

УДК 633.282:631.332.81

# АГРОТЕХНІЧНІ ПРИЙОМИ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО «*PANICUM VIRGATUM L.*»

ГУМЕНТИК М. Я. к. с.-г. наук Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

**Вступ.** Швидке зростання обсягів використання викопних енергоресурсів і природні аномалії планетарного масштабу викликають стурбованість у більшості населення світу. Тому одним з важливих питань екологічної та економічної безпеки більшості країн є не тільки раціональне використання викопних енергоресурсів, а й пошук нових альтернативних джерел енергії. Серед останніх значна увага приділяється відновлювальним джерелам енергії на основі органічної сировини та спеціально вирощеної біомаси багаторічних злакових культур.

Біомаса органічного походження є найбільш придатною сировиною для виробництва твердих видів біопалива. Особливої уваги заслуговують багаторічні злакові культури, які здатні нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені. До широкого спектру злакових культур групи С4 за фотосинтезом відноситься і просо прутіподібне (*Panicum virgatum L.*), яке є новою культурою для ґрунтово-кліматичної зони України. Воно відзначається високим вмістом целюлози та лігніну, що дає всі підстави розглядати її як перспективну сировину для виробництва біопалива [1]. Рослини проса прутіподібного мають добре розвинене мичкувате кореневище, яке досягає глибини 3,0 м, висота стебел трьохрічних рослин залежно від сорту, кліматичних умов та якості ґрунту коливається в межах 1,5 - 2,5 м. Продуктивність після другого року вегетації знаходиться в межах 10-15 т/га сухої речовини.

Рослини проса прутіподібного не вимогливі до вмісту поживних речовин у ґрунті, мають високу стійкість до хвороб

і шкідників та позитивно впливають на навколишнє середовище [2,3,5]. В порівнянні з однорічними злаковими культурами вирощування проса прутіподібного на схилових та еродованих землях сприяє рекультивативі, зменшенню ерозійних процесів та відновленню родючості верхнього шару ґрунту. Враховуються також низька собівартість і малі ризики при вирощуванні цієї культури, яка не вимагає значних витрат і дає високі врожаї біомаси.

У зв'язку з підвищеним попитом на рослинну сировину та розширенням промислових площ проса прутіподібного для виробництва біопалива в Україні, виникає потреба у розробці ефективних технологій та обґрунтуванні агротехнічних прийомів його вирощування, встановленні науково-обґрунтованих прийомів догляду за рослинами, таких як передпосівна підготовка ґрунту, оптимальна густина стояння рослин, ширина міжрядь та вплив даних факторів на формування структури врожаю і продуктивність агрофітоценозу.

**Мета та завдання досліджень.** Метою досліджень є розробка та обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування проса прутіподібного в умовах західної частини Лісостепу України на основі вивчення біологічних особливостей розвитку рослини, застосування різних елементів агротехніки з підготовки ґрунту, догляду за рослинами в процесі вирощування.

Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання:

- провести посів насіння проса прутіподібного за відповідними найбільш раціональними схемами;
- встановити оптимальну ширину міжрядь;

- розробити та обґрунтувати найбільш ефективні прийоми догляду за рослинами в процесі вирощування, особливо у першому році вегетації.

**Матеріали та методика проведення досліджень.** Дослідження з розробки й обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування проса прутіподібного проводили рендомізовано за методом розщеплювання ділянок упродовж 2009–2013 рр. на полях Борщівського агротехнічного коледжу Тернопільської обл. Площа під дослідними ділянками становила 0,40 га, повторність чотириразова,

Схема досліду передбачала вивчення продуктивності проса прутіподібного залежно від схем посіву, ширини міжрядь та способів догляду за посівами. Фактор А- Спосіб посіву насіння; фактор Б - ширина міжрядь; фактор В- спосіб догляду за посівами.

Фактор А: Способи посіву насіння проса прутіподібного.

1. Звичайний рядковий посів;
2. Комбінований посів з формуванням овалової профілю рядка.

Фактор Б: Ширина міжрядь та кількість рослин на погонному метрі рядка.

