оптимального результату. Доцільно вказати, що збільшення пасажів із 1 до 5 на кислому (pH 5,2–5,4) та слабо кислому (5,6–5,8) поживних середовищах отримано більшу кількість пагонів [13, 14].

Мета статті – дослідити вплив pH середовища на біометричні показники рослин роду Сорго в культурі *in vitro*.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили у лабораторії біотехнології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Для досліджень використовували різні види роду Сорго, пагони *in vitro*, яких висаджували на поживне середовище із pH 3,0 до 7,0 з інтервалом 0,5.

Солі макроелементів та мікроелементів застосовували за прописами: Murashige&Skoog (MS). Посуд, матеріали та інструменти і поживні середовища готували відповідно до загальноприйнятих методик [15, 16]. Модифіковане поживне середовище автоклали за

1,5 атм упродовж 45 хв. Здійснювали культивування об'єктів в термальних приміщеннях за температурного режиму 24 ± 2 °С, освітленні 3500–4000 лк, відносній вологості 65–70 % та фотоперіоді – 16 год.

У якості контрольного варіанту був обраний сорт сорго звичайного (двокольорового) Степовий 8. Після вивчення біометричних показників їх пересаджували на безгормональне поживне середовище за прописом Мурасіге і Скуга.

Отриманий цифровий матеріал оброблено відповідно до загальноприйнятих методів, статистичний аналіз експериментальних даних виконували за допомогою відповідним програм і методик [17].

Результати досліджень. У дослідженнях різні види роду Сорго висаджували на поживне середовище із довжиною пагонів 3 см. Як вказують дані табл. 1 за рН=3,0 усі види і контрольний варіант не мали приросту пагонів. Довжина пагонів почала збільшуватись за рН=3,5. Так, на контрольному варіанті довжина пагонів становила 3,3 см, а на дослідних 3,0 см. Доцільно відмітити лише сорго-суданковий гібрид, у якого довжина пагонів була 3,5 см. Незначну довжину пагонів було відмічено за рН 3,5 і 4,0 – 3,7 і 4,1 см, а в дослідних – від 3,0 см до 5,0 см. Найменші показники довжини пагонів в усіх варіантах було відмічено в сорго вінікового 3,0 і 3,5 см. Найвищі показники отримано в сорго-суданкового гібриду 4,3 см і 5,0 см. Сорго зернове і сориз мали майже однакові показники 3,3 і 3,5 см та 4,5 і 4,3 см. Із збільшенням рН у поживному середовищі було відмічено збільшення довжини пагонів. Найоптимальнішим рН для усіх соргових було виділено варіанти від 5,5 до 6,0. Так, за додавання рН 5,5 було отримано висоту пагонів від 8,6 см до 17 см, а на контрольному варіанті 12 см. За рН 6,0 довжина пагонів варіювала від 9,0 см до 17 см, а в контрольному варіанті 15 см.

Доцільно відмітити, що в усіх варіантах було відмічено значні переваги довжини пагонів сорго-суданкового гібриду порівняно з усіма досліджуваними видами. Найменші показники були у сорго вінікового.

Встановлено, що за рН 6,5 і 7,0 відбувалось різке зниження довжини пагонів в усіх видів сорго та в контрольному варіанті. Так, згідно отриманих даних видно, на контрольному варіанті довжина пагонів була 8,5 і 6,8 см, а в сорго-суданкового гібриду 12 і 8,0 см. Найменші показники довжини пагонів отримані у сорго вінокового – 6,2 і 4,1 см. У соризу та сорго зернового відповідно 8,0 і 5,5 см та 7,7 і 6,2 см.

Встановлено, що за рН 3,0 не відбувалось пагоноутворення в усіх досліджуваних варіантах (табл. 2). За рН 4,0 було отримано на контрольному варіанті та у сорго зернового і соризу по 1 пагону та 2 шт. у сорго-суданкового гібриду. Сорго вінічне за рН 4,0 не формувало додаткові пагони.

Дослідження за рН 4,5 і 5,0 вказують, що на контрольному варіанті отримано 5 і 8 шт. пагонів. У соризу і сорго зернового за цього ж водневого показника сформовано 5 і 7 шт., і 4 і 6 шт. Найнижчі показники у сорго зіничного 1 і 3 шт., та в сорго-суданкового гібриду – 3 і 4 шт.

