

УДК: 633.282:631.559

Гументик М.Я.*к.с.-г.н. с.н.с.**Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України
м. Київ, Україна**E-mail: hmy@ukr.net*

ВПЛИВ СПОСОБУ ПОСІВУ ТА ДОГЛЯДУ ЗА РОСЛИНАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БІОМАСИ ПРОСА ПРУПОПОДІБНОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація

Метою роботи є вивчити та розробити ефективні агротехнічні способи посіву та догляду за рослинами проса прутноподібного; встановити науково-обґрунтовані параметри і прийоми вирощування біомаси.

Найбільший вихід сухої біомаси та вихід енергії забезпечили варіанти з шириною міжрядь 30 см за схеми посіву з маячною культурою. Фактори – способи посіву та обробітку ґрунту мають суттєве значення тільки в перший рік вегетації. Встановлені оптимальна ширина міжрядь і способи посіву та обробітку рослин проса прутноподібного.

У статті наведено результати досліджень впливу елементів технології вирощування біомаси проса прутноподібного для виробництва твердого біопалива. Встановлено і обґрунтовано спосіб посіву, оптимальну ширину міжрядь та умови проведення догляду в процесі першого року вегетації рослин.

***Ключові слова:** просо прутноподібне, елементи технології вирощування, строки посіву, ширина міжрядь густина стояння, біомаса, продуктивність.*

Вступ. Залучення нетрадиційних джерел в енергетичний баланс аграрної галузі є перспективним напрямом, що забезпечує скорочення енергетичної залежності України. Серед різних способів економічно обґрунтованого виробництва біопалива є отримання паливних гранул та брикетів на основі органічної сировини та спеціально вирощеної біомаси енергетичних культур. Головною перевагою твердих видів біопалива є поновлюваність, зниження парникового ефекту та забезпечення екологічно замкнутої енергетичної системи, наявність потенціалу для вирощування целюлозної сировини.

Біомаса проса прутновидного (*Panicum virgatum* L.) відзначається високим вмістом целюлози та лігніну і є високоякісною сировиною для виробництва твердих видів біопалива [1, 2]. Однак, на сьогодні відсутня адаптована до ґрунтово-кліматичних умов України технологія вирощування цієї цінної технічної культури.

Мета. Метою досліджень є розробка агротехнічних прийомів вирощування проса прутноподібного як сировини для виробництва біопалива та вдосконалення процесу формування продуктивності за різних способів сівби в умовах Лісостепу України

Для досягнення мети в процесі дослідження вирішувались такі завдання:

- провести посів насіння проса прутноподібного 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.

Методологія досліджень. Дослідження з розробки і обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування проса прутноподібного проводили рендомізовано за методом

розщеплювання ділянок у продовж 2011–2015 рр. на полях Борщівського агротехнічного коледжу Тернопільської області. Площа під дослідними ділянками становила 0,40 га, повторність чотириразова. Дослідження проводились згідно методики польового досліді [3].

Схема досліді 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.

Дослідні ділянки, на яких проводилися дослідження, розташовані в західній частині Лісостепової зони України в м. Борщів Тернопільської області. На полях переважають світло-сірі та сірі лісові ґрунти. Вони не мають реліктових чорноземних ознак, це, по суті, справжні підзолисті ґрунти Лісостепової зони [4].

ґрунтовий покрив дослідної ділянки, де проводились польові дослідження, характеризується такими показниками:

ґрунт світло-сірий лісовий, вміст рухомого фосфору (за методом Кірсанова) в шарі ґрунту 0...30 см становить 9,5 мг на 100 г ґрунту, вміст обмінного калію (за методом Кірсанова) – 6 мг на 100 г ґрунту, вміст азоту (за Корнфілдом) – 28 мг на 100 г ґрунту, кислотність ґрунту (рН) – 6,0.

Клімат району помірно–континентальний з незначними амплітудами коливань температур, характеризується короткою м'якою зимою, теплим вологим літом і достатньою кількістю опадів. Кліматичні особливості району визначаються річним ходом головних метеорологічних елементів погоди (температури, опадів) і розподілом їх по регіону [4].

За сумою активних температур, кількістю опадів і періодом вегетації території господарств відносяться до мікрокліматичного району «Тепле Поділля», яке характеризується м'яким, достатньо зволеним, помірно континентальним кліматом. Сума позитивних температур тут 2500...2600°C. Період з середньодобовою температурою понад 10°C триває 160–165 днів. Протягом цього періоду випадає 370...420 мм опадів, а за рік – 570...680 мм, величина гідротермічного коефіцієнта – 1,4...1,6.