1. 0,15 м (45 шт/м рослин);
2. 0,30 м (90 шт/м рослин);
3. 0,45 м (135 шт/м рослин);
4. комбінована ширина міжрядь 4x0,35x0,45м (90 шт/м рослин)

Фактор В: Спосіб догляду за посівами проса прутіподібного.

1. звичайний механізований міжрядний обробіток;
2. міжрядний обробіток з елементами присипання бур'янів та окучування рослин.

Ґрунт в зоні дослідження світло

Таблиця 1.

Середні багаторічні значення температури повітря та опадів за перше півріччя господарського року (2009-2013рр).

Місяць	Середньомісячні значення температури повітря, °С та опадів мм.					
	2009р.	2010р.	2011р.	2012р.	2013р.	Середнє багаторічне
Січень	-3,1 / 34,5	-8 / 9,4	-2,3 / 23,7	-3,5 / 15	-4,4 / 83,8	-4,26 / 33,28
Лютий	-1,4 / 26,4	-3,4 / 89,7	-4 / 25,6	-9,5 / 40,1	-1,1 / 51,8	-3,88 / 46,72
Березень	1,9 / 34,8	2,4 / 16,4	1,8 / 15,4	3,3 / 14	-1,5 / 172,9	1,58 / 50,7
Квітень	11,1 / 3,4	9,4 / 26,3	9 / 37,5	10,3 / 83	9,8 / 82,1	9,92 / 46,46
Травень	14,3 / 41	15,3 / 108,6	14,9 / 21,2	16 / 21,5	16,4 / 100,8	15,38 / 58,62
Червень	17,3 / 81,3	17,4 / 143,9	18,9 / 92,4	19,3 / 105	18,5 / 141,5	18,28 / 112,92
Сума опадів за період	221,4	394,3	215,8	279,1	632,9	348,7

Примітка: в чисельнику – температура повітря, °С; в знаменнику – сума опадів, мм

сірий опідзолений, вміст рухомого фосфору (за методом Чірікова) в шарі ґрунту 0–30 см, – 9,5 мг на 100 г ґрунту, вміст обмінного калію – 6 мг на 100 г ґрунту, вміст азоту – 28 мг на 100 г ґрунту, Реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН) – 6,5.

Дослідження проводились згідно методики польового досліджу [ 6 ].

**Результати досліджень.** Дослідження показали, що інтенсивність проростання насіння проса прутоподібного та повнота сходів обумовлюються такими показниками як температура і вологість ґрунту. За низької температури і вологості ґрунту період появи сходів рослин затягується, а тривала нестача тепла і вологи може призвести до загибелі рослин. Проте, вирішальним фактором проростання насіння і швидкої появи сходів вважається, вологість ґрунту, яка весною швидко зменшується, особливо у період весняної посухи. Запаси ґрунтової вологи утворені весною при таненні снігу, не завжди забезпечують необхідні умови для росту і розвитку рослин.

Погодні умови за роки досліджень в зоні західної частини Лісостепу України з цієї точки зору були різними. Зокрема, найбільш сприятлива кількість опадів була у 2010 та 2013 роках, коли сума опадів за травень, червень перевищила середнє багаторічне значення удвічі. А найбільш посушливими та несприятливими, виявились 2009 та 2011 роки, коли у травні і червні опадів було менше середньої норми, тобто саме тоді, коли формувалися сходи рослин. (Табл.1.)

Аналіз вологості ґрунту в період посіву насіння проса прутоподібного за роки досліджень показав, що кількість вологи в орному шарі постійно змінюється і залежить від погодних умов.

Встановлено, що польова схожість проса прутоподібного залежить від строків посіву, адже дружність появи сходів відіграє важливу роль для механізованого догляду за рослинами. Використання нових технологій підготовки ґрунту та догляду за рослинами в процесі вегетації дає можливість створити

оптимальні умови для підвищення їх продуктивності [1].