Найвищі показники кількості пагонів були відмічені за рН 5,5 і 6,0 в усіх досліджуваних варіантах. Так, на контрольному варіанті кількість становила 16 і 18 шт. У сорго зернового і соризу 12 і 16 шт., та 14 і 16 шт., найменшу кількість визначено у сорго-суданкового гібриду та сорго вінокового – 8 і 9 шт., та 5 і 9 шт. Як із висотою, так і за кількістю пагонів із збільшенням рН 6,5 і 7,0 відбувалось значне зниження усіх показників. Кількість пагонів на контролі становила 14 і 10 шт., а в всіх інших варіювала від 4 до 13 шт.

Довжина кореневої системи у досліджуваних видів варіювала залежно від рН у поживному середовищі

Таблиця 1

Довжина пагонів рослин різних видів сорго залежно від рН середовища, см

Культура	рН поживного середовища								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	0	3,7	4,1	7,3	9,6	12	15	8,5	6,8
Сорго зернове	0	3,3	4,5	7,0	8,9	10	13	8,0	5,5
Сорго вінікове	0	3,0	3,5	5,7	6,5	8,6	9,0	6,2	4,1
Сориз	0	3,5	4,3	7,0	9,0	10	12	7,7	6,2
Сорго-суданковий гібрид	0	4,3	5,0	7,8	11	15	17	12	8,0
HIP ₀₅	–	0,3	0,5	0,3	0,8	1,0	0,8	0,6	0,8

Таблиця 2

Кількість пагонів рослин різних видів сорго залежно від рН середовища, шт.

Культура	рН поживного середовища								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	0	1	1	5	8	16	18	14	10
Сорго зернове	0	1	1	4	6	12	16	12	8
Сорго вінікове	0	0	0	1	3	5	9	7	4
Сориз	0	1	1	5	7	14	16	13	9
Сорго-суданковий гібрид	0	1	2	3	4	8	9	7	4
HIP ₀₅	–	1	1	1	1	1	1	1	1

(табл. 3). Встановлено, що за рН 3,0 не відбувалось жодних ростових процесів. За рН середовища 3,5 і 4,0 довжина варіювала від 1 до 5 см. Так, за рН 3,5 відмічено довжину 1 см на усіх варіантах, крім сорго-суданкового гібриду – 2 см. Дослідження рН 4,5 і 5,0 відзначають збільшення від 5 см до 12 см.

При вивченні рН 5,5 і 6,0 доцільно відмітити, що довжина кореневої системи становила від 11 до 21 см. На контрольному варіанті довжина коренів була 20 і 21 см, найменша у сорго вінікового – 11 і 14 см. Найдовша коренева система отримана в сорго-суданкового гібриду – 18 і 24 см. У сорго зернового та соризу цей показник становив 20 і 22 см та 16 і 18 см. У рН 6,5 і 7,0 зменшення відбулось по довжині, яка варіювала від 21 до 8 см.

За рН 3,0 не відбувалось жодних змін під час формування коренів в усіх досліджуваних варіантах (табл. 4). Доведення в поживному середовищі за рН до 3,5 дозволило отримати один додатковий корінь на контролі та в сорго зернового. Збільшення коренів за рН 5,0 становила від 6 до 10 шт.

Найвищі показники формування кількості коренів отримано за рН 5,5 і 6,0 в усіх варіантах. Так, на

контролі було встановлено кількість 12 і 15 шт., у сорго-суданкового гібриду 16 і 18 шт. Найменшу кількість отримано в сорго вінікового – 10 і 12 шт. Сориз і сорго зернове мали кількість 14 і 16 шт. та 12 і 16 шт. Встановлено, що за рН 6,5 кількість коренів варіювала від 8 до 15 шт., а за 7,0 кількість істотно зменшилась від 5 до 8 шт.

За рН 3,0 отримано 100 % загиблених рослин на всіх варіантах і видах (табл. 5). Вміст рН 3,5 дозволив отримати від 90 до 96 % загиблених пагонів і найменші показники отримано у сорго зернового та соризу. За рН 4,0 відмічено відсоток загиблених від 80 до 86 % і найнижчі показники були у сорго зернового та сорго-суданкового гібриду. Кількість рослин із збільшенням водневого показника у середовищі зменшилась за рН 4,5 і становила від 69 до 53 %.

Встановлено, що значне зменшення рослин відбувалось на всіх варіантах за рН 5,0 і було від 17 до 33 %. У сорго зернового 27 %, у сорго вінікового 33 %, соризу – 21 % та сорго-суданкового гібриду 17 %.

