

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ: ЕКОНОМІЧНИЙ, ТЕХНІКО- ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ

Колективна монографія

**Полтава
2019**



*Рекомендовано до друку вченою радою Полтавської
державної аграрної академії (Україна) (протокол № 17 від 15.05.18 р.).*

*Рекомендовано до друку вченою радою Опольського
університету (Польща) (протокол № 01/05/2018 від 28.05.18 р.).*

Рецензенти:

С. В. Іванов – член-кореспондент НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів і маркетингу ДВНЗ “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”.

В. І. Гавриш – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу Миколаївського державного аграрного університету.

О. В. Семко – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Академії будівництва України, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

В. Л. Курило – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, професор кафедри сільськогосподарських машин Вінницького аграрного університету.

Даріуш Сушанович – кандидат технічних наук, заступник директора Інститута технічних наук Опольського університету.

Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП “Астра”, 2019. 603 с.

У монографії викладено теоретико-методологічні засади та методичні й практичні рекомендації енергоефективності і енергозбереження на національному, галузевому, регіональному рівнях і на підприємствах за видами економічної діяльності. Охоплено питання розвитку енергетичної безпеки ринково розвинених країн і України, використання нетрадиційних відновлювальних і альтернативних джерел енергії. Запропоновано організаційно-економічні, технологічні, технічні та екологічні рішення подальшого розвитку енергоефективності й енергозбереження. Сформовано пропозиції щодо економічної та енергетичної оцінки та ефективності використання теплових, механічних, біологічних і природних джерел енергоресурсів, їх енергетичного аудиту і консалтингу в господарській та галузевій структурі національної економіки.

Розрахована на здобувачів вищої освіти, викладачів, науковців, фахівців з енергоефективності і енергозбереження різних форм і напрямів економічної діяльності.

ISBN 978-617-7669-24-0

Energy efficiency and energy saving: economic, technical, technological and ecological aspects: collective monograph / Authors edited: P. M. Makarenko, O. V. Kalinichenko, V. I. Aranchii. – Poltava : PC “Astray”, 2019. – 603 p.

The collective monograph outlines theoretical and methodological researches, and practical aspects of implementing the energy efficiency and energy saving technologies at national and regional levels and certain enterprises and branches of economic activity. The peculiarities of the global energy supply development and the prospects of renewable energy sources' implementation are revealed, the methodological and practical concepts of efficient energy consumption are proposed. The theoretical concepts and propositions provided, allow conducting a complex estimation of various technologies and technological processes in different branches of the national economy of Ukraine. The ways of optimizing the energy consumption, and its influence on the development of national economy, the ecological state of the territories, and forming the technical and technological levels of management are investigated.

The materials of this collective monograph may be useful to scholars, applicants of higher education, teachers of higher educational establishments, as well as public authorities, specialists and managers of business entities.

ISBN 978-617-7669-24-0

© ПДАА

© Колектив авторів, 2019

На основі проведених досліджень можна зробити висновок що, продуктивність сумісних посівів кукурудзи з сорго цукровим вища, ніж одновидових. У середньому за 2013 – 2016 рр. у сумісних посівах врожайність зеленої маси та розрахунковий вихід біогазу були вищими на 6,6 – 30,5 т/га та 9,5 – 44,7 % порівняно з одновидовою сівбою кукурудзи та сорго цукрового. Максимальні значення розрахункового виходу біогазу та метану, на основі вмісту сухої речовини, азоту, фосфору, калію і вуглецю в зеленій масі були у гібриду кукурудзи Бистриця 400 МВ – 150,7 і 87,4 л/кг.

Високу економічну ефективність отримано за сумісної сівби кукурудзи і сорго цукрового: за вирощування гібридів Довіста і Бистриця 400 МВ умовно чистий прибуток становив 10165,5 грн/га а рівень рентабельності 194,6 %, що на 1604 – 5043,7 грн/га та 27,6 – 92,2 % більше порівняно з одновидовими посівами цих культур. За одновидового вирощування гібриду сорго цукрового Довіста вихід енергії з біогазу становив 156 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 8,5, а у гібриду кукурудзи Бистриця 400 МВ – 197,9 ГДж/га і 11,3 відповідно. Сумісне вирощування цих культур підвищує вказані показники на 26,3 – 68,2 ГДж/га і 0,2 – 3.

8.14. Вплив умов вирощування та біометричних показників рослин проса прутоподібного на урожайність і вихід біопалива

© Кулик М. І.

*к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

Насьогодні у Світі 35 % енергетичних потреб компенсується за рахунок використання нафти, 23 % за рахунок вугілля, 21 % – природного газу, 7 % – ядерного палива [1]. Усі ці ресурси є непоновлюваними. З урахуванням значного прогнозованого збільшення потреби в енергетичних ресурсах, експертами підраховано, що вугілля вистачить на 250 – 300 років, природного газу – на 50 – 70 років, а нафти всього на 30 – 40 років [10].

