

В статті отражені результати досліджень по изученню впливу гербицида Калибр, внесенного окремо і спільно з регулятором росту Биолан, на ростові процеси пшениці озимої сорту Подолька і її урожайність. Установлено, що при внесенні гербицида Калибр в оптимальній нормі (60 г/га) показники росту були високими, в той час як спільне внесення даного гербицида з регулятором росту рослин Биолан дозволило отримати більш високі результати висоти рослин при нормі внесення 45 г/га. В даному варіанті експерименту отримано і найвищу прибавку урожаю пшениці озимої.

Ключеві слова: регулятор росту, гербицид, пшениця озима, висота рослин, урожайність.

Annotation

Leontiuk I. B.

Influence of herbicide Calibre and growth regulator Biolan on plant height and yield of winter wheat

The article deals with results of research on the effects of herbicide Calibre, used separately and together with growth regulator Biolan on growth processes of winter wheat variety Podolyanka and its yield. It is found that when using the optimal rate of herbicide Calibre (60 g/ha) growth indicators were the highest, while compatible using of this herbicide with plant growth regulator Biolan allowed to get better results of plant height at a rate of using 45 g/ha. In this variant of the experiment the highest increasing of winter wheat harvest is received.

Keywords: growth regulator; herbicide; winter wheat; plant height; yield.

Надійшла 15.03.2015

УДК 633:582.547.11

МАНДРОВСЬКА С. М., старший науковий співробітник,

БАЛАН В. М., доктор с.-г. наук, професор

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

e-mail: sveta_mandrovskal969@mail.ru

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.) ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Наведено результати досліджень по комплексній оцінці посіву проса прутіподібного залежно від норми висіву насіння (вихідної густоти стояння) та сортів особливостей. Встановлено, що в умовах Центрального Лісостепу України найвища продуктивність культури в середньому за 2011–2014 рр. була в сорту Кейв-ін-Рок за норми висіву насіння 7,70 кг/га у помірно зволожені роки (ГТК 1,5–1,6).

Ключові слова: просо прутіподібне, норма висіву насіння, сорти, гідротермічний коефіцієнт (ГТК), фази розвитку, врожайність біомаси.

Постановка проблеми. Багаторічні злакові культури є найбільш придатною сировиною для виробництва твердих видів біопалива і основою для біоенергетики в багатьох країнах світу. Вони здатні накопичувати велику кількість біомаси за рахунок фотосинтезу, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені. Однією з перспективних високорентабельних злакових культур є просо прутіподібне (*Panicum virgatum* L.), яке є новою культурою для ґрунтово-кліматичних умов України і за типом проходження процесів фотосинтезу належить до групи С4.

У багатьох європейських країнах просо прутіподібне використовується як енергетична культура для виробництва метанолу, целюлозних і волокнистих ущільнюючих композиційних матеріалів. Рослини проса прутіподібного можуть вирощуватися на різних ґрунтах, вони не вимогливі до вмісту вологи і поживних речовин у ґрунті мають високу

стійкість до хвороб і шкідників та позитивно впливають на навколишнє середовище. За низької собівартості і малих ризиках вирощування, культура вимагає незначних вкладень, даючи високі врожаї біомаси на малопродуктивних еродованих землях.

Ще нещодавно злаки вирощували лише для кормів худоби, на даний же час вони є цінною сировиною (біомасою) для виробництва твердих видів біопалива. Біологічні особливості проса прутоподібного вдало поєднуються з цілою низкою цінних господарських характеристик – високою адаптивністю, ефективним використанням потенціалу території, високою продуктивністю й низькою собівартістю біомаси.