Погодні умови, що склалися у регіоні досліджень впродовж 2011-2015 рр., наведено на рис. 1.

Перша половина квітня 2011 року виявилась холодною з незначною кількістю опадів, а потім температура підвищилась і протрималась із затяжною посухою до третьої декади травня.

У червні–липні опадів випало на 45 мм більше від середнього багаторічного значення, що сприяло добрій вологозабезпеченості ґрунту та росту і розвитку рослин проса прутіподібного. Серпень та вересень виявились посушливими, що й відзначилось на низькій урожайності.

Погодні умови 2012 року відзначились найбільш теплим початком вегетаційного періоду за роки досліджень. Середньодобова температура повітря у квітні становила 10,3°C, що на 2,9°C вище від середнього багаторічного значення. Із даних рис. 1 видно, що літо 2012 року було достатньо теплим для нормального росту і розвитку біоенергетичних культур, але за цей час випало недостатньо опадів, що частково загальмувало ці процеси. Саме тому активний ріст перший раз припав на червень–липень, а другий – на кінець серпня–початок вересня, коли склалися найсприятливіші для росту і розвитку рослин умови. За даними метеорологічного спостереження у 2012 році температурний режим у період активного росту рослин (травень–серпень) був досить рівномірним, проте вищим за середнє багаторічне значення, з незначним відхиленням до 3°C.

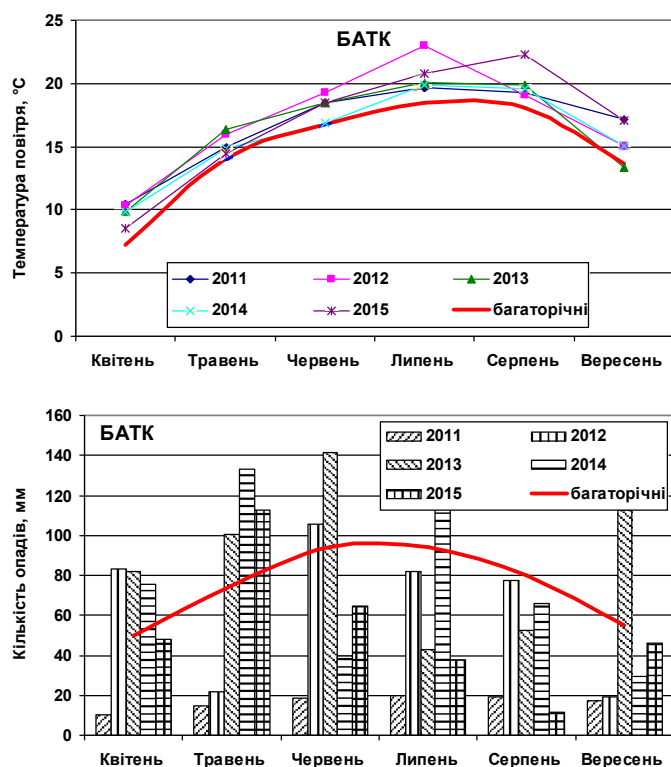


Рис. 1. Температура повітря та кількість опадів за роки досліджень (БАТК, 2011-2015 р.).

Найменша кількість опадів випала в травні – 21,5 мм, що негативно вплинуло на схожість рослин. Проте, велика кількість опадів випала в червні – 105,5 мм та серпні – 77,5 мм, що мало позитивний ефект.

Порівнюючи із середніми багаторічними значеннями 2012 рік був жаркий і достатньо вологий, що і відзначилось на врожаї.

2013 рік за погодними умовами був схожий з попереднім, хоча деякі відмінності спостерігались. Так у 2012 році в другій та третій декаді квітня випало 83,0 мм опадів, а у 2013-му майже така сама кількість (78,7 мм) випала у першій половині квітня. Починаючи з другої половини другої декади квітня по середину другої декади травня випало лише 11,4 мм опадів, що негативно відобразилось на інтенсивності появи сходів.

У травні (третья декада)-червні опадів випало на 90,3 мм більше від середнього багаторічного значення, що сприяло високій вологозабезпеченості ґрунту та інтенсивному росту і розвитку рослин. Липень та серпень виявились посушливими.

Погодні умови 2014 року були дещо схожими із погодними умовами попередніх років, проте на початку і в середині вегетаційного періоду спостерігалось зниження температури, порівняно із попередніми роками. Так у 2012-2013 роках у травні середньомісячна температура становила 16,0 та 16,4 °С, тоді як у 2014 р. – лише 14,9 °С. Щодо кількості опадів, то у травні 2014 року їх випало вдвічі більше ніж в середньому за багаторічними спостереженнями, що позитивно вплинуло на сходи рослин досліджуваної культури.