Просо прутоподібне є культурою дрібнонасіною, маса 1000 насінин, залежно від умов вирощування та сорту, коливається в межах 0,5-1,5 г, що потребує якісної підготовки ґрунту й загорання насіння на оптимальну глибину. При необхідності за низької схожості насіння проводиться його яровизація. Культура теплолюбива, тому сівбу проводять в пізні строки, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10-15 см. досягає 10-12°С. Сходи проса прутоподібного не витримують найменших заморозків, рослини при цьому пригнічуються і в більшості випадків гинуть, тому, при визначенні строків сівби, необхідно передбачити й уникнути негативного впливу низьких температур та заморозків. Враховуючи зазначені фактори та з метою зменшення непродуктивних втрат вологи із ґрунту весною, підготовчий період від початку польових робіт до сівби, визначають тривалістю 10-14 днів. В цей же час кількість технологічних операцій з підготовки ґрунту, способи й строки посіву, підбір сільськогосподарських знарядь повинні бути оптимальними [2,3]. Важливим елементом у технології вирощування проса прутоподібного є те, що його сходи слабо конкурують з бур'янами і це ускладнює процес обробки ґрунту в перший рік вегетації. Тому, створення оптимальних умов на початкових і подальших етапах вирощування, особливо на неокультурених ґрунтах з низькою родючістю, можливо досягти лише за ретельного підходу до підготовки ґрунту.

Серед основних завдань підготовки ґрунту є створення найбільш сприятливого водно-повітряного, теплового і поживного режимів протягом усього періоду вегетації рослин. Окрім поліпшення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, передпосівна підготовка сприяє знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб злакових рослин. При загортанні в ґрунт добрив і рослинних решток створюються сприятливі умови

для високоякісної сівби, одержання повних і дружніх сходів і, таким чином, підвищується ефективність решти агро-технічних, хімічних і біологічних заходів, які проводяться з метою підвищення врожайності біомаси.

Розмір втрат за продуктивністю (зеленої маси) злакових культур за середньої та сильною, засміченості полів сягає 30% і більше. Бур'яни знижують родючість ґрунту шляхом використання значної частини поживних речовин, що є в ґрунті та пригнічують посіви, затінують культурні рослини. На забур'яненних посівах температура ґрунту зменшується на 2-4 °С. Це знижує активність ґрунтових організмів, уповільнює процеси розкладання органічних речовин та зменшує їх кількість [7]. Біологічна особливість проса прутоподібного – сповільнений початковий розвиток надземних органів, що триває 3-4 тижні до моменту, коли утворюється потужна коренева система. Цей термін вважається критичним для проса прутоподібного, оскільки дводольні бур'яни за цей час активно вегетують і створюють значну конкуренцію.

Кількість стебел і висота рослин проса прутоподібного на кінець першого року вегетації за роки досліджень була найвищою при комбінованій ширині міжрядь (табл. 2.).

Обов'язковим прийомом при висіванні дрібного насіння є вирівнювання поверхні ґрунту, досходове й післясходове прикочування. Вирівнювання і прикочування посівів проса прутоподібного забезпечує однорідну появу сходів.

У варіантах досліджень застосовувалися нові прийоми посіву з метою створення оптимальних умов для збереження вологості, температурного, світлового режимів для раціонального використання енергії проростання насіння, отримання дружніх сходів та застосування раціональної технології обробки ґрунту з мінімальними затратами.

Для забезпечення даних умов застосовували комбіновану ширину міжрядь, що передбачає посів шляхом

Таблиця 2.

Кількість стебел і висота рослин проса прутоподібного на кінець першого року вегетації за роки досліджень (середнє за 2009-2013 р).

