

БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДУ СОРГО (*Sorghum*) ЗАЛЕЖНО ВІД pH СЕРЕДОВИЩА

В. І. ВОЙТОВСЬКА,

кандидат сільськогосподарських наук, с.д.
Інститут біоенергетичних культур і
цукрових буряків

Вступ. Від складу живильного середовища залежить, чи буде успішним культивування клітин, тканин і органів рослин.

Водневий показник pH впливає на формування та роботу білків та їхніх ферментів. Кількість поживних речовин, які рослини можуть використовувати, залежить від того, наскільки кисле чи нейтральне середовище. Кислі або лужні умови обмежують доступність певних елементів, таких як фосфор і залізо, які, як правило, менш розчинні, тим самим перешкоджаючи розвитку рослин *in vitro*. Одночасно з підвищеною кислотністю інші речовини розчиняються й стають шкідливими для експлантів [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковцями встановлено, що за використання з різних середовищ MS з BAP, IAA та Ads додатково змінювали умови pH при вирощуванні *Swertia chirata*. Досліджено pH у межах від 2,8 до 7,8 і типи середовища — рідке та напівтверде. Встановлено, що для проліферації пазушних пагонів *in vitro* найдоцільніше використовувати pH 5,8 і агаризоване середовище. Кількість і довжина пагонів, вирощених *in vitro*, значно змінюються залежно від змін цих факторів [4].

Дослідженнями Лавриненко Ю. і Балашова Г. відмічено, що інтенсивність бульбоутворення істотно залежить від pH живильного середовища. У свої працях ними було досліджено середньоранній сорт картоплі «Невська», яка вирощувалася у культурі *in vitro* за водневого показника від 4,0 до 7,4. Найвищі показники продуктивності та економічної ефективності встановлено за pH=5,3. Визначено, що бульбоутворення було у межах 92,7%, а маса мікробульби становила 667,7 мг. Варіювання pH було відмічено й у масі мікробульб на 1 рослини, яка за оптимального водневого показника була 617,3 мг, а кількість мікробульб — 79,1% [5].

У дослідженнях інших авторів вказується, що pH впливає на зовнішній вигляд рослин та біометричні показники. Так, рослини стевії, які вирощували на середовищі Мурасіге-Скуга з модифікаціями 0,5 дози макро- і мікроелементів із додаванням 200 мг/л мезоінозиту, 30 г/л сахарози, 7,45 г/л агару та різним pH мали різні зміни в рості й розвитку. В якості експлантів використовували листки рослин і отримували із них

регенерацию. Дослідженнями встановлено, що найоптимальнішим було використання pH 5,6–6,0 [6].

У літературних джерелах відмічено й 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 6,0–7,0.

Дослідження pH 4,0 вказує на негативний розвиток та пригнічення росту *B. thuringiensis* B-10 і відсутність ендоспор. Збільшення у середовищі pH до 5,0 дозволяє відмітити пригнічення росту на першу добу. Вивчення pH 6,0–8,0 вказує на оптимальний ріст і розвиток. Однак кислотостійкість властива не усім штамам, що вказують проведені дослідження на інших штаммах [7,8].

Дослідженнями, проведеними у культурі *in vitro* арніки гірської на калусах відмічено, що не залежно від виду й складу середовища було збільшення експлантів і набухання тканин. Для досліджень було обрано тверді середовища Мурасіге-Скуга (pH 5,7), Гамборга (pH 5,5), Шенка-Хільдебрандта (pH 5,8), Уайта (pH 5,5). Найоптимальнішим вказано середовище із Гамборга (pH 5,5) [9].