Важливою агротехнічною ознакою проса прутоподібного є здатність збагачення ґрунту органічними речовинами. Вирощування рослин даної групи є радикальним засобом боротьби з ерозією ґрунтів, сприяє покращенню екологічної ситуації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найважливішими факторами у технології вирощування проса прутоподібного є місце висівання, стан спокою насіння, наявність вологи, температурний режим, строки висівання. Суттєвим фактором оптимізації росту й розвитку рослин культури є їх захист від бур'янів, перш за все за рахунок застосування гербіцидів. Потреба в них може відрізнятись залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, низовинних і височинних екотипів культури [1–3].

В основі більшості рекомендацій щодо норми висіву лежить маса насіння в кілограмах на гектар, хоча можливо кращим показником буде кількість пророщених рослин на квадратний метр та їх куціння. Рекомендована норма висіву коливається в межах 2,4–10 кг насіння посівної придатності на гектар [1, 4, 5].

Сорти, які мають дрібне насіння, мають меншу норму висіву (в кг/га), ніж сорти з крупним насінням. Бажана кількість насіння (рослин) на квадратний метр, необхідна для формування хорошого травостою у перший рік, коливатиметься залежно від умов навколишнього середовища. Так, незважаючи на те, що 10–20 насіння (рослин) на квадратний метр може бути достатнім для отримання задовільного травостою, більшість підтверджених норм висіву набагато більші – 80–300 насіння на квадратний метр [2, 3].

Експериментальна робота по вирощуванню проса прутоподібного як біоенергетичної культури в умовах України була розпочата в 2008 році. Дослідження, проведені впродовж 2008–2014 рр. на Веселоподільській (Полтавська обл.) та Ялтушківській (Вінницька обл.) дослідно-селекційних станціях Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, показали, що вирощування проса прутоподібного як альтернативного джерела енергії потребує вивчення й обґрунтування елементів технології (сортів, строків сівби, норми висіву насіння, густоти стояння, ширини міжрядь, системи удобрення, способів підготовки насіння для сівби та ін.) відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [1–5].

Зважаючи на це, **метою** наших досліджень було провести комплексну оцінку посіву проса прутоподібного за довготривалого використання залежно від вихідної густоти норми висіву насіння та сортових особливостей.

Матеріали та методика досліджень. Упродовж 2011–2014 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН була проведена комплексна система спостережень й оцінки посівів проса прутоподібного. При цьому вивчали вплив вихідної густоти стояння (норми висіву насіння), сортових особливостей і погодних умов на ріст, розвиток та продуктивність проса прутоподібного.

Ґрунт дослідних ділянок – темно сірий опідзолений. Вміст в орному шарі ґрунту гумусу (за Тюрнімом) становить 2,23%, ступінь насичення основами – 71%, рН_{сол.} 5,9, сума ввібраних основ невисока (14–17 мг-екв/100 г ґрунту). Вміст легкогідролізованого азоту – 5,02 мг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) – відповідно 12,0 і 5,6 мг на 100 г ґрунту.

Дослідження проводили за схемою двофакторного польового дослідження: *фактор А* – сорти (Кейв-ін-Рок та Шелтер), *фактор В* – норми висіву насіння (1,54, 3,08, 4,62, 6,16 (контроль) та 7,70 кг/га).

Обліки та спостереження у дослідженнях проводились відповідно Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур [6].

Методика закладання і проведення дослідів загальноприйнята, за Б. О. Доспеховим [7]. Площа посівної ділянки становила 11,2 м², повторність – чотириразова. Розміщення ділянок систематичне. Узагальнення показників вирощування проса прутоподібного проводили методом статистичних угруповань, погодних умов років і окремих періодів, використовуючи показники температури повітря, кількості опадів через гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за даними спостережень геофізичної лабораторії м. Києва.

Результати досліджень. Аналіз погодних умов вегетаційного періоду проса прутоподібного впродовж 2011–2014 рр. показав, що вони в регіоні проведення досліджень були досить мінливими. Більш посушливими були 2011 та 2013 рр. (особливо в першу половину вегетаційного періоду), решта років – близькими до середньобогаторічних значень.