У зв'язку із прогнозованим вичерпанням основних видобувних енергоносіїв, енергія із відновлювальних ресурсів є однією з найбільш обговорюваних тем в Європі та в усьому світі. Величезні викиди вуглекислого газу і метану в атмосферу призводять до збільшення парникового ефекту та погіршують екологію довкілля. Тому, перед аграрними підприємствами постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують із рослинної сировини [1].

В умовах дефіциту енергоресурсів все більше уваги приділяється можливості використання енергетичних культур та рослинних решток сільськогосподарського господарства як альтернативних джерел енергії. Інтенсивний розвиток програм виробництва палива з відновлюваних джерел рослинної сировини в економічно розвинених країнах можна розглядати як підготовку їхньої економіки до можливого, в довгостроковій перспективі, дефіциту вуглеводневої сировини для виробництва палива. Світова індустрія різних видів біопалива характеризується наявністю широкого спектру заходів законодавчого та нормативно-правового забезпечення розвитку біоенергетики, а також державних програм, спрямованих на збільшення виробництва біопалива в певній країні [12]. Як наслідок, у Світі спостерігається невинне зростання виробництва енергетичних ресурсів з відновлюваних джерел, з-поміж яких значного розвитку набувають енергоносії біологічного походження.

Саме тому, наукова спільнота все більше звернула увагу на можливості України щодо забезпечення власних енергетичних потреб за рахунок відновлювальних джерел енергії, а саме на розвиток біоенергетики за рахунок наявної ресурсної бази. Численні публікації не лише науковців, але й практиків, що вже мають досвід використання поновлювальних енергетичних ресурсів, свідчать про значні перспективи нашої держави щодо зниження рівня енергетичної залежності та зміцнення економічної та національної безпеки в цілому. Однак, в Україні близько 2 % спожитої енергії від її загального обсягу одержують з біомаси, тоді як у Західній Європі цей показник становить 10 – 12 %, а в ряді скандинавських країн – від 17 до 40 % [3].

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, має добрі передумови для розширення використання рослинних решток на біопаливо. Енергетична стратегія України до 2030 р. передбачає динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси в 2015 р. до 5 млн. т умовного палива (т у. п.), або це 2,5 % від загального енергоспоживання, а в 2030 р. – до 20 млн. т у. п. або до 10 % [15].

Доцільність використання енергії біомаси обґрунтовує М. Руденко і стверджує, що енергія прогресу як абсолютна додаткова вартість є важливим критерієм екологічної збалансованості економіки, оскільки відповідає принципів збереження природної впорядкованості, що надходить з енергією Сонця на Землю і формується на енергетичній природі злаків [54].

Використання рослинної біомаси багаторічних трав'янистих фітоценозів на біопаливо є альтернативним їх використанням. Проведений Г. Г. Гелетухою із співавторами аналіз ресурсу біопалива в Україні показав, що енергетичний економічно виправданий потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів становить 7,05 млн. т у. п./рік, що становить 20 % від всього потенціалу біомаси та торфу в Україні. У тому числі на природні кормові угіддя припадає 12 %, плавні і болота 7 %, нетрадиційні енергетичні культури – 1 % [7].

Зважаючи на те, що проблема забезпечення власними енергетичними ресурсами є досить актуальним питанням сьогодення для нашої держави, Ю. Тараріко вказує на те, що прийняті законодавчі та нормативні акти, виробництво та використання біопалива в нашій країні наразі мають епізодичний характер, освоєні лише окремими підприємствами і зводиться переважно до постачання біоенергетичної сировини на світовий ринок [55].

Незважаючи на те, що Україна має значний потенціал біомаси для виробництва енергії (близько 27 млн. т паливних видів біомаси, завдяки яким можна скоротити на 18 % споживання в країні природного газу), ринок біоенергетики розвивається повільно [5]. Згідно з енергетичним балансом України за 2013 р., підготовленим Держстатом, частка відновлювальних джерел енергії у валовому кінцевому енергоспоживанні становила 3,45 %, у тому числі біомаса – 2,2 %, що близько 63 % від усіх відновлювальних джерел енергії.

Загалом енергетичні ресурси біомаси поділяють на дві групи:

1) рослини, які вирощуються за призначенням на енергетичні потреби: просо прутіподібне, енергетична верба, щавнат, міскантус тощо;

2) органічні рештки і відходи – рештки культурних рослин, відходи від вирощування і переробки рослинної продукції, відходи тваринництва, комунальні органічні відходи та ін. [6; 52].

Основними перевагами біомаси над традиційними видами палива є: вища екологічна чистота; більш раціональне використання наявних природних ресурсів; економічна ефективність; вирішення проблеми утилізації відходів, екологічність, тощо [17].