Варіанти досліджу	роки										Середнє значення	
	2009		2010		2011		2012		2013			
	стебел	висота	стебел	висота	к-сть стебел	висота	стебел	висота	к-сть стебел	висота	к-сть стебел	висота
Міжряддя 0,15 м	197	51	262	59	194	55	270	50	281	69	241	57
Міжряддя 0,30 м	244	73	265	60	256	74	265	66	272	72	260	69
Міжряддя 0,45 м	210	56	216	82	234	69	235	80	245	95	228	76
Комбінована ширина міжряддя 4x0,35+0,45 м	218	67	275	82	266	79	267	85	270	92	259	81

чергування основних і технологічних міжрядь (рис.1) відповідно до ширини захвату посівного агрегату за співвідношенням:

$$A_p = (i \cdot m + M) \cdot n, \text{ де}$$

$A_p$  – ширина робочого захвату посівного агрегату м;

$i$  – кількість основних міжрядь між технологічними - 4;

$m$  – ширина основних міжрядь = 0,35 м;

$M$  – ширина технологічних міжрядь = 0,45 м;

$n$  – непарне число сполучень  $(i \cdot m + M)$ , що повторюється у робочому захваті посівного агрегату.

Особливістю даної операції є те, що сівба здійснюється за відповідною схемою спільно з коткуванням для створення овального профілю рядка з метою зменшення операції передпосівного обробітку ґрунту, збереження вологості, створення оптимальних умов температурного та світлового режимів для появи дружніх сходів та успішного проведення досходового міжрядного обробітку ґрунту.

Основним завданням операції посіву з коткуванням є збереження в ґрунті нагромадженої за осінньо-зимовий період вологи.

Дослідженням передбачалося також вивчення впливу основних прийомів догляду, направлених на зменшення засміченості посівів та зниження їх негативного впливу на врожайність біомаси. Досходове рихлення проводили, коли насіння проса прутоподібного вже зійшло, але паростоки ще не досягали поверхні ґрунту. Підрахунок кількості сходів засвідчив, що цей прийом не має істотно негативного впливу на появу сходів. Термін проведення досходового обробітку залежить від швидкості появи і зростання бур'янів. В умовах теплої, із достатньою кількістю вологи весни 2010 та 2013 рр., перший міжрядний обробіток проводили, коли бур'яни перебували у стадії «білих ниток», що дозволило знизити засміченість поля на 60 %. В холодному і недостатньо вологому 2009

і 2011 роках операція досходового обробітку ґрунту забезпечила зменшення кількості бур'янів лише на 30 %.

У фазі повних сходів проса прутоподібного бур'яни істотно відрізняються за фазами розвитку. Після міжрядного рихлення та ушкодження кореневої системи бур'янів, одні відстають, інші сходи на 5-10 день не можуть конкурувати із зміцнілими рослинами. Навесні поява окремих груп бур'янів має власну динаміку. Ефемери і дводольні зимують (фіалка польова), і навіть деякі ранні ярі (лобода біла) знищуються передпосівною культивуацією.

Досходове міжрядне рихлення знищує переважно групу однорічних ранніх і пізніх ярих бур'янів (куряче просо). Після першого досходового обробітку засміченість поля бур'янами знижується на 10-30 %. Повторне рихлення міжрядь проводили після появи сходів, що знижує кількість злакових бур'янів на 60-80%, двочасткових на 42-60%.

Найвища врожайність сухої речовини та вихід енергії проса прутоподібного, як свідчить рис. 2, в перший рік вегетації відзначалась при ширині 0,30 м - 5,7 т/га та при комбінованій ширині міжрядь - 5,5 т/га.

Встановлено також, що рослини проса прутоподібного в перші 3-4 тижні розвиваються повільно. В цей час, коли температурні умови не цілком відповідають біологічним особливостям культури і розтягується період проростання насіння, бур'яни, особливо дводольні, сильно пригнічують сходи. З метою раціональної технології обробітку ґрунту з мінімальними затратами, зменшення інтенсивного випаровування вологи застосовувались спеціальні катки з овальним профілем, які під дією сили тяжіння сівалки формували заданий профіль рядка. Щоб надати ґрунту оптимальної будови, необхідно було забезпечити показники щільності ґрунту (1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>) після ущільнення гребеня тиском 0,15-0,2 кг/см<sup>2</sup>. (рис.3).