Встановлено вплив pH (4,0, 5,0, 6,0 та 7,0) на особливості росту 12 генотипів люцерни за ознаками: листкова пластинка, епикотиль, гіпокотиль, перший черешок листка, трійчастий черешок листка та свіжа маса кореня й епикотиль, гіпокотиль, перший черешок листа, трійчастий черешок листка і довжина кореня. Значення pH, яке призвело до максимального зростання, змінювалося відповідно до досліджуваного параметра, між 5,0 і 6,0. Генотипи «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 й розвитку рослин, зменшує передачу й використання енергії від кореня до листя та впливає на ефективність використання неорганічних поживних речовин. У цьому дослідженні було досліджено вплив у поєднанні з pH середовища на ріст і розвиток рослин, синтез рослинного пігменту та поглинання поживних речовин у модельній рослині *Petunia hybrida*, культивованій *in vitro*. Перед автоклавуванням pH середовища, затверділого в агарі, доводили до

4,70, 5,70 або 6,70. Найбільша кількість листя спостерігалася при pH 4,70. Однак довжина листя та кореня спостерігалася з pH 5,70. Вміст хлорофілу, каротиноїду та антоціану знижувався зі збільшенням pH середовища, а вміст цих рослинних пігментів позитивно корелював із кольором листя. Найвищий вміст розчинного білка та активності APX і CAT спостерігалися при pH 5,70. Проте активність GPX була найвищою в контролі при pH 4,70. На завершення, коли pH середовища було доведено до 5,70, то було більш сприятливим для росту, а також поглинанню мінеральних поживних речовин рослиною та експресії відповідних генів у листі [11,12].

Проведені досліді павловній *in vitro* вказують, що за комбінування середовищ МК (2/3) та 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 отримало більшу кількість вітрифікованих пагонів [13,14].

Мета статті — дослідити вплив водневого показника на біометричні показники роду *Sorghum* в культурі *in vitro*.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в лабораторії біотехнології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Для досліджень використовували різні види роду Соргових, пагони *in vitro*, які висаджували на живильне середовище з різним водневим показником (pH 3,0 до 7,0).

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

Модифіковане живильне середовище автоклаували за 1,5 амперу впродовж 45 хвилин. Здійснювали культивування об'єктів в термальних приміщеннях за температурного режиму $24 \pm 2^\circ\text{C}$, освітленні 3500–4000 лк, відносної вологості 65–70% та фотоперіоді — 16 год.

У якості контрольного варіанту був обраний сорт сорго звичайне (двокольорове) «Степовий 8».

Після вивчення біометричних показників їх пересаджували на безгормональне живильне 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 живильне середовище з висотою пагонів 3 см. Як вказують дані таблиці 1, за водневого показника всі види і контрольний варіант майже не мали приросту пагонів. Так, на контрольному варіанті висота становила 3,3 см, а на дослідних — 3,0 см. Доцільно відмітити лише сорго суданку, в якій висота складала 3,5 см. Незначну висоту пагонів було відмічено й за рН 3,5 і 4,0; на контрольному варіанті цей показник був 3,7 і 4,1 см, а у дослідних — від 3,0 см до 5,0 см. Найменші показники висоти на усіх варіантах було відмічено у сорго зіничного — 3,0 і 3,5 см. Найвищі показники отриману у сорго суданки — 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 й збільшення висоти пагонів. Найоптимальнішим рН для усіх Соргових було виділено на варіантах 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 у дослідних варіантах висота варіювала від 9,0 см до 17 см, на контрольному варіанті — 15 см.

Доцільно відмітити, що в усіх варіантах із дослідженнями було відмічено значні переваги висоти сорго суданки порівняно із усіма досліджуваними видами, найменші ж показники — у сорго віничного.

Встановлено, що за рН 6,5 та 7,0 відбувалось різке зниження висоти в усіх видів Сорго та на контрольному варіанті. Так, згідно отриманих даних, видно, що на контрольному варіанті висота була 8,5 см і 6,8 см, а у сорго суданки — 12 і 8,0 см. Найменші показники висоти отримані в сорго зіничного — 6,2 см і 4,1 см. У соризу і сорго зернового відмічено 8,0 і 5,5 см та 7,7 і 6,2 см відповідно (табл. 1).

У дослідженнях були визначено кількість пагонів та вплив на їх формування рН. Встановлено, що за рН 3,0 і 3,5 не відбувалось пагоноутворення в усіх досліджуваних варіантах.

За рН 4,0 було отримано на контрольному варіанті та у сорго зернового й соризу по 1 пагону та 2 шт. у сорго суданки. Сорго віничне за рН 4,0 не формувало додаткові пагоноутворення.