В Україні, на фоні зменшення непоновлюваних енергетичних джерел, виснаження наявних родовищ, використання відновлювальних джерел енергії, в тому числі біомаси рослин, набуває актуального значення. Все це засвідчує необхідність проведення відповідних досліджень з вивчення доступного потенціалу рослинного енергетичного ресурсу, спеціально вирощених енергетичних культур та можливості використання їхньої фітомаси для отримання енергоємного біопалива.

Україна за природно-економічними умовами належить до країн з надзвичайно сприятливими умовами та потенціалом для забезпечення продовольчої безпеки і створення стабільного ринку енергетичних культур для використання в біопаливній промисловості. Для її розвитку є достатній потенціал відновлюваних джерел енергії: зернові, олійні, лігнінцелюлозні, крохмале- та цукровмісні культури; відходи та залишки сільського господарства і лісівництва; біомаса, що містить лігнін, та інші стійкі залишки. Залучення потенціальних відновлюваних джерел енергії усіх видів і, передусім, біомаси шляхом трансформації енергії фотосинтезу в доступний для використання в економіці держави формі, сприятиме зниженню рівня енергозалежності України. Наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, добрі передумови для їх розширення та використання на паливо.

Окрім цього, визначено, що з-поміж злакових енергетичних культур, найбільшим потенціалом за врожайністю сухої маси виокремлюються арундо тростинний, міскантус гігантський. Дещо менший продуктивністю відзначилися – сорго багаторічне та просо прутіподібне за багаторічного циклу вирощування в ґрунтово-кліматичних умовах, що відповідають їх біологічним особливостям [39].

Енергетична стратегія України до 2030 р. [15; 38] передбачає динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси до 20 млн. т умовного палива, що становитиме в 2030 р. 10 % від загального енергоспоживання.

За даними Інституту теплофізики НАН України, в нашій країні повне використання на біопаливо енергетичних культур при вирощуванні їх на площі 5 млн. га дозволить довести виробництво енергії з біомаси до 18 % від загального споживання енергії країни [14].

Однак, не дивлячись на очевидні переваги і зростаючі потреби у розвитку біоенергетики, сучасна наука в даному напрямі лише зароджується і виявляється в окремих локальних дослідженнях та незначному, у відсотковому співвідношенні впровадженні результатів у виробництво

Станом на 2014 р. досягнення України щодо виробництва біопалива у порівнянні з її потенціалом були незначні. Так, на цей період працювало лише 8 біогазових установок, 140 підприємств з виготовлення пелет, 90 котлів і генераторів на тюкованій соломі, 2 тис. котлів на деревних відходах, було виготовлено 150 тис. т біоетанолу і незначну кількість біодизелю [3].

Поряд з цим, розвиток біоенергетики дасть змогу господарствам, задіяним у цьому секторі, отримати додатково нові робочі місця, дешеві енергоносії, а місцеві соціальні заклади забезпечити альтернативним біопаливом із рослинної сировини [17].

На даний час значну кількість рослин вже досліджено для визначення потенційної можливості використання їхнього енергетичного потенціалу, але лише невелику кількість культур вирощують на значних площах. З них найбільш поширеними є представники родів *Miscanthus* (міскантус), *Salix* (верба), *Populus* (тополя) та *Panicum* (просо прутоподібне – світчграс). Ці рослини культивують на одному місці від 10 до 30 років. Підготовка ґрунту для їх вирощування не потребує великих енергетичних витрат. До перспективних енергетичних рослин можна віднести цукровий та кормовий буряк і сорго цукрове [51; 76].

З поміж енергетичних культур світчграс є однією з рослин, у якої низька собівартість виробництва фітомаси – сировини для біопалива, та висока продуктивність надземної вегетативної маси за багаторічного циклу використання. Основними шляхами використання світчграсу є виробництво електроенергії через газифікацію, комбіноване спалювання на вугільних заводах та виробництво етанолу для пального [60; 72; 74]. Нещодавно до комплексного використання енергетичних культур віднесли виробництво целюлозних і волокнистих ущільнених композиційних матеріалів [63; 70].

Внаслідок широкого географічного поширення проса прутоподібного, можливості його вирощування на ґрунтах різної якості, низьких вимог до вмісту вологи та поживних речовин для живлення рослин і позитивного впливу на навколишнє середовище світчграсу всебічно вивчають за кордоном [64; 66 – 69; 71; 73; 77; 78]. Поряд з цим, комплексні дослідження проведені науковцями в умовах Лісостепу України, з урахуванням адаптивних властивостей проса прутоподібного, передбачали вивчення культури за сортовими особливостями, елементами структури врожаю, особливостями технології вирощування та використання на біопаливні цілі, з урахуванням екологічних чинників [18; 20 – 25; 28; 32; 34; 41; 57].

На даний час просо прутоподібне вивчають у різних ґрунтово-кліматичних зонах України: в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка [50], на Веселоподільській, Ялтушківській дослідних станціях [47; 58], Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків [40; 52], в Борщівському агротехнічному коледжі (Тернопільська область) [8], Львівській філії УкрНДІВП ім. Л. Погорілого [13], Полтавській державній аграрній академії [75] та інших установах.

