

Формування біометричних показників посівів проса прутіподібного за вирощування на кислих ґрунтах

О. І. Присяжнюк*, В. В. Мусіч

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com*

Мета. Установити особливості формування біометричних показників посівів проса прутіподібного за вирощування його на кислих ґрунтах, що належать до категорії маргінальних. **Методи.** Польові дослідження проводили на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2019–2021 рр. Просо прутіподібне ‘Морозко’ вирощували за схемою трифакторного польового досліду, із застосуванням вапнування ґрунту (25 % від потреби), адсорбенту МахіМаріп гранульований (30 кг/га), а також препаратів Гумат калію (Гуміфілд) (50 г/га) та Антистресант АміноСтар (1,0 л/га). Адсорбент вносили за два тижні перед сівбою культури локально в рядки, позакореневе підживлення рослин проводили у фазі кушення та повторно через два тижні. **Результати.** На другий рік вирощування проса прутіподібного густина рослин у фазі кушення становила від 12 до 21 шт./м. п., на третій – від 16 до 23 шт./м. п. рядка. Оскільки рослини вже в першій половині вегетації формували оптично щільний посів, тож подальше збільшення їх густоти не відбувалося, і в усіх варіантах досліду на час збирання культури було збережено кількість рослин, визначену у фазі кушення. Вапнування ґрунту не мало суттєвого впливу на формування цього показника, а основні відмінності були лише порівняно з варіантами внесення адсорбенту. Висота рослин у фазі кушення в досліді була приблизно на одному рівні: у 2020 р. – 24–30 см, у 2021-му – 12–16 см. Деяку тенденцію до її збільшення відзначено лише у варіантах з адсорбентом. Починаючи із фази виходу в трубку, істотно зростає вплив чинника позакореневого підживлення, ефективність якого підвищувалась на фоні застосування адсорбенту. Зокрема, у варіанті з Гуматом калію рослини в обидва роки досліджень порівняно з відповідними контролями були вищими на 5–15 см, а в разі комбінованого внесення цього препарату з Антистресантом АміноСтар – на 5–25 см. Розкислення ґрунту теж позитивно позначалось на рості рослин: у середньому за варіантами без вапнування у фазі виходу в трубку вони були заввишки 48–88 см, тоді як із внесенням вапна – 54–115 см. У 2020 р. аналогічні закономірності формування показника відзначено і в наступні фази розвитку. Натомість у 2021 р. на більш пізніх етапах вегетації культури різниця між цими варіантами досліду зменшувалась, а у фазі збирання навіть вищими на 6 см були рослини у варіантах, де вапно не застосовували. Подібна ситуація спостерігалась й у варіантах комбінованого застосування адсорбенту та позакореневого підживлення гуматами: у фазі виходу в трубку показники висоти рослин були значно вищими, однак уже у фазі цвітіння практично зрівнювались із контрольними варіантами, а на час збирання взагалі були дещо нижчими. **Висновки.** Максимальні параметри біометричних показників рослин проса прутіподібного отримано здебільшого у варіантах поєднання всіх трьох досліджуваних агротехнічних заходів. При цьому істотніше на їх формування впливало застосування адсорбенту та позакореневого підживлення рослин, аніж вапнування ґрунту, вплив якого був переважно тенденційним. Водночас ефективність цих технологічних чинників значною мірою визначалась погодними умовами вегетаційного періоду, що своєю чергою впливало на ростові процеси рослин та зумовлювало певне варіювання їх біометричних показників за роками досліджень.

Ключові слова: вапнування ґрунту; адсорбент; гумат; висота рослин; густина рослин.

Вступ

Дослідженнями вітчизняних та закордонних учених доведено, що для забезпечення потужного фітоценозу проса прутіподібного з довготривалим використанням необхідно вдосконалювати технологію вирощування культури [1, 2].

Усі процеси росту й розвитку рослин можна охарактеризувати як складні біологічні взаємодії, які визначаються закономірностями їх реакції на зміну умов вирощування. Саме тому істотний вплив на ріст рослин мають ґрунтово-кліматичні та агротехнічні чинники [3–5].