2015 рік відзначився, як жаркий, у серпні та вересні температура повітря перевищувала відповідно на 4,3 та 3,5°C показники середніх багаторічних даних. Жовтень виявився прохолодним, із невеликими приморозками у II та III декадах. За кількістю опадів 2015 рік відзначився певною нерівномірністю їх випадання: у червні, липні та серпні місяці опадів випало менше на 29,2 мм, 56,2 мм та 68,7 мм від середніх багаторічних, проте у травні їх випало більше від середніх багаторічних значень на 37,9 мм. Інші місяці мають незначні відхилення від середніх багаторічних даних. Такі погодні умови (мала кількість опадів та висока температура) негативно впливали на ріст і розвиток всіх видів рослин та їх урожайності.

Отже, впродовж 2011-2015 років досліджень спостерігалась посушлива погода з підвищеними температурними показниками порівняно із середніми багаторічними значеннями. При цьому атмосферні опади випадали впродовж вегетаційного періоду нерівномірно.

Оптимальні умови для культури можна створити різними агротехнічними заходами до й після сівби, підбираючи відповідні сорти, сільськогосподарські знаряддя й оптимальні строки проведення заходів, враховуючи агротехнічні особливості регіону й погодні умови року.

Повітряний режим регулюється розпушенням ґрунту в міжряддях, щілинуванням і поверхневим осушенням перезволожених ділянок. Умови освітлення визначають перехід злаків до фази плодоношення. Режим освітлення можна поліпшувати, регулюючи густоту стояння рослин в посіві, напрямком рядків і шириною міжрядь. Температурний режим суттєво впливає як на збереження сходів злаків, так і на їх перехід від кушіння до наступних фаз розвитку.

Результати. Насіння проса прутіноподібного починає проростати за температури не нижче +6 - 8 °С, але дружне проростання спостерігається при прогріванні ґрунту до +15-16 °С. Якщо в період проростання температура знижується до +8- 9 °С, сходи з'являються тільки через 15-18 днів. Сходи витримують незначні заморозки до - 2 °С, а за температури -3-5 °С здебільшого гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса прутіноподібного є тривала одночасна дія низьких позитивних температур (+6 -10 °С) та хмарної погоди. У рослин при цьому значно знижується фотосинтез, що може стати причиною їх загибелі. Залежно від характеру розподілу листків і висоти рослин просо прутіноподібне поділяють на верхові і низовинні сорти і гібриди в яких переважають генеративні і подовжені вегетативні пагони з основною масою листків у верхній частині, у низових генеративних стебел мало, проте дуже багато вегетативних, головним чином укорочених. Коренева система мичкувата, на 70-80% зосереджена в орному шарі. У перший рік вегетації в фазі початку кушіння корені розвиваються слабо, заглиблюються в ґрунт повільно на глибину до 12-15 см. Далі відбувається більш швидкий розвиток коренів і до осені вони досягають значної глибини. Коренева маса майже в 1,5 раза перевищує надземну частину рослини і збільшення її часто відбувається до пізньої осені.

Відростання рослин світчграєу розпочалося одночасно і їх густина залежала в основному від ступеня кушіння рослин в попередні роки.

Найбільший коефіцієнт густоти був на варіантах з шириною міжрядь 30 см і 45 см – відповідно 60 і 58 %, на інших варіантах 54 і 55 %. Через 14 днів ця різниця дещо вирівнялася, але тенденція збереглася (рис. 2; 3; 4).

Як показують результати досліджень (табл. 1) кількість стебел рослин проса прутіноподібного перед дозріванням насіння залежала від ступеня кушіння рослин. За ширини міжрядь 30 та 45 см цей показник був більшим у порівнянні з шириною міжрядь 15 см, а тому кількість рослин на цих варіантах складала 272 і 283 штук на 1 погонний

метр. При ширині міжрядь 15 см на 1 пог. метрі було від 238 до 259 стебел. Природно, що ступінь кущіння рослин при ширині міжрядь 30 і 45 см був найбільшим, про що свідчать дані попередніх років. На цих же варіантах і відмічається збільшення висоти стебел до 40 см.

Таблиця 1

Кількість стебел рослин проса прутноподібного перед дозріванням насіння залежно від ширини міжрядь, шт. на 1 пог.м

Зміст варіанту	Роки досліджень					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
Ширина міжрядь 15 см, посів з маячною культурою	242	250	225	233	240	238
Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою	233	276	280	285	288	272
Ширина міжрядь 45 см, посів з маячною культурою	260	284	288	292	290	283
Ширина міжрядь 15 см, посів без маячної культури	236	256	262	269	273	259
НІР _{0,05}	30,3	33,3	32,9	33,7	34,1	32,8



Рис. 2. Ширина міжрядь 15 см, посів без маячної культури, стан рослин через 20 днів після початку відростання.