Найменший відсоток загинувши був у варіантах рН 5,5 і 6,0. Так, на контрольному було загинувши 8

Таблиця 3

Довжина коренів рослин різних видів сорго залежно від рН середовища, см

Культура	рН поживного середовища								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	0	1	3	6	11	20	21	18	9
Сорго зернове	0	1	5	8	12	20	22	16	10
Сорго вінікове	0	0	3	5	8	11	14	12	8
Сориз	0	1	5	7	9	16	18	15	11
Сорго-суданковий гібрид	0	2	4	8	10	18	24	21	15
HIP ₀₅	–	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 4

Кількість коренів рослин різних видів сорго залежно від рН середовища, шт.

Культура	рН поживного середовища								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	0	1	2	5	9	12	15	10	7
Сорго зернове	0	1	3	6	10	12	16	11	6
Сорго вінікове	0	0	1	4	6	10	12	8	5
Сориз	0	2	3	7	10	14	16	12	8
Сорго-суданковий гібрид	0	2	4	8	10	16	18	15	6
HIP ₀₅	-	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 5

Кількість рослин різних видів сорго, що загинули залежно від рН середовища при клональному мікророзмноженні після 7-ї доби, %

Культура	рН поживного середовища								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	100	93	81	53	19	8	1	22	67
Сорго зернове	100	90	80	56	27	10	5	25	60
Сорго вінікове	100	96	86	69	33	12	10	28	74
Сориз	100	90	83	55	21	6	2	24	70
Сорго-суданковий гібрид	100	92	80	57	17	10	3	23	64
HIP ₀₅	5	1	1	1	1	1	1	1	1

і 1 %, у сорго зернового – 10 і 5 %, сориз – 6 і 2 %, сорго суданка – 10 і 3 % і сорго віничне – 12 і 10 %.

Дослідження вказують, що за рН 6,5 відсоток загиблених рослин збільшувався від 22 до 28 %. Істотне збільшення було відмічено у варіанті із рН 7,0 – від 64 до 74 %.

Аналізуючи дані під час укорінення рослин встановлено, що за рН 4,0 було отримано від 77 до 96 % загиблених рослин. У контрольному варіанті цей показник становив 97 і 80 %, у сорго зернового – 95 і 77 %, соризу – 94 і 83 %, сорго-суданкового гібриду – 90 і 80 % і в сорго віничного – 96 і 85 %. У варіанті з показником рН 3,0 усі рослини загинули. Встановлено, що за рН 4,5 і 5,0 у контролі кількість загиблених рослин було 50 і 22 %, найбільше у сорго віничного 63 і 42 % та найменше у соризу – 47 і 28 %.

Найменшу загибель рослин відмічено в дослідах із рН 5,5 і 6,0 – від 1 до 10 %. На контролі за цих варіантів цей показник становив 6 і 1 %, у сорго-суданкового гібриду та соризу 8 і 10 % і за рН 6,0 відсутні загиблі рослини. У сорго зернового було отримано 8 і 2 % та в сорго віничного 14 і 3 %.

Водневий показник 7,0 негативно впливав на рослини і в контрольному варіанті отримано загиблених рослин на рівні 77 %, у сорго зернового – 89 %, соризу – 81 %, сорго-суданкового гібриду – 79 % і сорго віничного – 93 %.

Висновки. Встановлено, що рН=3,0 негативно впливає на всі біометричні показники і зумовлює загибель більшості рослин на всіх досліджуваних варіантах. Дослідження вказують, що в усіх варіантах відмічено значні переваги усіх показників сорго-суданкового гібриду порівняно з іншими видами сорго. Доведено, що за рН 6,5 немає різкого зниження довжини пагонів, кількості коренів, довжини в усіх видів сорго та в контрольному варіанті. Найвищі показники щодо формування всіх досліджуваних ростових процесів отримано за рН=5,5–6,0 в усіх досліджуваних видів сорго. За такого сценарію поживного середовища отримано найвищу кількість рослин, які утворили кореневу систему, рослини утворюють найбільшу кількість пагонів і коренів, що є найдовшими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Voxma R. Effect of pH on the behaviour of various iron chelates in sphagnum (moss) peat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 1981. Vol. 12, P. 755–763.
2. Yang Q., Porter A. J., Zhang M., Harrington D. J., Black G. W., Sutcliffe I. C. The impact of pH and nutrient stress on the growth and survival of *Streptococcus agalactiae*. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2012. Vol. 102. P. 277–287.
3. Kannan S. Correlative influence of pH reduction on recovery from iron chlorosis in sorghum varieties. *J. Plant Nutr.* 1980. Vol. 2. P. 507–516.
4. Pant M., et al. Effect of pH and gelling agents in nutrient medium on in vitro shoot multiplication of *Swertia chirata* Buch. -Ham ex Wall: An endangered medicinal herb. *Materials Today: Proceedings*. 2023. Vol. 73. P. 9–12.
5. Лавриненко Ю., Балашова Г., Котова О. Культивування рослин картоплі in vitro за

мікроклонального розмноження. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94. № 11. С. 43–47.