Із посушливих років (у першу половину вегетації), найбільш характерним був 2013 рік – значення ГТК коливалось у межах 1,0–0,7. Фенологічні спостереження здійснені впродовж цього вегетаційного періоду дозволяють відмітити наступне (табл. 1).

Так, за сівби 20 квітня появу повних сходів культури було відмічено в сорту Кейв-ін-Рок 8 травня, сорту Шелтер – 10 травня, або відповідно через 18 та 20 діб після сівби. Настання наступних фаз розвитку – трубкування, викидання волоті, цвітіння та дозрівання, в обох сортів відбувалось практично одночасно. В цілому засушливий період на початку літа спричинив раннє пожовтіння та пригнічення рослин проса прутоподібного: станом на 01.07 рослини розпочали жовтіти й припиняли вегетацію. Суцільне пожовтіння й в подальшому побуріння рослин відмічено 20–22 вересня (табл. 1).

Серед помірно вологих років найбільш характерним був 2012 рік – значення ГТК коливалось в окремі періоди від 2,3 до 1,5, від 1,7 до 1,2 і 1,6 до 0,7. За сівби 25 квітня повні сходи отримали 11 травня в сорту Кейв-ін-Рок і 10 травня – в сорту Шелтер, тобто через 11 і 10 днів після сівби відповідно.

Таблиця 1

Строки проходження фаз розвитку рослинами проса прутоподібного залежно від сортових особливостей і погодних умов вегетаційного періоду (2011–2014 рр.)

Сорт	Рік	Фази розвитку						
		сівба	сходи	кущіння	трубкування	цвітіння	дозрівання насіння	суцільне пожовтіння і побуріння
Кейв-ін-Рок	2011	<u>06.05</u> 1,3	<u>21.05</u> 1,3	<u>20.06</u> 0,8	<u>30.06</u> 0,8	<u>15.07</u> 0,9	<u>30.08</u> 0,9	<u>25.10</u> 1,3
	2012	<u>25.04</u> 2,3	<u>11.05</u> 1,5	<u>25.05</u> 1,7	<u>04.06</u> 1,2	<u>24.06</u> 1,2	<u>14.07</u> 1,6	<u>08.09</u> 0,7
	2013	<u>20.04</u> 1,0	<u>08.05</u> 1,0	<u>16.05</u> 0,7	<u>24.05</u> 0,7	<u>30.07</u> 0,3	<u>30.08</u> 0,9	<u>20.09</u> 5,1
	2014	<u>06.05</u> 2,1	<u>20.05</u> 3,0	<u>21.06</u> 1,0	<u>30.06</u> 1,0	<u>14.07</u> 1,1	<u>26.08</u> 0,6	<u>20.10</u> 0,9
Шелтер	2011	<u>06.05</u> 1,3	<u>20.05</u> 1,3	<u>20.06</u> 0,8	<u>30.06</u> 0,8	<u>15.07</u> 0,9	<u>30.08</u> 0,9	<u>25.10</u> 1,3
	2012	<u>25.04</u> 1,3	<u>10.05</u> 1,5	<u>29.05</u> 1,7	<u>07.06</u> 1,2	<u>27.06</u> 1,2	<u>17.07</u> 1,6	<u>10.08</u> 0,7
	2013	<u>20.04</u> 1,3	<u>12.05</u> 1,0	<u>17.05</u> 0,7	<u>25.05</u> 0,7	<u>30.07</u> 0,3	<u>30.08</u> 0,9	<u>22.09</u> 5,1
	2014	<u>06.05</u> 2,1	<u>11.05</u> 3,0	<u>22.06</u> 1,0	<u>02.07</u> 1,0	<u>16.07</u> 1,1	<u>28.08</u> 0,6	<u>21.10</u> 0,9

* Примітка: чисельник – строки настання фаз розвитку; знаменник – показник ГТК.