Іноземні вчені визначили, що урожайність світчграсу змінюється від 10 т/га сухої маси на північно-європейських ґрунтах з низькою родючістю до 25 т/га на південно-європейських ґрунтах з високою родючістю. З площі 1 га можна отримати від 5 до 12 т умовного палива [75]. Просо прутоподібне можна вирощувати на землях, непридатних для культивування інших сільськогосподарських рослин. Ця рослина відзначається низькою собівартістю технології вирощування, потребує незначних вкладень, забезпечуючи високі врожаї біомаси навіть на збіднених на поживні речовини ґрунтах [65].

Цю думку підтримує М. Я. Гументик [9], результати його досліджень засвідчили, що просо прутоподібне, завдяки потужній кореневій системі та можливостям довготривалого використання є перспективною, економічно вигідною біоенергетичною культурою для вирощування на малопродуктивних землях у більшості регіонів України.

За проведення відповідних досліджень з енергетичними культурами в умовах Полісся В. В. Думичем із співавторами було встановлено [13], що ґрунтово-кліматичні умови регіону вирощування є сприятливими для вирощування світчграсу сорту Картадж. Оптимальний строк сівби та норма висіву насіння забезпечуються необхідні умови для росту і розвитку рослин світчграсу, а його продуктивність в значній мірі залежить від вологості ґрунту.

Дослідження, проведені авторами в умовах центральної частини Лісостепу [36] свідчать про високий потенціал врожайності сухої вегетативної маси сортів проса прутоподібного Форесбург і Кейв-ін-рок третього і четвертого року вегетації вирощених на деградованих ґрунтах.

За вивчення вихідного матеріалу проса прутоподібного в нашій країні визначено, що ця культура є перспективною для фітоенергетики, яка під час акліматизації в умовах центральної частини України на малопродуктивних ґрунтах забезпечила потужний стеблостій на другий-третій рік вегетації, формувала стабільну врожайність фітомаси (сировини для виробництва біопалива) та насіннєву продуктивність [59].

Всебічні дослідження проса прутоподібного в Україні за ботаніко-біологічними особливостями [19; 37], сортовим складом [30; 33; 58], елементами технології вирощування [42; 43; 45], посівними якостями насіння та насіннєвою продуктивністю [26 – 27; 30 – 31; 35; 49; 62] та особливостями виготовлення біопалива із фітомаси рослин [16; 48; 53] переконливо свідчать про значну зацікавленість вчених у вивченні цієї культури.

Отже, для збільшення відсотку промислового виробництва та споживання біологічних видів палива, з урахуванням екологічного чинника, нашій країні необхідно всебічно досліджувати та ширше впроваджувати у виробництво найбільш перспективні сорти, розробляти новітні технології вирощування енергетичних культур, удосконалювати логістичний ланцюг виробництва та постачання рослинної сировини для виробництва біопалива. Цьому сприятимуть комплексні дослідження з визначення залежності формування врожайності вегетативної надземної маси проса прутноподібного (*Panicum virgatum* L.) та встановлення енергетичного потенціалу його фітомаси за багаторічного циклу вирощування в умовах України.

У зв'язку з чим, в умовах Лісостепу України було закладено багатофакторний експеримент з відповідно до ініціативної тематики “Особливості вирощування світчграсу” (2008 – 2010 рр.), міжнародної наукової тематики “Pellets for Power” (2011 – 2013 рр.) та державної науково-дослідної теми “Агроєкологічні засади вирощування енергетичних культур в умовах України” (2014 – 2017 рр.).

Мета досліджень передбачала визначення особливостей формування урожайності вегетативної надземної маси (фітомаси) та енергетичного потенціалу проса прутноподібного за багаторічного циклу вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Відповідно до поставленої мети передбачалось вирішення наступних завдань:

1. Визначити біометричні показники рослинного фітоценозу проса прутноподібного за вирощування в різних умовах.
2. Встановити урожайність проса прутноподібного за сухою вегетативною масою залежно від року вегетації та умов вирощування.
3. Провести кореляційно-регресійний аналіз кількісних показників рослин, їхньої продуктивності та урожайності фітомаси проса прутноподібного за різних умов вегетації.
4. Визначити найбільш впливові фактори, що мають суттєвий вплив на врожайність фітомаси проса прутноподібного.
5. Розрахувати енергетичний потенціал фітомаси проса прутноподібного та визначити вихід умовного біопалива рослинної сировини культури.