Дослідження рН 4,5 і 5,0 вказують, що на контрольному варіанті отримано 5 і 8 шт. пагонів. У соризу й сорго зернового за цього ж водневого показника сформовано 5 і 7 шт., і 4 і 6 шт. Найнижчі показники в сорго зіничного — 1 і 3 шт. та у сорго суданки — 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 й соризу 12 і 16 шт., та 14 і 16 шт., найменшу кількість визначено у сорго суданки і зіничного — 8 і 9 шт., та 5 і 9 шт.

Як і з 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 у всіх інших варіювала від 4 до 13 шт. (табл. 2).

Довжина кореневої системи в досліджуваних видів варіювала залежно від рН у живильному середовищі. Встановлено, що за рН 3,0 не відбувалось ніяких ростових процесів. рН 3,5 і 4,0 вказують на незначну довжину, яка варіювала від 1 до 5 см. Так, за рН 3,5 відмічено довжину 1 см на всіх варіантах, окрім сорго суданки — 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 ста-

новила від 11 до 21 см. На контрольному варіанті довжина коренів була 20 і 21 см, найменша — у сорго віничного, 11 і 14 см. Найдовша коренева система отримана в сорго суданки — 18 і 24 см. У сорго зернового й 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 (табл. 3).

Формування кількості коренів у роду Сорго залежно від водневого показника вказує, що існує закономірність така ж, як і в попередніх показниках.

За рН 3,0 не відбувалось ніяких змін та формуванні коренів на всіх досліджуваних варіантах. Доведення у живильному середовищі рН до 3,5 дозволило отримати

Таблиця 1

Висота пагонів роду Сорго (Sorghum) залежно від водневого показника, см

Культура	рН								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	3,3	3,7	4,1	7,3	9,6	12	15	8,5	6,8
Сорго зернове	3,0	3,3	4,5	7,0	8,9	10	13	8,0	5,5
Сорго віничне	3,0	3,0	3,5	5,7	6,5	8,6	9,0	6,2	4,1
Сориз	3,0	3,5	4,3	7,0	9,0	10	12	7,7	6,2
Сорго суданка	3,5	4,3	5,0	7,8	11	15	17	12	8,0
НІР0,05	0,1	0,3	0,5	0,3	0,8	1,0	0,8	0,6	0,8

Таблиця 2

Кількість пагонів роду Сорго (Sorghum) залежно від водневого показника, шт.

Культура	рН								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Контроль	0	0	1	5	8	16	18	14	10
Сорго зернове	0	0	1	4	6	12	16	12	8
Сорго віничне	0	0	0	1	3	5	9	7	4
Сориз	0	0	1	5	7	14	16	13	9
Сорго суданка	0	0	2	3	4	8	9	7	4
НІР0,05	-	-	0,1	0,3	0,8	0,7	1,0	0,8	0,7

Таблиця 3

Довжина коренів роду Сорго (Sorghum) залежно від водневого показника, см

Культура	рН								
	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 віничне	0	0	3	5	8	11	14	12	8
Сориз	0	1	5	7	9	16	18	15	11
Сорго суданка	0	2	4	8	10	18	24	21	15
НІР0,05	-	0,2	0,5	0,6	0,5	0,9	1,2	0,8	0,6

ти 1 додатковий корінь на контролі в сорго зернового та 2 шт. у сорго суданки й соризу та відсутність такого в сорго віничного. У рН 4,0 і 4,5 вказують на формування на контролі коренів 2 і 5 шт., у сорго зернового — 3 і 6 шт., у сорго віничного — 1 і 4 шт., соризу — 3 і 7 шт. та сорго суданки — 4 і 8 шт. Збільшення коренів помітно за рН 5,0, що становило від 6 шт. до 10 шт.

Найвищі показники із формування кількості коренів отримано за рН 5,5 і 6,0 в усіх варіантах. Так, на контролі було встановлено кількість 12 і 15 шт., та у сорго судан-

ки — 16 і 18 шт. Найменшу кількість встановлено в сорго віничного — 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. (табл. 4).