6. Swain N. C., Surendra V. Effect of nutrient media, pH and temperature on in vitro growth of different *Alternaria* isolates. *Journal of Plant Protection and Environment*. 2009. Vol. 6. P. 107–111.
7. Ткаченко О. А. Ліпідний склад *M. bovis* за тривалого пасажу швидкорослого штаму на щільному поживному середовищі з рН 6,5. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2009. Том 10 № 2(37), Ч. 1, P. 245–251.
8. Дрегваль О. А., Черевач Н. В., Вінніков А. І. Підбір оптимальних режимів кислотності середовища та аерації при глибинному культивуванні *Bacillus thuringiensis* і *Beauveria bassiana*. *Вісник Дніпропетр. ун-ту*. 2010. Вип. Т. 18. С. 15–19.
9. Петріна Р. О., Маснюк Я. Т. Калусогенез у культурі in vitro арніки гірської. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. 2008. № 609. С. 151–155.
10. Trchounian K. et al. Hydrogen production by *Escherichia coli* growing in different nutrient media with glycerol: effects of formate, pH, production kinetics and hydrogenases involved. *international journal of hydrogen energy*. 2017. Т. 42. № 38. С. 24026–24034.
11. Guo G., Xiao J. Byoung R. J. Iron source and medium pH affect nutrient uptake and pigment content in *Petunia hybrida* 'Madness Red' cultured in vitro. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 16. 2022. Article number 8943.
12. Голубенко А., Цап В. Клональне мікророзмноження рослин *Acorus calamus* L. in vitro. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. 2016. № 1. С. 54–56.
13. Подгаєцький А., Мацкевич В., Філіпова, Л., Кравченко Н., Карпук, Л. Оптимізація технології культивування павловнії (*Paulownia Siebold Zucc.*) in vitro. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2022. Vol. (18). P. 191–208.
14. Подгаєцький, А. А., Мацкевич, В. В., Філіпова, Л. М., Кравченко, Н. В. Екзогенні детермінанти росту регенерантів павловнії in vitro. *The Scientific Heritage*. 2020. Vol. 53(2). P. 5–15.
15. Біленька О. М. Івченко Т. В., Мозговська Г. В., Віценя Т. І., Баштан Н. О., Мірошниченко Т. М. Методичні підходи щодо селекції та сучасних технологій розмноження і вирощування батату (*Ipomoea batatas* L.) (методичні рекомендації). ІОБ НААН, 2018. 36 с.
16. Біотехнологія: методичні рекомендації / В. В. Андреева, Т. П. Бортнік, Ю. Л. Рибак, М. О. Шепелюк. Луцьк, 2022. 47 с.
17. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Вінниця, ТОВ «Нітлан-ЛІТД», 2021. 300 с.

REFERENCES:

1. Voxma, R. (1981). Effect of pH on the behaviour of various iron chelates in sphagnum (moss) peat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 12, 755–763. [in English].
2. Yang, Q., Porter, A. J., Zhang, M., Harrington, D. J., Black, G. W., Sutcliffe, I. C. (2012). The impact of pH and nutrient stress on the growth and survival of *Streptococcus*