Серед усіх досліджуваних параметрів біометрики, оптимальна густина посівів проса прутіподібного на другий рік вегетації рослин є не менш важливою, ніж у перший рік. Адже попри конкурентну боротьбу з бур'янами, рослини освоюють вільні екологічні ніші, створюючи передумови формування високого рівня продуктивності в наступні роки. А відповідно окрім надзвичайної важливості забезпечення належної густоти посівів для ефективного освоєння агрофітоценозу, залишається актуальним і питання забезпечення високого рівня їх продуктивності, особливо в роки ефективного використання плантацій проса прутіподібного. А отже, в перший рік вегетації культури надзвичайно важливо сформувати оптимальну густоту її посівів, а от у наступні – вберегти рослини від загибелі та забезпечити за допомогою агротехнічних заходів сприятливі умови для їх подальшого розвитку. Відповідно динаміка зміни показників густоти посівів є своєрідним індикатором того, що всі заходи догляду спрацювали правильно і рослини добре розвиваються [6–8].

Дослідження особливостей росту й розвитку рослин проса прутіподібного впродовж вегетаційного періоду дає можливість розкрити найважливіші залежності процесу формування високої продуктивності культури. Однією з основних ознак, що визначає темпи росту й розвитку культурних рослин, є їхня висота впродовж вегетації [9, 10].

Мета досліджень – установити особливості формування біометричних показників посівів проса прутіподібного за вирощування його на кислих ґрунтах, що належать до категорії маргінальних.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження проводили в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2019–2021 рр.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем глибокий малогумусний вилугуваний піскуватий середньосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі (0–30 см) – 3,9 %, реакція ґрунтового середовища – кисла (рН 5,1). Ґрунт характеризується середньою забезпеченістю мінеральним азотом (нітратний – 16,4 та амонійний – 38,7 мг/кг ґрунту), низькою – рухомим фосфором (8,3 мг/кг ґрунту) та підвищеною – обмінним калієм (10,3 мг/кг ґрунту).

Загалом ґрунтові умови є сприятливими для вирощування біоенергетичних культур, за винятком значної кислотності, яка призводить до малодоступності рослинам основних елементів живлення та низької схожості насіння. Оскільки, згідно з актом Європейського законодавства № 1305/2013, індикатором маргінальності земель для вирощування сільськогосподарських культур є кислотність ґрунту рН (H₂O) < 5,5 в орному шарі, то цей тип ґрунту можна віднести до маргінальних, і таких, що мало використовуються для вирощування сільськогосподарських культур у зоні проведення досліджень.

Погодні умови, що склались у роки проведення досліджень, були типовими для зони нестійкого зволоження Лісостепу України, мали певні відхилення від середньобогаторічних їх значень, однак це не стало на заваді отриманню об'єктивних експериментальних даних польових досліджень.

Зокрема, протягом вегетаційного періоду 2020 р. сума активних температур становила 2766,7 °С, що переважало багаторічну норму на 242,2 °С. Водночас докладніший аналіз температурних показників, передусім їх максимумів, дає змогу стверджувати, що впродовж усіх місяців вегетації культури склались досить сприятливі умови без значного перевищення допустимого рівня температури (табл. 1).

Таблиця 1

**Сума активних температур та абсолютний максимум температури повітря
впродовж вегетаційного періоду у 2020–2021 рр.**

Показник	Роки	Місяць						За вегетацію (IV–IX)	За рік
		IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Сума активних температур, °С	2020	138,9	336,8	611,2	621,2	609,2	449,4	2766,7	–
	2021	386,2	582,9	692,5	578,5	305,1	386,2	2545,2	–
	Середня багаторічна	119,7	402,3	516,0	584,5	557,4	344,6	2524,5	2622,5
Абсолютний максимум температури повітря, °С	2020	22,0	27,0	31,0	31,0	33,0	33,0	33,0	–
	2021	20,5	24,0	33,0	33,0	31,0	26,0	33,0	–
	Багаторічний максимум	29,7	31,5	37,0	35,6	39,3	36,1	39,3	39,3

В умовах 2021 р. сума активних температур протягом вегетаційного періоду становила 2545,2 °С, що більше норми на 20,7 °С. Абсолютний максимум температури повітря за вегетаційний період – 33,0 проти 39,3 °С як багаторічного показника.