Слід відмітити, що за окремими фазами розвитку рослини сорту Шелтер дещо відставали від рослин сорту Кейв-ін-Рок. Так, фаза кущіння у сорту Шелтер відмічена 29 травня, у сорту Кейв-ін-Рок – 25 травня; трубкування – відповідно 07.06 та 04.06. Строки настання наступних фаз розвитку в обох сортів також різнилися, зокрема суцільне

пожовтіння й побуріння рослин у сорту Кейв-ін-Рок було відмічено 08.09, у сорту Шелтер – 22.09 (табл. 1). Разом із тим, не встановлено суттєвої різниці за строками проходження основних фаз розвитку рослин залежно від норми висіву насіння.

Одним із завдань наших досліджень було вивчення особливостей формування густоти рослин проса прутіподібного в динаміці залежно від норми висіву насіння (вихідної густоти), сортових особливостей та тривалості використання травостою проса прутіподібного.

Як уже відмічалось раніше, сівбу у дослідках впродовж 2011–2014 рр. проводили в третій декаді квітня – першій декаді травня. При значенні ГТК у 2012 році в період сівба–сходи, сходи були дружніми. Найбільше сходів з'явилося у сорту Кейв-ін-Рок – 945 шт./м² (норма висіву – 7,70 кг/га), найменше – 860 шт./м², у сорту Шелтер (норма висіву – 7,70 кг/га). Залежно від норми висіву насіння густота сходів у сорту Кейв-ін-Рок коливалася в межах від 364 (норма висіву – 1,54 кг/га), до 945 шт./м² (норма висіву – 7,70 кг/га), у сорту Шелтер – відповідно від 286 (норма висіву – 1,54 кг/га) до 860 шт./м² (норма висіву – 1,54 кг/га).

Залежно від норми висіву насіння (вихідної густоти) кількість рослин перед зимівлею у сорту Кейв-ін-Рок коливалася в межах від 87 (норма висіву – 1,54 кг/га), до 232 шт./м² (норма висіву – 7,70 кг/га), випадання рослин за вегетаційний період становило відповідно 71,4 і 75,7%.

У сорту Шелтер кількість рослин перед зимівлею знаходилася в межах від 78 (норма висіву – 1,54 кг/га) до 218 шт./м² (норма висіву – 1,54 кг/га), а випадання становило відповідно 72,8 і 74,7%. Аналогічну закономірність по динаміці густоти стояння рослин було відмічено також у 2011 та 2014 рр.

Аналіз густоти стояння рослин у 2013 році показав, що при значенні ГТК 1,0 у період сівба–сходи, найбільша їх кількість весною в обох сортів була за норми висіву 7,70 кг/га. В цілому ж величина даного показника, залежно від норми висіву, коливалася у сорту Кейв-ін-Рок від 274 (норма висіву – 1,54 кг/га) до 913 шт./м² (норма висіву – 7,70 кг/га), у сорту Шелтер – від 287 до 917 шт./м² відповідно (норма висіву – 1,54–7,70 кг/га). Засушливий період на початку літа спричинив пожовтіння та пригнічення рослин проса прутіподібного та значне їх випадання як в сорту Кейв-ін-Рок (від 73,4 до 78,0%), так і в сорту Шелтер (від 77,0 до 77,7%).

У середньому за роки досліджень густота стояння рослин перед збиранням у сорту Кейв-ін-Рок коливалася у межах від 78 шт./м² за норми висіву 1,54 кг/га до 221 шт./м² за норми висіву 7,70 кг/га, у сорту Шелтер – від 76 до 217 шт./м² відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка густоти стояння рослин проса прутіподібного залежно від норми висіву та сортових особливостей, шт./м² (середнє за 2011–2014 рр.)