- agalactiae. Antonie Van Leeuwenhoek, 102, 277–287. [in English].
- Kannan, S. (1980). Correlative influence of pH reduction on recovery from iron chlorosis in sorghum varieties. *J. Plant Nutr.*, 2, 507–516. [in English].
 - Pant, M., et al. (2023). Effect of pH and gelling agents in nutrient medium on in vitro shoot multiplication of *Swertia chirata* Buch. -Ham ex Wall: An endangered medicinal herb. *Materials Today: Proceedings*, 73, 9–12. [in English].
 - Lavrynenko Yu., Balashova H., Kotova O. (2016). *Kultyvuvannia roslyn kartopli in vitro za mikroklonalnoho rozmnozhenia* [Cultivation of potato plants in vitro by microclonal propagation]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 94, 11, 43–47. [in Ukrainian].
 - Swain, N. C., V. Surendra. (2009). Effect of nutrient media, pH and temperature on in vitro growth of different *Alternaria* isolates. *Journal of Plant Protection and Environment*, 6, 107–111. [in English].
 - Tkachenko, O. A. et al. (2009). *Lipidnyi sklad M. bovis za tryvaloho pasazhu shvydkorosloho shtamu na shchilnomu zhyvlynomu seredovyschi z pH 6,5* [Lipid composition of *M. bovis* during long-term passage of a fast-growing strain on dense nutrient medium with pH 6.5]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*, 10, 2(37), 247–251. [in Ukrainian].
 - Drehval, O. A., Cherevach, N. V., Vinnikov, A. I. (2010). *Pidbir optymalnykh rezhyziv kyslotnosti seredovyscha ta aeratsii pry hlybynnomu kultyvuvanni Bacillus thuringiensis i Beauveria bassiana* [Selection Optimal regimes of medium acidity and aeration during deep cultivation of *Bacillus thuringiensis* and *Beauveria bassiana*]. *Visnyk Dnipropetr. un-tu. Biolohiia. Ekolohiia*, 18, 15–19. [in Ukrainian].
 - Petrina, R. O., Masniuk, Ya. T. (2008). *Kalusohenez u kulturi in vitro arniky hirskei* [Callusogenesis in vitro culture of *Arnica montana*]. *Visnyk Nats. un-tu «Lvivska politehnika»*, 609, 151–155. [in Ukrainian].
 - Trchounian, K. et al. (2017). Hydrogen production by *Escherichia coli* growing in different nutrient media with glycerol: effects of formate, pH, production kinetics and hydrogenases involved. *international journal of hydrogen energy*, 42, 24026–24034. [in English].
 - Guo, G., Xiao, J., Byoung, R.J. (2022). Iron source and medium pH affect nutrient uptake and pigment content in *Petunia hybrida* 'Madness Red' cultured in vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 8943. [in English].
 - Holubenko, A., Tsap, V. (2016). *Klonalne mikrorozmnozhenia roslyn Acorus calamus L. in vitro* [Clonal micropropagation of *Acorus calamus L.* plants in vitro]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Introduktsiia ta zberezhennia roslynnoho riznomanittia*, 1, 54–56. [in Ukrainian].
 - Podhaietskyi, A., Matskevych, V., Filipova, L., Kravchenko, N., Karpuk, L. (2022). *Optyimizatsiia tekhnologii kultyvuvannia pavlovnii (Paulownia Siebold & Zucc.) in vitro* [Optimization of the technology of cultivating paulownia (*Paulownia Siebold Zucc.*) in vitro]. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, (18), 191–208. [in Ukrainian].
 - Podhaietskyi, A. A., Matskevych, V. V., Filipova, L. M., Kravchenko, N. V. (2020). *Ekzohenni determinanty rostu rehenerativ pavlovnii in vitro* [Exogenous determinants of the growth of paulownia regenerants in vitro]. *The Scientific Heritage*, 53(2), 5–15. [in Ukrainian].
 - Bilenka, O. M. Ivchenko, T.V., Mozghovska, H.V., Vitsenia, T.I., Bashtan, N.O., Miroshnychenko, T.M. (2018). *Metodychni pidkhody shchodo selektsii ta suchasnykh tekhnologii rozmnozhenia i vyroshchuvannia batatu (Ipomoea batatas L.)* [Methodological approaches to breeding and modern technologies for breeding and growing sweet potatoes (*Ipomoea batatas L.*) (methodological recommendations)]. *IOB NAAN*, 36 p. [in Ukrainian].
 - Andreieva, V. V., Bortnik, T. P., Rybak, Yu. L., Shepeliuk, M. O. (2022). *Biotekhnolohiia: metodychni rekomendatsii* [Biotechnology: methodological recommendations]. *Lutsk*, 47 p. [in Ukrainian].
 - Prysiashniuk, O. I., Klymovych, N. M., Polunina, O. V. (2021). *Metodolohiia i orhanizatsiia naukovykh doslidzhen v silskomu hospodarstvi ta kharchovykh tekhnolohiiakh* [Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies]. *Vynnytsia, TOV «Nitlan-LTD»*, 300 p. [in Ukrainian].
- Любич В.В., Войтовська В.І. Вплив реакції поживного середовища в культурі in vitro на ріст рослин різних видів сорго**
- Мета.** Дослідити вплив рН середовища на біометричні показники рослин різних видів сорго в культурі in vitro. **Методи.** Лабораторний – вирощування рослин сорго в культурі in vitro, вимірювальний, аналізування, статистичний. **Результати.** Встановлено, що за рН 3,0 не відбувалось пагоноутворення в усіх досліджуваних варіантах. Найвищі показники кількості пагонів були відмічені за рН 5,5 і 6,0 в усіх досліджуваних варіантах. Так, на контрольному варіанті кількість становила 16 і 18 шт. У сорго зернового і соризу 12 і 16 шт., та 14 і 16 шт., найменшу кількість визначено у сорго-суданкового гібриду та сорго вінокового – 8 і 9 шт., та 5 і 9 шт. Аналізуючи дані під час укорінення рослин встановлено, що за рН 4,0 було отримано від 77 до 96 % загиблих рослин. У контрольному варіанті цей показник становив 97 і 80 %, у сорго зернового – 95 і 77 %, соризу – 94 і 83 %, сорго-суданкового гібриду – 90 і 80 % і в сорго вінокового – 96 і 85 %. У варіанті з показником рН 3,0 усі рослини загинули. Встановлено, що за рН 4,5 і 5,0 у контролі кількість загиблих рослин було 50 і 22 %, найбільше у сорго вінокового 63 і 42 % та найменше у соризу – 47 і 28 %. Найменшу загибель рослин відмічено в досліді із рН 5,5 і 6,0 – від 1 до 10 %. На контролі за цих варіанті цей показник становив 6 і 1 %, у сорго-суданкового гібриду та соризу 8 і 10 % і за рН 6,0 відсутні загиблі рослини. У сорго зернового було отримано 8 і 2 % та в сорго вінокового 14 і 3 %. **Висновки.** Встановлено, що рН=3,0 негативно впливає на всі біометричні показники і зумовлює загибель більшості рослин на всіх досліджуваних варіантах. Встановлено, що за рН 6,5 немає різкого зменшення довжини пагонів, кількості коренів, довжини в усіх видів сорго та в контрольному варіанті. Найвищі показники щодо формування всіх досліджуваних ростових процесів отримано за рН 5,5 і 6,0 в усіх досліджуваних видів сорго.
- Ключові слова:** реакція середовища, культура in vitro, довжина пагонів, кількість пагонів, довжина коренів, укорінення.