Дослід № 1 розміщено в Лівобережно-Дніпровській лісостеповій провінції, що займає Придніпровську низовину. Річна сума опадів становить 450 – 550 мм, коефіцієнт зволоження змінюється від 1,9 до 1,3. Це східна частина центрального Лісостепу, розташована на чорноземі типовому потужному слабосолонцюватому, малогумусному, середньосуглинковому. Вміст гумусу в орному шарі 0 – 30 см становить 4,2 %; рН 7 – 7,1; лужногідролізованого азоту 18 – 25 мг/кг; рухомого фосфору 28 – 30,1 мг/кг та обмінного калію 120 – 150,1 мг/кг ґрунту.

Дослід № 2 розташовано в Дністровсько-Дніпровській лісостеповій провінції, яка лежить у межах Подільської та Придніпровської височин. Річна сума опадів становить 450 – 560 мм, коефіцієнт зволоження 2 – 1,4. Це західна частина північного Лісостепу, розташована на сірому лісовому опідзоленому середньо-суглинковому слабокислому ґрунті. Вміст гумусу в орному шарі 0 – 30 см становить 1,5 %; рН сол. 5,5 – 6; лужногідролізованого азоту 75 – 77,6 мг/кг; рухомого фосфору 127,3 – 131 мг/кг та обмінного калію 115 – 123,4 мг/кг ґрунту.

За проведення багаторічних досліджень застосовували як загальноприйняту методику польового дослідів [11; 44] так і спеціальні методики [42; 43]. Урожайність фітомаси світчграсу визначали шляхом скошування рослин, їхнього зважування, висушування відібраної проби та перерахунку на суху масу з урахуванням вологості сировини [29; 61].

Енергетичний потенціал фітомаси проса прутноподібного визначали згідно методики Р. В. Морозова [46] та ін. вчених.

Для побудови кореляційної плеяди визначали залежність між урожайністю сухої фітомаси проса прутноподібного і біометричними показниками рослин: висота рослин (см); кількість стебел (шт./м.п.); кількість листків на рослині (шт.); довжина прапорцевого листка (см); загальна кількість листків (шт./м.п.); вміст сухої речовини у фітомасі (т/га); продуктивність сухої фітомаси (кг/м.п.); продуктивність умовно вологої фітомаси (кг/м.п.); урожайність сухої фіто маси (т/га). Отримані результати досліджень обробляли за сучасними методами статистики із застосуванням комп'ютерних програм Excel та Statistica 6.0 [4; 56].

Біометричні показники рослин просо прутноподібного за роки дослідження характеризувалися значним варіюванням і залежали від умов вирощування (табл. 4.52).

В умовах Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції ВР проса прутноподібного змінювалась у межах – від 110,3 до 165 см, КС на м.п. – від 740,2 до 890,1 шт., КЛ на рослині – від 5,1 до 6 шт., ДПЛ – від 37,5 до 46,1 см, а ЗКЛ на м.п. була від 114,2 до 178 см. Найменші кількісні показники рослин були отримані на четвертий рік вегетації за зменшеного значення КС і ЗКЛ, порівняно з іншими роками вегетації, що пов'язано з несприятливими умовами вирощування культури та показником ГТК, що був менше 1 і характеризував період як посушливий.

Таблиця 4.52

Біометричні показники рослин проса прутіподібного третього – п'ятого років вегетації за вирощування у різних умовах

Дослід (фактор А)	Рік вегетації (фактор Б)	Висота рослин, см	Кількість			Довжина прапорцевого листка, см
			стебел, шт./м.п.	листіків на рослині, шт.	листіків, шт./м.п.	
№ 1	третій	110,3	740,2	5,1	148,0	37,5
	четвертий	165,0	685,5	6,0	114,2	46,1
	п'ятий	140,4	890,1	5,4	178,0	45,4
Середнє по досліді		138,6	771,9	5,5	146,7	43,0
№ 2	третій	157,6	720,8	6,1	120,0	47,7
	четвертий	176,3	910,3	6,5	151,7	50,8
	п'ятий	154,4	987,0	6,2	164,5	54,2
Середнє по досліді		162,8	872,7	6,3	145,4	50,9
НІР ₀₅ (фактор А)		8,4	19,2	0,4	20,4	5,6
НІР ₀₅ (фактор Б)		12,1	23,1	0,15	13,2	4,2

Джерело: розраховано автором

Для умов Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції характерним є зміна ВР проса прутіподібного у межах – від 154,4 до 176,3 см, КС на м.п. – від 720,8 до 987 см, КЛ на рослині – від 6,1 до 6,5 шт., ДПЛ – від 47,7 до 54,2 см, а ЗКЛ на м.п. була від 120 до 164,5 см. Найбільші кількісні показники рослин були отримані на четвертий рік вегетації за зменшеного значення ДПЛ і ЗКЛ, порівняно з іншими роками вегетації.

Порівнюючи результати досліджень за три роки можна стверджувати, що вищими кількісними показниками рослин проса прутіподібного були за вирощування його в умовах достатнього зволоження Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції України, порівняно із Лівобережно-Дніпровською, що характеризується недостатнім зволоженням, з наявністю посушливих умов в окремі періоди росту та розвитку рослин.

