

12. Кульчицька А.П. Легеневий газобмін бичків і телочок української чорно-рябої молочної породи у різні вікові періоди. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2016. Т. 18. № 4 (72). С. 37–40.

13. Богданов Г.О., Славов В.П., Ібатулін І.І. та ін. Методичні рекомендації уніфікації досліджень по годівлі м'ясної худоби. Київ, 2002. 42 с.

14. Писаренко А.В. Селекційно-генетична оцінка збереження генофонду червоної степової породи у заводському стаді: автореф. дис. ... к.с.-г. н.: спец. 06.02.01; ІРГТ ім. М.В. Зубця НААН. Чубинське, 2015. 18 с.

15. Скворцова А.А., Хренов И.И. Техника исследования кровообращения, газоэнергетического обмена и легочного дыхания у сельскохозяйственных животных. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 84 с.

16. Тимчак В.С. Ефективність інновацій комплексного використання відходів харчової промисловості: дис. к. екон. н. Житомир, 2016. 227 с.

17. Федак В.Д., Федак Н.М. Газоенергетичний обмін у бугайців волинської м'ясної породи різних типів конституції в постнатальному онтогенезі. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2013. Т. 15. № 1 (55). Ч. 2. С. 209–214.

18. Федорович В.В. Газоенергетичний обмін у телят. Тваринництво України. 2008. № 6. С. 18–19.

19. Мельник Ю.Ф., Сірацький Й.З., Федорович Є.І. та ін. Формування м'ясної продуктивності у тварин різних порід великої рогатої худоби, яких розводять в Україні: монографія. Корсунь-Шевченківський, 2010. 392 с.

20. Цвігун А.Т., Кімаковський В.І. Вивчення ефективності використання енергії раціонів за даними респіраційних досліджень масковим методом. Новое в методах зоотехнических исследований. Харьков, 1992. С. 63–66.

УДК 633:631.55

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Кулик М.І. – к.с.-г.н., доцент,

Полтавська державна аграрна академія

Сиплива Н.О. – к.б.н.,

Український інститут експертизи сортів рослин

Рожко І.І. – здобувач,

Полтавська державна аграрна академія

У статті за результатами теоретичних і експериментальних досліджень розроблено концепцію формування високої продуктивності енергетичних культур на основі оптимізації агротехнічних умов вирощування відповідно до біологічних вимог рослин в умовах центрального Лісостепу України. Для сільськогосподарських підприємств, що спеціалізуються або зацікавлені у використанні спеціальних культур для енергетичних цілей, рекомендовано до вирощування міскантус гігантський (схема висаджування 60×60 см) та просо прутноподібне (широкорядний спосіб сівби, міжряддя 45 см) із обов'язковим ранньовесняним азотним підживленням рослин, які завдяки елементам продуктивності (висоти та густоти стеблостою) формують стабільну і високу урожайність біомаси, що може бути використана як сировина для виробництва енергоємного біопалива.

Ключові слова: міскантус гігантський, просо прутноподібне (світчграс), елементи технології вирощування, урожайність, економічна ефективність.

Кулик М.И., Сипливая Н.А., Рожко И.И. Урожайность и эффективность производства биомассы энергетических культур в зависимости от элементов технологии выращивания

В статье по результатам теоретических и экспериментальных исследований разработана концепция формирования высокой производительности энергетических культур на основе оптимизации агротехнических условий выращивания в соответствии с биологическими требованиями растений в условиях центральной Лесостепи Украины. Для сельскохозяйственных предприятий, специализирующихся или заинтересованных в использовании специальных культур для энергетических целей, рекомендуется к выращиванию мискантус гигантский (схема посадки 60 × 60 см) и просо прутьевидное (широкорядный способ посева, междурядья 45 см) с обязательным ранневесенним азотным удобрением растений, которые за счет элементов производительности (высоты и густоты стеблестоя) формируют стабильную и высокую урожайность биомассы, которая может быть использована как сырье для производства энергоемкого биотоплива.

Ключевые слова: мискантус гигантский, просо прутьевидное (свитчграс), элементы технологии выращивания, урожайность, экономическая эффективность.

Kulyk M.I., Syplyva N.A., Rozhko I.I. Productivity and efficiency of biomass production of energy crops depending on the elements of cultivation technology

Based on the results of theoretical and experimental research, the article develops a concept of forming high yields of energy crops through the optimization of agrotechnical growing conditions in accordance with the biological requirements of plants under the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. For agricultural enterprises specializing or interested in using special crops for energy purposes, it is recommended to cultivate giant Chinese silver grass (seeding scheme 60 x 60 cm) and switchgrass (sowing method with wide rows, 45cm between rows) with obligatory early-spring nitrogen fertilization of plants. Due to the elements of productivity (plant height and density), they form a stable and high yield of biomass, which can be used as a raw material for the production of powerful biofuels.