На 7 добу культивування було встановлено кількість рослин, які загинули при клональному мікророзмноженні залежно від водневого показника. Так, за рН 3,0 отримано 100% загинувших рослин на усіх варіантах та видів. Вміст рН 3,5 дозволив отримати

Таблиця 4

Кількість коренів роду Сорго (Sorghum) залежно від водневого показника, шт.

Культура	рН								
	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 віничне	0	0	1	4	6	10	12	8	5
Сориз	0	2	3	7	10	14	16	12	8
Сорго суданка	0	2	4	8	10	16	18	15	6
НІР0,05	-	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3

Таблиця 5

Кількість рослин роду Сорго (Sorghum), що загинули залежно від водневого показника при клональному мікророзмноженні, %

Культура	рН								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
На 7 добу									
Контроль	100	93	81	53	19	8	1	22	67
Сорго зернове	100	90	80	56	27	10	5	25	60
Сорго віничне	100	96	86	69	33	12	10	28	74
Сориз	100	90	83	55	21	6	2	24	70
Сорго суданка	100	92	80	57	17	10	3	23	64
НІР0,05	-	0,3	0,4	0,6	0,8	0,3	0,5	0,2	0,4

Таблиця 6

Кількість рослин роду Сорго (Sorghum), що загинули залежно від водневого показника при укоріненні, %

Культура	рН								
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
На 7 добу									
Контроль	100	97	80	50	22	6	1	25	77
Сорго зернове	100	95	77	53	27	8	2	12	89
Сорго віничне	100	96	85	63	42	14	3	31	93
Сориз	100	94	83	47	24	8	-	28	81
Сорго суданка	100	90	80	49	28	10	-	22	79
НІР0,05	-	0,3	0,5	0,8	0,3	0,3	0,1	0,7	0,9

від 90 до 96% загинувших пагонів і найменші показники отримано у сорго зернового та соризу. За рН 4,0 відмічено відсоток загинувших від 80 до 86%, найнижчі показники були у сорго зернового й сорго суданки. 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 усіх варіантах за рН 5,0 і було від 17 до 33%. У сорго зернового 27%, у сорго віничного — 33%, соризу — 21% та сорго суданки — 17%.

Найменший відсоток загинувших був у варіантах рН 5,5 і 6,0. Так, на контрольному варіанті загинувших було 8 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 загинувших збільшувався від 22 до 28%. Істотне збільшення загинувших відмічено у варіанті із рН 7,0 від 64 до 74% (табл. 5).

Аналізуючи дані при укоріненні рослин, видно, що за рН 3,5 і 4,0 було отримано від 77 до 96% загинувших рослин. На контрольному варіанті цей показник становив 97 і 80%, у сорго зернового — 95 і 77%, у сориз — 94 і 83%, у сорго суданка — 90 і 80% і в сорго віничного — 96 і 85%. У варіанті з водневим показником 3,0 усі рослини загинули.

Встановлено, що за рН 4,5 і 5,0 у контролі загинувших було 50 і 22%, найбільше — в сорго віничного 63 і 42% та найменше — в 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 варіантів було загинувших 6 і 1%, у сорго суданки і соризу — 8 і 10%, та за рН 6,0 — відсутні загинувші. В сорго зернового було отримано 8 і 2%. У сорго віничного 14 і 3%. За рН 6,5 кількість рослин загинувших збільшилась від 12 до 31% відповідно.

Водневий показник 7,0 негативно впливав на рослини й у контрольному варіанті отримано загинувших 77%, у сорго зернового — 89%, у сориз — 81%, у сорго суданка — 79% і в сорго віничного — 93% (табл. 6).

Висновки. Водневий показник 3,0 і 3,5 негативно впливав на усі біометричні показники та створював загибель більшості рослин на всіх досліджуваних варіантах.

Дослідження вказують, що на всіх варіантах відмічено значні переваги усіх показників сорго суданки порівняно з усіма досліджуваними видами; найменші — у сорго віничного.

Встановлено, що за рН 6,5 та 7,0 відбувалось різке зниження висоти, кількості коренів, довжини в усіх видів Сорго та на контрольному варіанті.