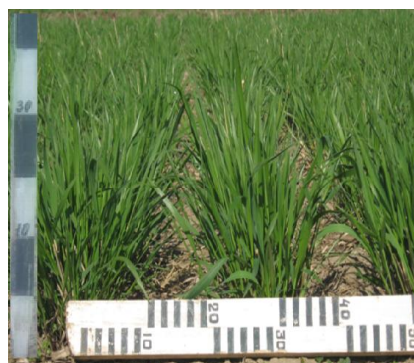


Рис. 3. Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою, стан рослин через 20 днів після початку відростання.



Рис. 4. Ширина міжрядь 45 см, посів з маячною культурою, стан рослин через 20 днів після початку відростання.

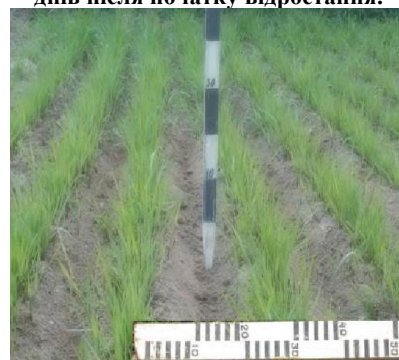


Рис. 5. Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою та присипанням бур'янів способом підгортання рядків, через 20 днів після початку відростання.

Необхідно відзначити, що на варіантах 2 та 3 чітко відрізнялася висота стебел (табл. 2), яка складала 212 і 215 см, тоді як на контрольних варіантах з шириною міжрядь 15 см менше на 35 см.

Таблиця 2

Висота стебел рослин проса прутіноподібного перед дозріванням насіння залежно від ширини міжрядь при вирощуванні у чистих посівах та з маячною культурою (гірчиця біла), см

Зміст варіанту	Роки досліджень					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
Ширина міжрядь 15 см, посів з маячною культурою	167	174	180	183	185	178
Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою	191	212	214	220	224	212
Ширина міжрядь 45 см, посів з маячною культурою	196	218	221	223	219	215
Ширина міжрядь 15 см, посів без маячної культури	169	172	179	181	180	176
НІР _{0,05}	22,6	24,3	24,8	25,2	25,3	24,4

За ширини міжрядь 30 см урожай сухої біомаси рослин проса прутіноподібного складав 20,3 т/га, 45 см – 19,5 т/га, тоді як при ширині міжрядь 15 см – від 16,5 до 15,8 т/га (табл. 3). Прибавка в порівнянні з четвертим варіантом складає 2,9-4,8 т/га, що є математично достовірним при НСР₀₅ – 2,3 т/га та точності дослідження – 1,30 %. Варіант без маячної культури забезпечує найменший вихід сухої біомаси досліджуваної культури.

Таблиця 3

Урожайність сухої біомаси проса прутіноподібного залежно від ширини міжрядь т/га

Зміст варіанту	Роки досліджень					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
Ширина міжрядь 15 см, посів з маячною культурою	12,5	16,1	17,2	18,1	18,2	16,5
Ширина міжрядь 30 см, посів з маячною культурою	17,1	19,7	21,6	20,9	22,2	20,3
Ширина міжрядь 45 см, посів з маячною культурою	16,3	19,7	19,1	20,3	21,6	19,5
Ширина міжрядь 15 см, посів без маячної культури	11,8	14,0	17,3	17,9	18,0	15,8
НІР _{0,05}	1,8	2,2	2,4	2,4	2,5	2,3

Важливим показником, що характеризує цінність проса прутіноподібного як біоенергетичної культури є можливий вихід енергії з отриманого твердого біопалива. Розрахунки цього показника приведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Енергетична продуктивність проса прутіноподібного залежно від способу підготовки ґрунту для сівби, (Середнє за 2011-2015 рр.)

Варіанти дослідження	Урожай сирової біомаси, т/га	Суша речовина %	Урожай сухої біомаси, т/га	Вихід твердого палива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	21,2	80,2	16,5	18,6	316,2
2	25,0	79,5	18,3	20,7	351,0
3	24,7	79,2	19,5	21,6	367,2
4	20,6	81,2	15,8	17,9	304,3
НІР _{0,05}	2,9	10,0	2,3	2,6	41,1

Найбільший вихід енергії 367,2 ГДж/га отримали за сівби проса прутоподібного з шириною міжрядь 30 см з маячною культурою, а найменшу – 304,3 ГДж/га за ширини міжрядь 15 см без маячної культури.