Урожайність фітомаси проса прутіподібного залежить як від продуктивності кожної рослини у фітоценозі, так і від вмісту вологи у ній на час збирання врожаю (табл. 4.53). Вага сухої рослини, як і вага снопа залежала від вмісту вологи у фітомасі, що в умовах Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції змінювалася від 24,5 до 31,3 % і залежала від погодних умов вегетації культури, а для умов Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції це показник варіював у межах – від 25,1 до 35,9 %. Визначено тісний кореляційний зв'язок між вмістом вологи у фітомасі та урожайністю сухої маси, що знаходиться у межах – від – 0,72 до – 0,81. Тобто із збільшенням одного показника буде зменшуватись інший, та навпаки.

Таблиця 4.53

Продуктивність і урожайність фітомаси проса прутіподібного третього – п'ятого років вегетації за вирощування у різних умовах

Дослід (фактор А)	Рік вегетації (фактор Б)	Вага сирого снопа, кг	Вміст вологи, %	Вага 1 сирі рослини, г	Вага 1 сухої рослини, г	Урожайність, т/га	
						сирі маси	сухої маси
№1	третій	909,3	31,3	1,228	0,624	20,20	13,88
	четвертий	494,8	24,5	0,723	0,374	11,00	8,30
	п'ятий	743,2	30,8	0,835	0,514	16,51	11,43
№2	третій	935,6	30,0	1,300	0,655	20,80	14,56
	четвертий	1108,7	25,1	1,218	0,830	24,64	18,45
	п'ятий	1133,1	35,9	1,148	0,726	25,18	16,14
НІР ₀₅ (фактор А)						3,27	3,61
НІР ₀₅ (фактор Б)						0,47	1,76

Джерело: розраховано автором

За результатами досліджень встановлено динаміку урожайності проса прутіподібного за вирощування його у різних умовах (рис. 4.41).

У промислових масштабах урожайність проса прутіподібного, як сировини для біопалива, розпочинають збирати з третього року вегетації, тому, наводимо детальний аналіз результатів досліджень від третього до п'ятого року використання.

За вирощування проса прутіподібного у Лівобережно-Дніпровській лісостеповій провінції в умовах четвертого року вегетації спостерігалось зниження врожаю, порівняно із третім роком на 5,6 т/га, п'ятого – на 2,5 т/га. Найбільша урожайність вологої і сухої фітомаси зафіксована при вирощуванні культури на третій рік вегетації, відповідно – 20,2 і 13,9 т/га.

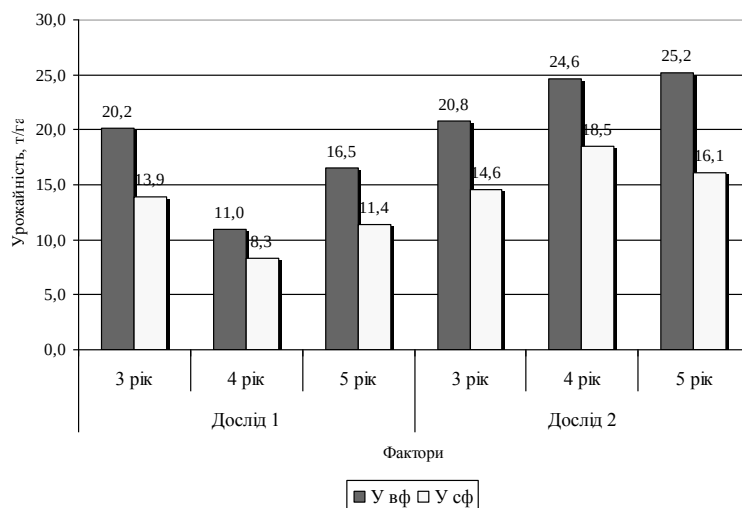


Рис. 4.41. Урожайність фітомаси проса прутноподібного

третього – п'ятого років вегетації за вирощування у різних умовах

Дослід 1 – Лівобережно-Дніпровська лісостепова провінція; Дослід 2 – Дністровсько-Дніпровська лісостепова провінція, У вф – урожайність вологої фітомаси, т/га; У сф – урожайність сухої фіто маси, т/га

Джерело: досліджено автором

В умовах Дністровсько-Дніпровської лісостепоної провінції найбільша урожайність сухої вегетативної надземної маси проса прутноподібного відмічена на четвертий рік вегетації – на рівні 18,45 т/га, що суттєво більше на 3,9 т/га порівняно із третім, та на 2,3 т/га – із п'ятим роком вегетації.

За ступенем впливу на врожайність сухої фітомаси проса прутноподібного кількісні показники рослин розподілилися наступним чином (рис. 4.42).