Найвищі показники із формування усіх досліджуваних ростових процесів отримано за рН 5,5 і 6,0 в усіх варіантах.

ЛІТЕРАТУРА:

- Boxma, R. Effect of pH on the behaviour of various iron chelates in sphagnum (moss) peat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 1981, 12, 755–763.
- 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. 102, 277–287.
- Kannan, S. Correlative influence of pH reduction on recovery from iron chlorosis in sorghum varieties. *J. Plant Nutr.* 1980, 2, 507–516.
- Pant, Manu, 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* 73.: 2023: 9–12.
- Лавриненко Ю., Балашова Г., Котова О. Культивування рослин картоплі in vitro за мікроклонального розмноження. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94. № . 11. С. 43–47.
- Swain, N. C., and V. Surendra. «Effect of nutrient media, pH and temperature on in vitro growth of different *Alternaria* isolates.» *Journal of Plant Protection and Environment* 6.1. 2009.: 107–111.
- Ткаченко, О. А. et al. «Ліпідний склад *M. bovis* за тривалого пасажу швидкорослого штаму на щільному живильному середовищі з pH 6,5.» *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Том 10 № 2(37) Частина 1, 2009.
- 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. Біологія. Екологія*. 2010. Вип. Т. 18. С. 15–19.
- Петріна Р. О., Маснюк Я. Т. Калусогенез у культурі in vitro арніки пірської. *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»*. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2008. № . 609. С. 151–155.
- 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.
- Guo, Ge, Jie Xiao, and Byoung Ryong Jeong. «Iron source and medium pH affect nutrient uptake and pigment content in *Petunia hybrida* 'Madness Red' cultured in vitro.» *International Journal of Molecular Sciences* 23.16. 2022: 8943.
- 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.
- Подгасцький А. 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*, (18), 2022. 191–208. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.18.2022.270617>
- Подгасцький, А. А., Мацкевич, В. В., Філіпова, Л. М., & Кравченко, Н. В. Екзогенні детермінанти росту регенерантів павловнії in vitro. *The Scientific Heritage*, (53–2), 2020. С. 5–15.
- Біленька, О. М. Івченко ТВ, Мозговська ГВ, Віцена ТІ, Баштан НО, Мірошніченко ТМ, Методичні підходи щодо селекції та сучасних технологій розмноження і вирощування батату (*Ipomoea batatas* L.) (методичні рекомендації). Селекційне: ІОБ НААН, 2018.-36 с.
- Біотехнологія: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 091 «Біологія» / В. В. Андреева, Т. П. Бортник, Ю. Л. Рибак, М. О. Шепелюк. Луцьк, 2022. 47 с.
- Присяжнюк О. І., Климів Н. М., Полуніна О. В., та ін. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Монографія. Вінниця, ТОВ «Нітлан-ЛТД», 2021. 300с.
- Boxma, R. (1981). Effect of pH on the behaviour of various iron chelates in sphagnum (moss) peat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 12, 755–763.
- 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.
- Kannan, S. (1980). Correlative influence of pH reduction on recovery from iron chlorosis in sorghum varieties. *J. Plant Nutr.* 2, 507–516.
- Pant, Manu, 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.
- Lavrynenko Yu., Balashova H., Kotova O. (2016). *Kul'tyuvannia roslin kartopli in vitro za mikrokloналноho rozmnozhennia*. *Visnyk ahronoi nauky*. Т. 94. № . 11. С. 43–47.
- Swain, N. C., and V. Surendra. (2009). «Effect of nutrient media, pH and temperature on in vitro growth of different *Alternaria* isolates.» *Journal of Plant Protection and Environment* 6.1.: 107–111.
- Tkachenko, O. A. et al. «Ліпідний склад *M. bovis* за тривалого пасажу швидкорослого штаму на щільному живильному середовищі з pH 6,5.» *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Том 10 № 2(37) Частина 1, 2009.
- Dregval O. A., Cherevach N. V., Vinnikov A. I. (2010). Підбір оптимальних режимів кислотності середовища та аерації при глибинному культивуванні *Bacillus thuringiensis* і *Beauveria bassiana*. *Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія*. 2010. Вип. Т. 18. С. 15–19.
- Petrina R. O., Masniuk Ya. T. (2008). Калусогенез у культурі in vitro арніки гірської. *Вісник Навч. ун-ту «Львівська політехніка»*. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. № . 609. С. 151–155.
- 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*. Т. 42. № . 38. С. 24026–24034.
- Guo, Ge, Jie Xiao, and Byoung Ryong Jeong. (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* 23.16.: 8943.
- Holubenko A., Tsap V. (2016). Клональне мікророзмноження рослин *Acorus calamus* L. in vitro. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. № . 1. С. 54–56.
- Podhaietskyi A., Matskevych V., Filipova, L., Kravchenko N., & Karpuk, L. (2022). Оптимізація технології культивування павловнії (*Paulownia Siebold & Zucc.*) in vitro. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, (18), 191–208. <https://doi.org/10.37555/2707-3114.18.2022.270617>
- Podhaietskyi, A. A., Matskevych, V. V., Filipova, L. M., & Kravchenko, N. V. (2020). Екзогенні детермінанти росту регенерантів павловнії in vitro. *The Scientific Heritage*, (53–2), S.5–15.
- Bilenka, O. M. Ivchenko TV, Mozgovska HV, Vitsenia TI, Bashtan NO, Miroschnychenko TM, Metodychni pidkhody shchodo selektsii ta suchasnykh tekhnolohii rozmnozhenia i vyroshchuvannia batatu (*Ipomoea batatas* L.) (metodychni rekomendatsii). *Selektsiine: IOB NAAN*, 2018.-36 s.
- Biotehnolohiia: metodychni rekomendatsii do vykonannia laboratornykh robot dlia studentiv spetsialnosti 091 «Biolohiia» / V. V. Andreieva, T. P. Bortnik, Yu. L. Rybak, M. O. Shepeliuk. *Lutsk*, 2022. 47 s.
- Prisiazhniuk O. I., Klymovych N. M., Polunina O. V., ta in. *Metodolohiia i orhanizatsiia naukovykh doslidzhen v sil'skomu hospodarstvi ta kharchovykh tekhnolohiakh*. *Monohrafiia*. *Vynnytsia*, TOV «Nitalan-LTD», 2021. 300s.