Key words: giant Chinese silver grass, switchgrass, elements of cultivation technology, productivity, economic efficiency.

Постановка проблеми. Сьогодні у світі швидко зростає зацікавленість у широкому використанні альтернативних джерел енергії у зв'язку з інтенсивним використанням непоновлюваних джерел енергії. Відновити енергетичний баланс країн, що розвиваються, можливо за використання нетрадиційних джерел енергоносіїв, передусім завдяки біоенергетиці, що є ключовою в енергетичних перспективах. Нині актуальними і головними напрямками в цій галузі є пошук нових, більш ефективних рослин (енергетичних культур), відпрацювання технологій їх вирощування і впровадження у виробництво. Це дасть змогу збільшити кількість робочих місць, отримати додаткові кошти на розвиток територіальних громад, вирішити важливі соціально-економічні проблеми України і, що не менш важливо, зменшити її енергетичну залежність.

Для вирішення цієї актуальної проблеми практичний інтерес становлять такі енергетичні культури: цукрове сорго, мискантус гігантський, «енергетична» верба, свитчграс (просо прутіоподібне) та інші. Із вищеперерахованих фітоенергетичних культур мискантус гігантський і просо прутіоподібне здатні формувати високу врожайність за багаторічного циклу вирощування на маргінальних землях. Цю думку підтримує М.В. Роїк із співавторами [1], стверджуючи, що енергетичні культури завдяки можливостям є перспективними, економічно вигідними рослинами для вирощування на малопродуктивних землях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначають С.М. Кухарець та Г.А. Голуб, використання матеріалів із природних ресурсів у процесах виробництва та споживання має багато екологічних, економічних і соціальних наслідків, які виходять за межі існування і впливають на майбутні покоління. Вони мають наслідки для видобутку та виснаження відновлюваних і непоновлюваних природних ресурсів, а також природну продуктивність запасів поновлюваних ресурсів [2].

Енергетичні культури – трав'янисті рослини, чагарники, швидкоростучі дерева або інші види рослин, біомаса яких (рослинна сировина) може використовуватися для виробництва біопалива (твердого, рідкого та газоподібного) [3]. Це рослини, що характеризуються багаторічним циклом життя, які здатні накопичувати значну кількість біомаси завдяки інтенсивному росту і розвитку, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені [4; 5].

Сьогодні країни ЄС розширюють площі під виробництво міскантусу. Якщо у 90-х роках насадження міскантусу в країнах ЄС займали всього 170 га, то вже у 2011 році ці площі збільшилися в десятки разів. Найбільше площі під енергокультурами у Великобританії – до 11100 га, розвивають міскантусні проекти та розширюють площі під культуру у Франції, Ірландії, Німеччині, Австрії, Швеції (450–3000 га), розглядають як цінну сировину з численними можливостями – Італія, Бельгія, Нідерланди, Данія (64–100 га) [6].

Зарубіжні науковці (R.A. Sanderson та інші, M.A. Samson та інші, 1992) [7; 8] визначили особливості використання біомаси світчграсу та міскантусу у виробництві енергії та волокна: високий показник виробництва чистої енергії на гектар; низька собівартість; низькі потреби рослин в поживних речовинах; низький вміст золи в сировині, високий коефіцієнт використання вологи; широка сфера розповсюдження рослини; простота вирощування, адаптація до умов вирощування за культивування на малопродуктивних ґрунтах і можливість збереження вуглецю в ґрунті. Вирощувати енергетичні культури вони рекомендують на малопродуктивних ґрунтах, деградованих землях і, що не менш важливо, без зміни землекористування на маргінальних землях.

Поряд із висновками авторів (A.V. Kalinichenko та інші, 2014) [9] щодо використання сільськогосподарської біомаси для енергетичних цілей з екологічного погляду інші вчені (Y. Tang та інші, 2010) [10], проаналізувавши нинішній статус і майбутній потенціал маргінальних земельних ресурсів Китаю, потенціал сільського та лісового господарства цієї країни, визначили, що розвиток і функції традиційного сільського господарства у виробництві продуктів харчування можуть сприяти сталому розвитку соціального, економічного та екологічного життя, економії енергії та скороченню шкідливих викидів. Водночас у висновках зазначено, що ця країна має величезний енергетичний потенціал маргінальних земельних ресурсів, а екологічне будівництво Китаю покращиться завдяки комбінованому енергетичному сільському господарству.