Завдяки сформованій ширині міжрядь 0,35 м. та спеціально створеній технологічній ширині колії 0,45 м, створюється можливість проведення першого міжрядного обробітку ґрунту через 15-20 днів після сівби, до появи сходів. У цей час насіння вже починає проростати і вкорінюватись, а бур'яни з'являються на поверхні ґрунту, або знаходяться у фазі білих ниточок і легко пошкоджуються лапами бритв та грудочками ґрунту, оскільки перерослі сходи бур'янів знищуються важче.

Встановлено, що досходовим міжрядним обробітком ґрунту можна знищити понад 60% пророслих однорічних бур'янів, а дворазовим - до 80 %.

Щоб зменшити витрати на прополку і розпушування ґрунту в рядках проса прутоподібного, необхідно обробляти ґрунт якомога ближче до рослин, щоб до мінімуму скоротити захисну зону. Для міжрядного обробітку використовувалась культиватор КРНВ-5,6-02 з ефективними лапами-бритвами в поєднанні з голчастими дисками, що розпушують ґрунт поблизу рослин і очищають ґрунт від сходів однорічних бур'янів на 60 - 70%. При роботі культиватора голчасті диски, занурюючись в ґрунт, завдяки їх обертанню руйнують верхню кірку, вивертають проростки і сходи однорічних бур'янів. Умовою успішного догляду за посівами та ефективною роботи ротаційних розпушувачів є проведення культивуації при масовій появі сходів однорічних бур'янів у фазі куцїння рослин. При цьому вони вичісують з ґрунту велику кількість коріння, підрізають лапами-бритвами, вивертають на поверхню сходи і проростки бур'янів. Зуби розпушувачів, підходячи впритул до рослин, обробляють ґрунт в захисній зоні, залишеній лапами-бритвами. Середня ширина захисної зони, після проходу культиватора, становить 5-6 см.

**Висновки.**

1. Результати досліджень засвідчили, що просо прутоподібне, завдяки по-

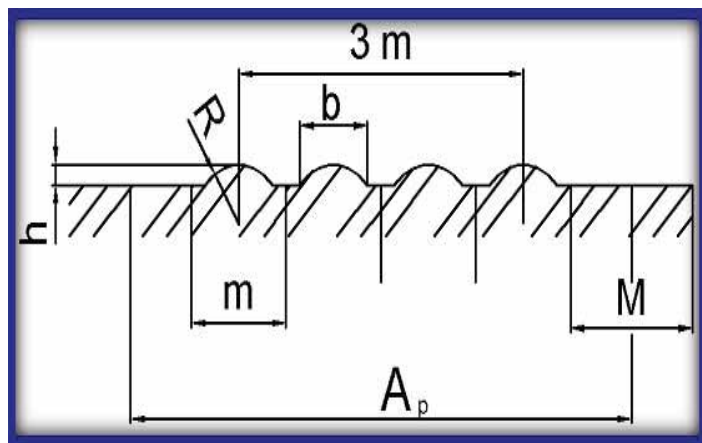


Рис. 1. Схема сівби шляхом комбінованої ширини основних і технологічних міжрядь.

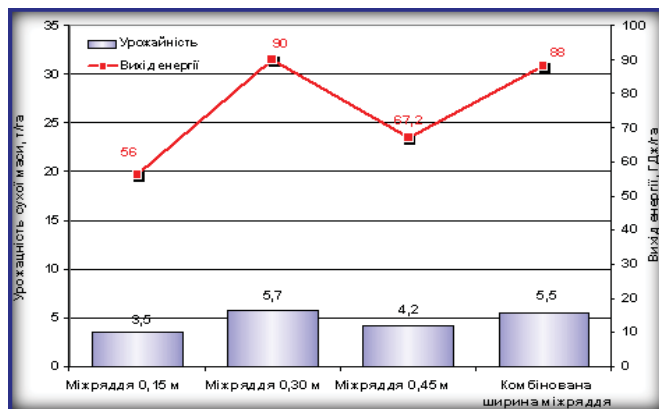


Рис. 2. Середні значення виходу сухої речовини та енергії проса прутоподібного в залежності від ширини міжрядь в перший рік вегетації.