Дослідження виконували згідно зі схемою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2

**Розроблення елементів технології вирощування проса прутіподібного
на маргінальних землях**

Розкислення ґрунту	Застосування адсорбенту	Позакореневе підживлення
Без застосування вапна	Без адсорбенту	Без підживлення
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га
Вапнування ґрунтів, 25 % від потреби	Без адсорбенту	Без підживлення
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га

Адсорбент вносили в ґрунт за два тижні перед сівбою проса прутіподібного локально в рядки, позакореневе підживлення рослин проводили у фазі кушення та повторно через два тижні. Площа посівної ділянки становила 35 м², облікової – 25 м²; повторність – триразова. У досліді висівали сорт проса прутіподібного ‘Морозко’, селекції ІБКіЦБ НААН.

Експериментальні дослідження проводили згідно з методиками польового досліду та спеціальними методиками [11–13].

Результати досліджень

Показники густоти рослин проса прутіподібного на другий (2020) та третій (2021) роки вегетації залежно від застосовуваних агротехнічних заходів наведено в таблиці 3. У середньому за варіантами досліду густота рослин проса прутіподібного на другий рік вегетації становила у фазі кушення 17,2 шт. на один погонний метр рядка.

Густота рослин проса прутоподібного залежно від елементів технології вирощування, шт./м. п. (2020–2021 рр.)

Розкислення ґрунту	Застосування адсорбенту	Позакореневе підживлення	2020		2021	
			у фазі кушення	перед збиранням	у фазі кушення	перед збиранням
Без застосування вапна	Без адсорбенту	Без підживлення	15	15	16	16
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	16	16	17	17
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	15	15	16	16
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	18	18	19	19
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	17	17	18	18
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	20	20	21	21
Вапнування ґрунтів, 25 % від потреби	Без адсорбенту	Без підживлення	12	12	16	16
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	16	16	18	18
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	17	17	18	18
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	19	19	21	21
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	20	20	21	21
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	21	21	23	23
НІР _{0,05}			2	2	2	2

Аналогічно першому року вегетації, розкислення ґрунту не впливало на формування цього показника, а основні відмінності були лише порівняно з варіантами внесення адсорбенту МахіМарін гранульований. Зокрема, в разі внесення адсорбенту без застосування вапна густота рослин проса прутоподібного збільшувалась на 3,3 шт./м. п., а за поєднання цього заходу з розкисленням ґрунту – на 8,0 шт./м. п. порівняно з відповідними контрольними варіантами.

На другий рік вирощування рослини проса прутоподібного на середину вегетації формували оптично світлонепроникний посів, а тому подальше зростання їх густоти не відбувалося. Відповідно в усіх варіантах досліду було збережено кількість рослин, визначену у фазі кушення.

Що стосується відмінностей у густоті посівів, то максимальні їх значення отримано у варіантах внесення МахіМарін гранульований у поєднанні з Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га. За таких умов густота рослин проса прутоподібного становила 20–21 шт./м. п., що є свідченням доброго їх забезпечення вологою та елементами захисту від стресових чинників, також дозійшло насіння ще й на другий рік вегетації культури.

На третій рік вирощування рослини проса прутоподібного вже в першій половині вегетації формували оптично щільний посів, а тому подальше збільшення їх густоти не відбувалося. В усіх варіантах дослідів було збережено кількість рослин культури, визначену на час настання фази куцнення.

Що ж до впливу чинників дослідів, то аналогічно першому та другому року вегетації, розкислення ґрунту кардинально не впливало на густоту посівів проса прутоподібного. Зокрема, у варіанті без застосування вапна та за умови внесення адсорбенту МахіМарін гранульований рослин було більше на 3,0 шт./м. п., а в разі поєднання з розкисленням ґрунту – на 5,0 шт./м. п. порівняно з відповідними контрольними варіантами.

Максимальні показники густоти рослин проса прутоподібного були у варіантах внесення МахіМарін гранульований у поєднанні з Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га – 21–23 шт./м. п.

На особливості формування висоти рослин проса прутоподібного значний вплив мають гідротермічні умови, а тому варто докладніше зупинитись на характеристичі зміни цього показника залежно від впливу елементів технології вирощування у 2020 році (табл. 4).