Liubych V.V., Voitovska V.I. The reaction of the nutrient medium in vitro culture on the growth of different sorghum plant species

Aims. To study the effect of pH medium on biometric parameters of different sorghum species in vitro culture.

Methods. Laboratory – growing sorghum plants in vitro, measuring, analyzing, statistical. **Results.** It was found that at pH 3.0, shoot formation was not observed in all studied variants. The highest shoot number indicators were observed at pH 5.5 and 6.0 in all studied variants. So, in the control variant, the number was 16 and 18 pcs. In grain sorghum and sorghum orysoodium 12 and 16 pcs, and 14 and 16 pcs, the smallest number was determined in sorghum sudanese hybrid and broom sorghum – 8 and 9 pcs, and 5 and 9 pcs. Analyzing data during plant rooting, it was found that at pH 4.0, from 77 to 96 % of dead plants were obtained. In the control variant, this indicator was 97 and 80 %, in grain sorghum – 95 and 77 %, in sorghum orysoodium – 94 and 83 %, in sorghum sudanese hybrid – 90 and 80 %, and in broom sorghum – 96 and 85 %. In the pH

3.0 variant, all plants died. It was found that at pH 4.5 and 5.0, the number of dead plants in the control was 50 and 22 %, the highest in broom sorghum – 63 and 42 %, and the lowest in sorghum orysoodium – 47 and 28 %. The lowest plant death was observed in experiments with pH 5.5 and 6.0 – from 1 to 10 %. In the control of these variants, this indicator was 6 and 1 %, in sorghum sudanese hybrid and sorghum orysoodium – 8 and 10 %, and at pH 6.0 there were no dead plants. 8 and 2 % were obtained in grain sorghum and 14 and 3 % – in broom sorghum. **Conclusions.** It was established that pH 3.0 has a negative effect on all biometric indicators and causes the death of most plants in all studied variants. It was established that at pH 6.5 there is no sharp decline in the length of shoots, the number of roots, the length in all types of sorghum and in the control. The highest indicators, regarding the formation of all studied growth processes, were obtained at pH 5.5 and 6.0 in all studied sorghum species.

Key words: medium reaction, in vitro culture, shoot length, number of shoots, root length, rooting.