тужній кореневій системі та можливістю довготривалого використання є перспективною, економічно вигідною біоенергетичною культурою для вирощування на еродованих і малопродуктивних землях у більшості регіонів України.

2. Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутноподібного є підвищена чутливість рослин до умов життєзабезпечення, найперше таких як вологість і температура ґрунту на початку росту й розвитку в перший рік вегетації.

3. Польова схожість насіння проса прутноподібного залежить від строків посіву, які обумовлюють дружність появи сходів, що відіграє важливу роль в подальшому механізованому догляді за рослинами.

4. Оптимальним періодом посіву проса прутноподібного в зоні західної частини Лісостепу України є друга та третя декади квітня.

5. Сприятливі умови для ефективного проростання насіння проса прутноподібного можна створити різними агротехнічними заходами з врахуванням агробіологічних особливостей даної культури, зокрема при посіві комбінованою шириною міжрядь з утворенням гребенів відповідного профілю.

6. Одним з ефективних механізованих методів боротьби з бур'янами при вирощуванні проса прутноподібного є досходовий міжрядний обробіток ґрунту по сформованих рядках, що забезпечує знищення бур'янів на 50-60 % від їх кількості.



а) - весна

б).- літо

**Рис.3.** Посів проса прутноподібного спільно з коткуванням та формуванням профілю рядків при комбінованій ширині міжрядь.



**Рис.4.** Такий вигляд проса прутноподібне має при збиранні урожаю восени

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Курило В.Л., Гументик М.Я., Касків В. В. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння «Світчграсу» проса лозовидного на польову схожість в умовах західної частини Лісостепу України //наукові праці ІБКіЦБ НААН України. - Київ, 2013. №17, т-II. С 358-361.
2. 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.
3. Світчграс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило [та ін.] //Цукрові буряки. – 2011. - №3. – С. 12-14.
4. Кулик М.І. Вплив умов вирощування на врожайність фіто маси світчграсу другого року вегетації //Вісник Полтавської державної академії №2, - 2013. С 30-35.

#### АНОТАЦІЯ

Наведено результати наукових досліджень застосування агротехнічних прийомів вирощування зокрема, таких як передпосівна підготовка та міжрядний обробіток ґрунту проса прутноподібного, обґрунтовано способи посіву, визначено оптимальну ширину міжрядь та різні варіанти догляду за посівами в умовах Лісостепу України.

**Ключові слова:** просо прутноподібне, елементи технології вирощування, посів, міжрядний обробіток ґрунту, ширина міжрядь, способи догляду, біомаса, тверді види біопалива.

#### АННОТАЦІЯ

Приведены результаты научных исследований применения

5. Практикум по земледелию / [С. А. Воробьев, В. Е. Егоров, А. Н. Киселев и др.]; под ред. проф. С. А. Воробьева. - [4-е изд.]. - М. : Колос, 1971. - 312 с.

6. Б.А. Методика полевого дела /Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат,1985.

7. Comis, D. 2006. Switching to Switchgrass makes Sense, in Agricultural Research, July. USDA-www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jul06/grass0706.pdf

8. Wolter Elbersen. Switchgrass foe biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5-CT97-3701: Switchgrass (Panicum virgatum L.) as an alternative energy crop in Europe. Initiation of a productivity network. ATO-DLO, Wageningen. – 1998. – 22 P.

9. Costs of Producing Switchgrass for Biomass in Southern Iowa, Iowa State University Extension Publication PM www.extension.iastate.edu/Publications/ PM1866.pdf

агротехнических приемов выращивания в частности, таких как предпосевная подготовка и междурядная обработка почвы, обоснованы способы посева, определены оптимальная ширина междурядий и различные варианты ухода за посевами в условиях западной части Лесостепи Украины.

#### ANNOTATION

The article presents findings on agricultural practices application particularly pre-sowing soil preparation and inter-row tillage; grounds methods of sowing; determine optimum row width and different ways of tending crops in conditions of western part of Forest – Steppe of Ukraine .