Таблиця 4

Висота рослин проса прутоподібного на другий рік вегетації залежно від елементів технології вирощування, см (2020 р.)

Розкислення ґрунту	Застосування адсорбенту	Позакореневе підживлення	У фазі		
			куцніння	виходу в трубку	збирання врожаю
Без застосування вапна	Без адсорбенту	Без підживлення	25	35	160
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	24	40	165
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	27	50	170
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	28	45	168
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	30	60	170
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	30	55	180
Вапнування ґрунтів, 25 % від потреби	Без адсорбенту	Без підживлення	27	48	170
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	32	55	175
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	27	60	180
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	28	45	170
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	29	60	177
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	28	55	180
НІР _{0,05}			5	7	9

Застосування досліджуваних агротехнічних заходів позитивно вплинуло на формування висоти рослин проса прутоподібного. Зокрема, у варіантах без вапнування та адсорбенту у фазі кушення вони досягали заввишки 24–27 см, тоді як за внесення МахіМарін гранульований – 28–30 см. Оскільки на ранніх етапах росту й розвитку рослин не застосовували позакореневого підживлення Гуматом калію (Гуміфілд) та Антистресантом АміноСтар, а тому істотного відхилення їх висоти у цих варіантах не відзначено. По суті, цей агротехнічний захід має мінімальну післядію і не може істотно впливати на ріст і розвиток рослин наступного року вегетації.

Оброблення рослин у фазі кушення Гуматом калію (Гуміфілд), 50 г/га та Гуматом калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га сприяло формуванню вищих рослин у фазі виходу в трубку. Зокрема, у варіанті з Гуматом калію рослини порівняно з відповідними контролями були вищими на 5–15 см, а в разі комбінованого внесення цього препарату з Антистресантом АміноСтар – на 10–15 см.

Розкислення ґрунту теж позитивно позначалось на формуванні висоти рослин: у середньому за варіантами досліді без вапнування рослини у фазі виходу в трубку були заввишки 47,5 см, тоді як у варіантах із внесенням вапна – 53,8 см, у фазі збирання – 168,8 та 175,3 см відповідно.

Загалом застосування адсорбенту та позакореневого підживлення сприяло формуванню ліпших параметрів висоти рослин навіть на більш пізніх етапах їх росту й розвитку. Зокрема, максимальні по досліді показники висоти рослин у фазі збирання були у варіантах із позакореневим підживленням препаратами Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га – 180 см.

Відомо, що інтенсивність приростів рослин проса прутоподібного значною мірою визначається гідротермічними умовами. А тому варто докладніше розглянути особливості формування показників висоти рослин культури залежно від впливу елементів технології вирощування в умовах вегетаційного періоду 2021 року (табл. 5).

На ранніх етапах росту й розвитку рослин, коли не застосовували позакореневого підживлення Гуматом калію (Гуміфілд) та Антистресантом АміноСтар, істотного відхилення висоти рослин на цих варіантах досліді не спостерігали і в третій рік вегетації посівів. Причому такі агрозаходи, як вапнування та застосування адсорбенту МахіМарін гранульований, що були застосовані на початку закладання плантацій проса прутоподібного, теж істотно не впливали на висоту рослин у фазі кушення.

Водночас додаткове оброблення рослин у фазі кушення Гуматом калію (Гуміфілд) та його композицією з Антистресантом АміноСтар, сприяло збільшенню їхньої висоти у фазі виходу в трубку. Зокрема, у варіанті з Гуматом калію приріст цього показника порівняно з відповідними контролями становив 5–10 см, а за комбінованого внесення Гумату калію (Гуміфілд) з Антистресантом АміноСтар – 5–25 см.

Варто зазначити, що в період активного розвитку рослин проса прутоподібного вапнування також позитивно позначилось на формуванні висоти рослин: у середньому за варіантами без вапнування у фазі виходу в трубку вони досягали заввишки 88 см, тоді як у варіантах зі внесенням вапна – 115 см. На більш пізніх етапах вегетації культури різниця між цими варіантами досліді зменшувалась, а у фазі збирання врожаю навіть вищими на 6 см були рослини у варіантах, де вапно не застосовували.