Таким чином, у зоні нестійкого зволоження Західного Лісостепу України високий вихід твердого біопалива (20,7 т/га) та енергії (351,0 ГДж/га) з проса прутоподібного досягається за вирощування з шириною міжрядь 45 см з сівбою маячної культури з мінімальними затратами при механізованій технології вирощування.

Висновки і перспективи.

1. Просо прутоподібне, завдяки потужній кореневій системі та можливостям довготривалого використання, є перспективною, економічно вигідною біоенергетичною культурою для вирощування на еродованих і малопродуктивних землях у більшості регіонів України. Найбільшою складністю в технології вирощування проса прутоподібного є підвищена чутливість рослин до умов життєзабезпечення, найперше таких як вологість і температура ґрунту на початку росту й розвитку в перший рік вегетації.

2. Найбільший вихід сухої біомаси та вихід енергії з неї забезпечили варіанти з шириною міжрядь 30 і 45 см. На даних варіантах, внаслідок проведення міжрядних розпушень ґрунту та збільшення площі живлення рослин, ріст проса прутоподібного навесні відновлюється більш інтенсивно, що забезпечує високу продуктивність.

3. На висоту рослин проса прутоподібного першого року вегетації, за ширини міжрядь 30 см, більший вплив мають видові особливості, а за ширини 45 см ця різниця зникає.

4. Зі збільшенням площі живлення рослин проса прутоподібного знижується конкуренція між ними за поживні речовини та спостерігається вирівнювання за висотою та урожайністю біомаси

Список використаних джерел

1. Курило В.Л., Гументик М.Я., Касків В.В. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння «Свічграсу» 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. Гументик М.Я. Розробка елементів технології вирощування проса прутоподібного «Panicum virgatum L» в умовах Лісостепу України. Збірник наукових праць вісник Львівського національного аграрного університету–2014. URL : <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967>.
3. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6 : Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
4. Дроздовський Й. П. Ґрунтовий покрив Борщівського району. Борщів: 2003. 254 с.

Дата надходження статті до редакції: 12.10.2016
Рецензування 29.10.2016 Прийнято до друку: 22.11.2016

Humentyk M.Ya.

Ph.D. in Agriculture

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine

Kyiv, Ukraine

E-mail: hmy@ukr.net

**THE EFFECT OF PLANTING AND TENDING CROPS METHODS
ON SWITCHGRASS BIOMASS PRODUCTIVITY UNDER
THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

Abstract

To study and develop effective agronomic methods of planting and tending crops of switchgrass; to set the scientific and reasonable parameters and methods of biomass cultivation.

The highest yield of dry biomass and energy output was provided under the row width of 30 cm and planting design involved a marker crop. The factors under study, namely methods of planting and tillage are essential only in the first year of vegetation. The optimal row width, methods of planting and tending switchgrass sowings are found.

The article presents the results of studies on the effect of cultivation technology for switchgrass biomass purposed for the production of solid biofuel. Methods of planting, optimal row width and conditions of care during the first year of vegetation are and substantiated.

Keywords: *switch grass, elements of cultivation technology, planting dates, row width, planting density, biomass, productivity.*

References

1. Kurylo, V. L., Gumentyk, M. Ja., & Kas'kiv, V. V. (2013). Vplyv strokiv sivy ta glybiny zagortannja nasinnja «Svichgrasu» prosa lozovydnoho na pol'ovu shozhist' v umovah zahidnoi' chastyny lisostepu Ukrainy [Effect of sowing date and sowing depth "Svichgrasu" millet pampiniform on germination in a western part of the forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi praci IBKiCB NAAN Ukrainy, № 17, t. II*, 358-361.

2. Gumentyk, M. Ja. (2014). Rozrobka elementiv tehnologii' vyroshhuvannja prosa prutopodibnoho «Panicum virgatum L» v umovah Lisostepu Ukrainy [Development of elements of technology of cultivation of millet prutopodibnoho «Panicum virgatum L» in the conditions of forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prac' visnyk L'viv's'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu–2014*. URL : <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967>.

3. Ermantrau, E. R., Prysazhnyuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyj analiz agronomichnykh doslidnykh danyh v paketi Statistica-6* [Statistical analysis of agronomic research data in Statistica-6 package]. Kyiv.

4. Drozdovs'kyj, J. P. (2003). *G'runtovyj pokryv Borshhivs'kogo rajonu* [Soil cover Borshevsky area Borshhiv]. Kyiv.

Received: 10/12/2016

1 review 10/29/2016 Accepted 11/22/2016