Рис. 4.42. Частки впливу біометричних показників рослин на врожайність сухої фітомаси проса прутноподібного залежно від умов вирощування

Джерело: розраховано автором

В умовах Лівобережно-Дніпровській лісостепоної провінції на врожайність сухої фітомаси проса прутноподібного 3 – 5 років вегетації найбільш вагомий вплив має вміст сухої речовини в фітомасі (32,2 %), кількість стебел на одиницю площі (25,5 %) та довжина прапорцевого листка (19,9 %), інші кількісні показники рослин – менше 10 %.

Для умов Дністровсько-Дніпровської лісостепоної провінції визначено, що формування врожайності сухої фітомаси проса прутноподібного 3 – 5 років вегетації найбільшою мірою обумовлюється вмістом сухої речовини в фітомасі (30,2 %), висотою рослин (24,6 %), довжиною прапорцевого листка (24,8 %), інші кількісні показники рослин – менше 10 %.

Відповідно до проведених статистичних розрахунків і одержаних результатів кореляційно-регресійного аналізу була побудована комплексна кореляційна плеяда з тих кількісних показників, що мають істотний вплив на продуктивність рослин та урожайність сухої фітомаси проса прутноподібного залежно від умов вирощування (рис. 4.43 – 4.44).

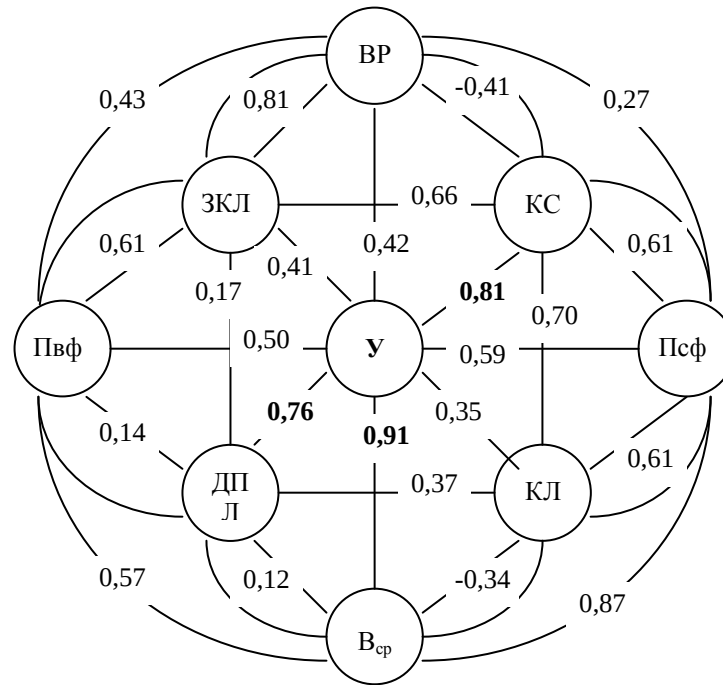


Рис. 4.43. Кореляційна плеяда залежності між біометричними показниками рослин і врожайністю сухої фітомаси проса прутюподібного в умовах Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції: ВР – висота рослин, см; КС – кількість стебел, шт./м.п.; КЛ – кількість листків на рослині, шт.; ДПЛ – довжина прапорцевого листка, см; ЗКЛ – загальна кількість листків, шт./м.п.; Вср – вміст сухої речовини у фіто масі, т/га; Псф – продуктивність сухої фітомаси, кг/м.п.; Пвф – продуктивність умовно вологої фітомаси, кг/м.п.; У – урожайність сухої фітомаси, т/га. Коефіцієнти кореляції достовірні при 5 % рівні значущості.
Джерело: авторська розробка