Аналогічну закономірність відзначено й у варіантах застосування адсорбенту МахіМарін гранульований та позакореневого підживлення гуматами: у фазі виходу в трубку показники висоти рослин були значно вищими, однак уже у фазі цвітіння практично зрівнювались із контрольними варіантами. Ба більше, на час збирання у варіантах максимального впливу з агротехнічної точки зору рослини проса прутоподібного були дещо нижчими.

**Висота рослин проса прутноподібного на третій рік вегетації
залежно від елементів технології вирощування, см (2021 р.)**

Розкислення ґрунту	Застосування адсорбенту	Позакореневе підживлення	У фазі			
			кущіння	виходу в трубку	цвітіння	збирання врожаю
Без застосування вапна	Без адсорбенту	Без підживлення	13	70	140	200
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	12	80	130	210
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	13	84	120	205
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	14	93	135	190
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	15	100	140	180
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	15	100	130	205
Вапнування ґрунтів, 25 % від потреби	Без адсорбенту	Без підживлення	14	90	140	185
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	16	100	140	195
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	13	115	130	187
	МахіМарін гранульований, 30 кг/га	Без підживлення	14	125	140	210
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га	14	130	140	198
		Гумат калію (Гуміфілд), 50 г/га + Антистресант АміноСтар, 1,0 л/га	14	130	140	180
НІР _{0,05}			6	8	10	12

Висновки

У середньому за варіантами дослідів густина рослин проса прутноподібного на другий рік вегетації становила у фазі кушення 17,2 шт./м. п. (від 12 до 21 шт./м. п.), а на третій – 18,7 шт./м. п. рядка (від 16 до 23 шт./м. п.). Максимальні параметри густоти рослин в обидва роки досліджень – 20–21 і 21–23 шт./м. п. відповідно були у варіантах застосування МахіМарін гранульований, 30 кг/га у поєднанні з Гуматом калію (Гуміфілд), 50 г/га та антистресантом АміноСтар, 1,0 л/га незалежно від внесення вапна для розкислення ґрунту.

Висота рослин у фазі кушення в досліді була приблизно на одному рівні: у 2020 р. – 24–30 см, у 2021-му – 12–16 см. Деяку тенденцію до її збільшення відзначено лише у варіантах з адсорбентом. Починаючи із фази виходу в трубку, істотно зростає вплив чинника позакореневого підживлення, ефективність якого підвищувалась на фоні застосування адсорбенту. Зокрема, у варіанті з Гуматом калію рослини в обидва роки досліджень порівняно з відповідними контролями були вищими на 5–15 см, а в разі комбінованого внесення цього препарату з Антистресантом АміноСтар – на 5–25 см. Розкислення ґрунту теж позитивно позначалось на рості рослин: у середньому за варіантами без вапнування у

фазі виходу в трубку вони були заввишки 48–88 см, тоді як із внесенням вапна – 54–115 см. У 2020 р. аналогічні закономірності формування показника відзначено і в наступні фази розвитку. Натомість у 2021 р. на більш пізніх етапах вегетації культури різниця між цими варіантами досліду зменшувалась, а у фазі збирання навіть вищими на 6 см були рослини у варіантах, де вапно не застосовували. Подібна ситуація спостерігалась й у варіантах комбінованого застосування адсорбенту та позакореневого підживлення гуматами: у фазі виходу в трубку показники висоти рослин були значно вищими, однак уже у фазі цвітіння практично зрівнювались із контрольними варіантами, а на час збирання взагалі були дещо нижчими.