АНОТАЦІЯ

UDC633.174:631.547

БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДУ СОРГО (*Sorghum*) ЗАЛЕЖНО ВІД pH СЕРЕДОВИЩА

В. І. ВОЙТОВСЬКА.

Мета. У статті представлені результати досліджень впливу pH середовища на біометричні показники рослин роду Сорго (*Sorghum*). Досліджено вплив водневого показника на висоту рослин і визначено, що найвищі показники були в сорго суданки, а найменші — в сорго віничного. **Результати.** Встановлено, що за pH 6,5 та 7,0 відбувалося різке зниження всіх біометричних показників у всіх видів Сорго та на контрольному варіанті. Вивчено кількість коренів і їх довжину залежно від pH 3,0 і 3,5 та визначено, що вони негативно впливають на ці показники. Встановлено, що найоптимальнішими pH для усіх Соргових видів варіанти від 5,5 до 6,0.

Ключові слова: водневий показник, in vitro, висота, довжина пагонів, укорінення.

ABSTRACT

UDC633.174:631.547

BIOMETRIC INDICATORS OF THE GENUS SORGHUM (*Sorghum*) DEPENDING ON THE pH OF THE ENVIRONMENT

V. I. VOITOVSKA

The article presents the results of research into the effect of pH on the biometric parameters of *Sorghum* plants. The influence of the hydrogen index on the height of plants was studied and it was determined that the highest indicators were in Sudanese sorghum, and the lowest in sorghum. It was established that at pH 6.5 and 7.0 there was a sharp decrease in all biometric indicators in all types of sorghum and in the control variant. The number of roots and their length depending on pH 3.0 and 3.5 were studied and it was highlighted that they have a negative effect on these indicators. It was established that the most optimal pH for all sorghums was selected from 5.5 to 6.0.

Key words: hydrogen index, in vitro, height, shoot length, rooting.