Варіант		Сорт Кейв-ін-Рок			Сорт Шелтер		
№	норма висіву насіння, кг/га	повні сходи	перед збиранням	випадання, %	повні сходи	перед збиранням	випадання, %
1	1,54	295	78	73,5	289	76	73,7
2	3,08	373	94	74,8	359	90	75,0
3	4,62	564	137	76,1	538	134	75,4
4	6,16 (контроль)	749	176	76,4	713	174	75,6
5	7,70	934	221	76,4	891	217	75,8
НІР ₀₅		127,3	28,3	-	120,4	28,2	-

Аналіз комплексної продуктивності проса прутіподібного залежно від норм висіву та сортових особливостей дозволяє відмітити, що в середньому за роки досліджень, незалежно від норми висіву, вища продуктивність відмічена у сорту Кейв-ін-Рок, порівняно з сортом Шелтер (табл. 3).

**Продуктивність проса прутоподібного залежно від норми висіву
і сортових особливостей (середнє за 2011–2014 рр.)**

Варіант	Сорт Кейв-ін-Рок				Сорт Шелтер			
	висота рослин, см	кількість стебел, шт./м ²	урожай- ність сирої маси, т/га	урожай- ність сухої маси, т/га	висота рослин, см	кількість стебел, шт./м ²	урожай- ність сирої маси, т/га	урожай- ність сухої маси, т/га
1,54	56	193	7,0	3,3	50	178	4,5	2,9
3,08	75	385	13,4	6,7	66	347	9,5	6,0
4,62	113	575	19,3	10,2	101	522	14,7	4,2
6,16 (контроль)	140	790	25,0	13,5	126	737	19,1	12,2
7,70	177	964	32,6	17,2	160	881	23,8	15,5
НІР ₀₅	24,2	154,2	5,1	2,8	22,0	140,6	4,0	2,5

Найвища продуктивність як у сорту Кейв-ін-Рок, так і сорту Шелтер, відмічена за норми висіву 7,70 кг/га. Так, у сорту Кейв-ін-Рок висота рослин перед збиранням становила 177 см, кількість стебел – 964 шт./м², урожайність сирої маси – 32,6 т/га, сухої маси – 17,2 т/га, що відповідно на 37 см, 47 шт./м², 7,6 і 3,7 т/га більше, ніж на контролі (норма висіву 6,16 кг/га). За норм висіву (1,54–4,62 кг/га) ці показники були значно меншими. Аналогічна закономірність по продуктивності проса прутоподібного залежно від норми висіву насіння була отримана і в сорту Шелтер.

Висновки. За результатами проведених досліджень слід відмітити наступне:

1. Норма висіву насіння (вихідна густина стояння) проса прутоподібного, сортові особливості та погодні умови вегетаційного періоду в умовах Центрального Лісостепу України взаємопов'язані.

2. У помірно вологі роки (2012, 2014) поява дружніх сходів в обох сортів було відмічалась через 10–11 діб після сівби, фаза кушіння – в третій декаді травня, суцільне пожовтіння – в першій декаді вересня; у посушливі роки (2013 р.) повні сходи відмічено через 18 діб після сівби у сорту Кейв-ін-Рок і через 20 днів – у сорту Шелтер. Наступні фази розвитку за строками проходження були практично однакові в обох сортів.

3. Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутоподібного є значна чутливість рослин до умов життєзабезпечення, особливо в першій половині вегетації. Оцінка густоти стояння рослин у динаміці в середньому за роки досліджень показала, що їх найбільша кількість як весною, так і перед збиранням, була за норми висіву насіння 7,70 кг/га – у сорту Кейв-ін-Рок ці показники становили відповідно 934 і 221 шт./м², у сорту Шелтер – 891 і 217 шт./м².

4. По елементах продуктивності (кількість стебел, висота рослин, урожайність сирої та сухої маси) в середньому за 2011–2014 рр. найвищі показники були в сорту Кейв-ін-Рок за норми висіву насіння 7,70 кг/га, порівняно із сортом Шелтер й іншими нормами висіву (1,54–6,16 кг/га).