Використана література

1. Schmer M. R., Liebig M. A., Vogel K. P., Mitchell R. B. Field-scale soil property changes under switchgrass managed for bioenergy. *GCB Bioenergy*. 2011. Vol. 3, Iss. 6. P. 439–448. doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01099.x
2. Мороз О. В., Смірних В. М., Курило В. Л. та ін. Світчграсс як нова фітоенергетична культура. *Цукрові буряки*. 2011. № 3. С. 12–14.
3. Christian D. G., Riche A. B., Yates N. E. The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. *Bioresource Technology*. 2002. Vol. 83, Iss. 2. P. 115–124. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00201-2
4. Кулик М. І., Галицька М. А., Дьомін Д. Г. Агробіомаса та енергетичні культури для виробництва біопалива : науково-практичні рекомендації. Дніпро, 2018. 36 с.
5. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 1. С. 11–17. doi: 10.31210/visnyk2018.01.01
6. Кулик М. І., Курило В. Л. Енергетичні культури для виробництва біопалива : довідник. Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 74 с.
7. Switchgrass: A valuable biomass crop for energy / A. Monti (Ed.). London, UK : Springer, 2012. 209 p. doi: 10.1007/978-1-4471-2903-5
8. Keshwani D. R., Cheng J. J. Switchgrass for bioethanol and other value-added applications: a review. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100, Iss. 4. P. 1515–1523. doi: 10.1016/j.biortech.2008.09.035
9. Parrish D. J., Fike J. H. The Biology and Agronomy of switchgrass for Biofuels. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2005. Vol. 24, Iss. 5–6. P. 423–459. doi: 10.1080/07352680500316433
10. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2011. Вип. 15(2). С. 85–90.
11. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Методологія і організація наукових досліджень у сільському господарстві та харчових технологіях. Київ : Нілан-ЛТД, 2021. 300 с.
12. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.
13. Фучило Я. Д., Сінченко В. М., Ганженко О. М. та ін. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь. Київ : Логос, 2018. 240 с.

References

1. Schmer, M. R., Liebig, M. A., Vogel, K. P., & Mitchell, R. B. (2011) Field-scale soil property changes under switchgrass managed for bioenergy. *GCB Bioenergy*, 3(6), 439–448. doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01099.x
2. Moroz, O. V., Smirnykh, V. M., Kurylo, V. L., Herasymenko, Yu. P., Mostovna, N. A., Horobets, A. M., & Kulyk, M. I. (2015). Switchgrass as a new phyto-energy culture. *Sugar Beet*, 3, 12–14. [In Ukrainian]

3. Christian, D. G., Riche, A. B., & Yates, N. E. (2002). The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. *Bioresource Technology*, 83(2), 115–124. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00201-2
4. Kulyk, M. I., Halytska, M. A., & Domin, D. H. (2018). *Agrobiomass and energy crops for biofuel production: scientific and practical recommendations*. Dnipro: N.p. [In Ukrainian]
5. Kurylo, V. L., Rakhmetov, D. B., & Kulyk, M. I. (2018). Biological features and potential of yield of energy cultures of the family of thin-skinned in the conditions of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 11–17. doi: 10.31210/visnyk2018.01.01 [In Ukrainian]
6. Kulyk, M. I., & Kurylo, V. L. (2017). *Energy crops for biofuel production: a guide*. Poltava: RVV PDAA. [In Ukrainian]
7. Monti, A. (Ed.). (2012). *Switchgrass: A valuable biomass crop for energy*. London, UK: Springer. doi: 10.1007/978-1-4471-2903-5
8. Keshwani, D. R., & Cheng, J. J. (2009). Switchgrass for bioethanol and other value-added applications: a review. *Bioresource Technology*, 100(4), 1515–1523. doi: 10.1016/j.biortech.2008.09.035
9. Parrish, D. J., & Fike, J. H. (2005). The Biology and Agronomy of switchgrass for Biofuels. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(5–6), 423–459. doi: 10.1080/07352680500316433
10. Roik, M. V., Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Hanzhenko, O. M., & Kvak, V. V. (2011). The efficiency of growing high-yielding energy crops. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University*, 15(2), 85–90. [In Ukrainian]
11. Prysiazhniuk, O. I., Klymovych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Kyiv: Nilan-LTD. [In Ukrainian]
12. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite*. Kyiv: PolihrafKonsaltnyh. [In Ukrainian]
13. Fuchylo, Ya. D., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya., Pyrkin, V. I., Prysiazhniuk, O. I., ... Zelinskyi, B. V. (2018). *Research methodology of willow and poplar energy plantations*. Kyiv: Lohos. [In Ukrainian]

UDC 633.282:631.559:620.952

Prysiazhniuk, O. I., & Musich, V. V. (2022). Formation of biometric parameters of switchgrass on acid soils. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 30, 61–70. [in Ukrainian]