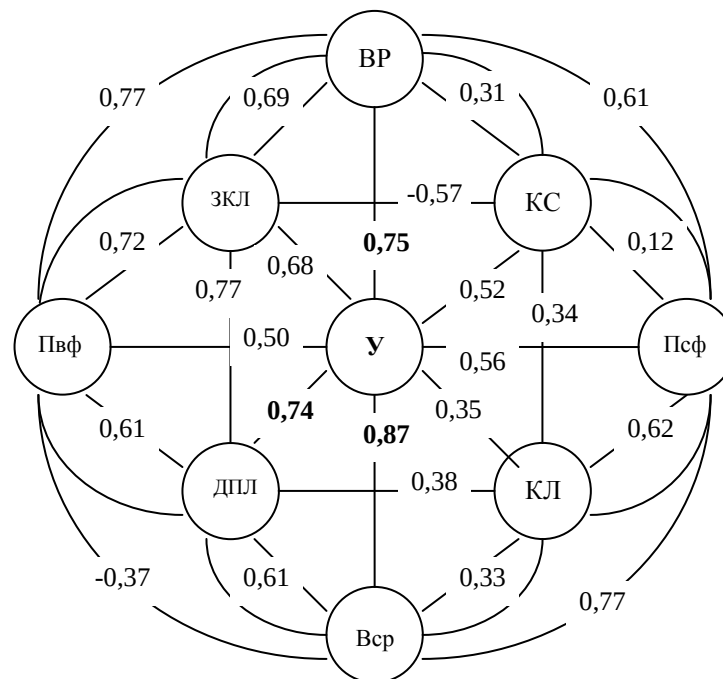


Рис. 4.44. Кореляційна плеяда залежності між біометричними показниками рослин і врожайністю сухої фітомаси проса прутюподібного в умовах Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції: ВР – висота рослин, см; КС – кількість стебел, шт./м.п.; КЛ – кількість листків на рослині, шт.; ДПЛ – довжина прапорцевого листка, см; ЗКЛ – загальна кількість листків, шт./м.п.; Вср – вміст сухої речовини у фіто масі, т/га; Псф – продуктивність сухої фітомаси, кг/м.п.; Пвф – продуктивність умовно вологої фітомаси, кг/м.п.; У – урожайність сухої фітомаси, т/га. Коефіцієнти кореляції достовірні при 5 % рівні значущості.
Джерело: авторська розробка

Урожайність сухої фітомаси проса прутіподібного за вирощування в умовах Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції в більшій мірі обумовлюється кількістю стебел на одиницю площі (г 0,81), довжиною прапорцевого листка (г 0,76) та вмістом сухої речовини у фітомасі рослин (г 0,91). Середній вплив на формування продуктивності рослин та урожайність надземної вегетативної маси мають наступні показники: ВР (г 0,42), КЛ (г 0,35), ЗКЛ (г 0,41).

За вирощування проса прутіподібного в умовах Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції урожайність сухої фітомаси залежить від висоти рослин (г 0,75), загальної кількості листків на ній (г 0,68), довжини прапорцевого листка (г 0,74) та вмісту сухої речовини у фітомасі рослин (г 0,87). Середній вплив на формування продуктивності рослин та урожайність надземної вегетативної маси мають наступні показники: КС (г 0,52) та КЛ (г 0,43).

Результати обрахунку виходу умовного біопалива із фітомаси проса прутіподібного свідчить, що його надземна вегетативна маса мала різну енергоємність і залежала від вмісту вологи в сировині на час збирання врожаю (табл. 4.54).

Таблиця 4.54

**Вихід умовного біопалива із фітомаси проса
прутіподібного залежно від умов вирощування, т ум. п./га**

Дослід (фактор А)	Рік вегетації (фактор Б)			Разом за три роки	Середнє за роки
	3-й	4-й	5-й		
№1	4,57	2,73	3,76	11,06	3,69
№2	4,79	6,07	5,31	16,18	5,39
Середнє	4,68	4,40	4,54	13,62	—
НІР ₀₅ (фактор А)	0,13	2,74	1,04	3,12	—
НІР ₀₅ (фактор Б)	0,72	—	—	—	—

Джерело: розраховано автором

Разом за три роки енергетичний потенціал фітомаси проса прутіподібного був суттєво більшим за вирощування його у західній частині північного Лісостепу (16,2 т ум. п./га), в середньому за роки – 5,4 т ум. п./га; нижчим – у Лівобережно-Дніпровській лісостеповій провінції (11,1 т ум. п./га), в середньому – 3,7 т ум. п./га т/га.

Отже, в умовах Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції на чорноземі типовому потужному слабосолонцюватому, малогумусному, середньо суглинковому найбільший потенціал урожайності вегетативної надземної маси формує просо прутіподібне на третій рік вегетації – на рівні 13,88 т/га, що еквівалентно 4,57 т ум. п./га. За вирощування проса прутіподібного в умовах Дністровсько-Дніпровської лісостепової провінції на сірому лісовому опідзоленому середньо-суглинковому слабокислому ґрунті найбільша урожайність сухої фітомаси формується на четвертий рік вегетації культури (18,45 т/га), що відповідає 6,07 т ум. п./га.

Для визначення шляхів отримання стабільної урожайності проса прутіподібного з високим енергетичним потенціалом фітомаси, як сировини для виробництва біопалива, дослідження в обраному напрямку необхідно поглибити та продовжити.

8.15. Сортова специфіка сої та потенціал їх рослинних решток

© Білявська Л. Г.

*к.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва та генетики,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

© Білявський Ю. В.

*к.б.н., с.н.с., фахівець II категорії лабораторії селекції,
насінництва та сортової агротехніки
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

За підрахунками вчених, ресурсів нафти на планеті вистачить не більше як на 50 років. Раптово зупинити життєдіяльність людини на нашій планеті не можливо. Високий рівень урбанізації обов'язково приведе до невідворотних процесів. Головний енергетичний ресурс у сучасному світі – сировинні ресурси (нафта, газ та ін.), які не відновлюються, а лише поступово зменшуються та зникають [1]. Підтверджується висновок, що людство не має вибору альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах, крім залучення нетрадиційних джерел енергії. Так, до відновлюваних джерел енергії можна віднести виробництво енергоносіїв біологічного походження або біопалива. Особливо це стосується сільського господарства.