Таким чином, погодні умови зони Центрального Лісостепу України навіть на малопродуктивних землях сприяють одержанню високопродуктивних посівів проса прутоподібного. Проте в окремі посушливі роки, а особливо місяці, врожайність біомаси знижувалась на 17–40% проти середньобогаторічних показників, а у сприятливих за рівнем зволоження і температурним режимом – підвищувалась на 21–35%. Забезпечення оптимальної вихідної густоти, систематична боротьба з бур'янами, вибір сорту сприяє одержанню сирої маси проса прутоподібного на рівні 25,0–32,6 т/га, сухої – 13,5–17,2 т/га.

Список використаних літературних джерел

1. Bransby D. I. Development of optimal establishment and cultural practices for switchgrass as an energy crop. Five year summary report / D. I. Bransby, R. H. Walker, M. S. Miller. – Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 1997.

2. Peters T. J. Herbicides for postemergence control of annual grass weeds in seedling forage grasses / T. J. Peters, R. S. Moomaw, A. R. Martin // *Weed Sci.* – 1989. – Vol. 37. – P. 375–379.
3. Vogel K. P. Seeding rates for establishing big bluestem and switchgrass with preemergence atrazine applications / K. P. Vogel // *Agron. J.* – 1987. – Vol. 79. – P. 509–512.
4. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні / С. М. Петриченко, О. В. Герасименко, Г. С. Гончарук [та ін.] // *Цукрові буряки.* – 2011. – № 4. – С. 13–14.
5. Moser L. E. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass / L. E. Moser, K. P. Vogel // In : *Forages-an introduction to grassland agriculture* / R. F. Barnes, D. A. Miller, C. J. Nelson (eds.). – 5th ed. – Ames, Iowa : Iowa University Press, 1995. – Vol. 1. – P. 409–420.
6. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських структур. Вип. 1. Загальна частина / ред. : В. В. Волкодав ; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. – К., 2000. – 100 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М. : Колос, 1985. – С. 21–22.
8. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутьовидного (*Panicum virgatum* L.) / М. Я. Гументик // *Біоенергетика.* – 2014. – № 1 (3). – С. 29–32.
9. Курило В. Л. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння світчграсу (проса лозовидного) на польову схожість в умовах західної частини Лісостепу України / В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. В. Каськів // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць.* – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 17. – С. 358–361.
10. Мандровська С. М. Світчграс – перспективний інтродуцент для виробництва біопалива в Україні / С. М. Мандровська // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць.* – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 19. – С. 82–85.
11. Світчграс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило [та ін.] // *Цукрові буряки.* – 2011. – № 3. – С. 12–14.

Аннотация

Мандровская С. Н., Балан В. Н.

Продуктивность проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) в зависимости от норм посева и сортовых особенностей

Приведены результаты исследований по комплексной оценке посевов проса прутьевидного в зависимости от норм высева семян (исходной густоты стояния) и сортовых особенностей. Установлено, что в условиях Центральной Лесостепи Украины наивысшая продуктивность культуры в среднем за 2011–2014 гг. была у сорта Кейв-ин-Рок при норме высева семян 7,70 кг/га в умеренно влажные года (ГТК 1,5–1,6).

Ключевые слова: просо прутьевидное, норма посева семян, сорта, гидротермический коэффициент (ГТК), фазы развития, урожайность биомассы.

Annotation

Mandrovskaya S. M., Balan V. M.

Productivity of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) subject to seeding rate and varietal features

Presented are results of studies on the integral assessment of switchgrass crops subject to the seeding rate (initial stand density) and varietal features. It was established that variety Cave-in-Rock at a seeding rate of 7.70 kg/ha had the highest productivity (on the average over 2011–2014) in conditions of the Central Steppe of Ukraine in moderately wet years (HTC 1.5–1.6).

Keywords: switchgrass; seeding rate; variety; hydrothermal coefficient (HTC); stages of development; biomass yield.

Надійшла 12.03.2014