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

Purpose. To establish the peculiarities of the biometric parameters of switchgrass cultivated on acid soils attributed to the category of marginal land. **Methods.** Field experiment was carried out at the Uladvka-Liulyntsi Experimental Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences in the years 2019–2021. Switchgrass variety ‘Morozko’ was grown in the a three-factor field experiment, with the application of lime (25% of the need), MaxiMarin granulated adsorbent (30 kg/ha), potassium humate (Humifield) (50 g/ha) and Antistress AminoStar (1.0 l/ha) to the soil. The adsorbent was applied two weeks before sowing the crop locally in the rows, foliar application of fertilizers was carried out in the budding stage and the second time after two weeks. **Results.** In the second year of cultivation, the plant density in the tillering stage was from 12 to 21, in the third year from 16 to 23. Since the plants already formed an optically dense crop in the first half of the vegetation season, there was no further increase in the plant density, and in all treatments of the experiment, the number of plants determined in the tillering stage was preserved at the time of harvesting. Application of lime to the soil did not have a significant impact on the formation of this indicator, and the main differences were only compared to the treatments with applying the adsorbent. The height of the plants in the

tillering stage in the experiment was approximately at the same level: in 2020, 24–30 cm and 2021, 12–16 cm. A tendency of the increase was noted only in the treatments with adsorbent. Starting from the stage of leaf-tube formation, the influence of the factor of foliar application of fertilizers increased significantly, the effectiveness of which increased against the background of the adsorbent application. In particular, in the treatment with potassium humate, the plants were 5–15 cm taller in both years of the experiment compared to the corresponding controls, and in the case of the combined application of potassium humate with AminoStar Antistress plant height exceeded by 5–25 cm. Soil deoxidation also had a positive effect on plant growth: on average of the treatments without liming, in the leaf-tube formation, the plants were 48–88 cm tall, while with the application of lime 54–115 cm. In 2020, similar patterns of this indicator formation were noted in the following stages of development. On the other hand, in 2021, at the later stages of the crop vegetation, the difference between these experimental treatments decreased, and in the harvesting stage, the plants in the treatments where lime was not applied were even taller by 6 cm. A similar situation was observed in the treatments with the combined application of the adsorbent and foliar application of humates: in the stage of leaf-tube formation, the plant height was significantly higher, but already in the flowering stage it was practically equal to the control treatments, and at the time of harvesting it was somewhat lower. **Conclusions.** The maximum values of the biometric parameters of switchgrass were obtained mostly in the treatments with the combination of all three investigated agrotechnical measures. At the same time, their formation was more significantly affected by the use of adsorbent and foliar feeding of plants than by liming the soil, the effect of which was mostly tendentious. At the same time, the effectiveness of these technological factors was largely determined by the weather conditions of the growing season, which in turn affected the growth processes of plants and caused certain variations in their biometric parameters over the years of research.

Keywords: soil liming; adsorbent; humate; plant height; plant density.

Надійшла / Received 15.07.2022

Погоджено до друку / Accepted 07.09.2022

УДК 633.9:631.54

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.268946>

Вплив азотного удобрення та позакореневого підживлення на продуктивність та енергетичну ефективність плантацій міскантусу гігантського

О. І. Присяжнюк*, С. В. Пенькова

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com*

Мета. Удосконалити технологію догляду за плантаціями міскантусу гігантського та встановити особливості формування його продуктивності за використання різних видів добрив, починаючи з другого року вегетації культури. **Методи.** Дослідження виконували впродовж 2020–2021 рр. в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, що розташована в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Схема досліду передбачала внесення навесні в зону рядка мінеральних добрив [аміачна селітра + сульфат амонію ($N_{24} + S_6$ кг/га д. р.), аміачна селітра (N_{24} кг/га д. р.)] та позакореневе підживлення гуматами (Вермісол, 8 л/га, Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га) і комплексним добривом з амінокислотами (Квантум Аміномакс 0,5 л/га). Мінеральні добрива вносили локально в міжряддя до появи сходів міскантусу, позакореневе підживлення рослин гуматами та антистресантом проводили