Окрім того, енергетичні культури: є джерелом вуглець-нейтральної сировини; захищають ґрунт від різних видів ерозії; покращують біологічне різноманіття і мікроклімат; сприяють накопиченню органічної речовини та гумусу, а також розвитку ґрунтової фауни; слугують для фітореMediaції, мінімізують використання гербіцидів, пестицидів і мінеральних добрив; можуть використовуватися для зменшення забруднення води під час очищення стічних вод і звалищ і тому подібного [11; 12].

3-поміж енергетичних культур найбільш поширеними на території України, вивченими за ботаніко-біологічними особливостями та елементами технології вирощування є представники родини Злакових – просо прутоподібне, міскантус гігантський – і Вербових – верба енергетична [13; 14].

За природно-економічними чинниками Україна належить до країн із сприятливими умовами для забезпечення як продовольчої, так і енергетичної безпеки, має значний потенціал створення стабільного ринку енергетичних культур і використання їхньої сировини для біопаливної промисловості [15; 16].

У зв'язку із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами України розподіл потенціалу енергетичних культур по території країни досить строкатий – від 9 тис. т. н. е. (Ужгородська область) до 736 тис. т. н. е. (Житомирська область). Найбільшим потенціалом для вирощування і використання енергетичних культур в Україні (більше 400 тис. т. н. е.) характеризуються Житомирська, Чернігівська, Київська, Одеська, Запорізька, Херсонська області та Крим [17; 18].

Основними лімітуючими ґрунтовими чинниками, що зумовлюють формування врожайності енергетичних культур, є рівень залягання підґрунтових вод і вміст важких металів. Автори визначили [19–21], що залежно від типу заплавних ґрунтів, рівня залягання підґрунтових вод урожайність суттєво енергетичних культур змінюється. Доведено, що закисні форми заліза в підвищених кількостях є пригнічуючим фактором для нормального росту та розвитку енергетичних рослин. На лучному алювіальному ґрунті центральної заплави енергетичні культури зростали набагато краще (особливо верба енергетична), ніж на лучно-болотному ґрунті притерасної заплави. Міскантус гігантський виявив більш високу стійкість, порівняно з вербою енергетичною, до умов вирощування. Також у роботі розглянуто питання щодо фітореMediaційної здатності верби енергетичної, завдяки якій з'являється можливість часткового вирішення проблеми забруднення ґрунтів деякими важкими металами.

Зарубіжними авторами визначено потреби рослин окремих генотипів світчграсу в азоті, фосфорі та калію для використання на біопаливні цілі [22]. А.Ф. Turnhollow та інші вчені встановили, що для вирощування біомаси потреба рослин світчграсу в азоті становить лише 50 кг на гектар [23]. Для американських Великих рівнин рекомендації щодо норми внесення азотних добрив надаються лише для світчграс, який вирощується під пасовище. Залежно від кількості опадів вони коливаються між 50 і 100 кг на гектар азоту на територіях з 450 і 750 мм опадів на рік відповідно [24]. К. Vogel визначив, що для укорінених посівів найкращим принципом для внесення азотних добрив, можливо, є внесення в нормі, еквівалентній коефіцієнту отримання врожаю, який рівний близько 6–10 кг на тону сухої речовини для осіннього фрожаю і 4–8 – для весняного [25]. Поряд із цим R.A. Samson встановив, що вирощування світчграсу на менш родючих ґрунтах потребує внесення азоту більше близько на 25% [26].

Дослідження вітчизняних авторів за вивчення комплексного впливу агрозаходів на врожайність проса прутіподібного в центральному Лісостепу України свідчать, що кращими варіантами вирощування світчграсу є ширина міжряддя 45 см і застосування весняного підживлення рослин нормою азоту 30–45 кг/га. Внесення зменшених і збільшених норм азоту не приводить до суттєвого підвищення врожайності, а навіть зменшує цей показник. Водночас на варіантах із більш ширшими міжряддями (60 см) істотної різниці між внесенням N45 і N60 не виявлено [27].

Отже, наукове обґрунтування агрозаходів за вирощування енергетичних культур для соціально-економічного розвитку України з урахуванням екологічних чинників є актуальним питанням сьогодення.

Постановка завдання. Мета статті – встановити вплив умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність фітомаси міскантусу гігантського та проса прутіподібного.

З метою вивчення особливостей росту і розвитку та формування врожайності фітомаси енергетичних культур, а також агротехнічних заходів вирощування протягом 2014–2016 років проводили дослідження в умовах центральної частини Лісостепу України.

Дослідження здійснено згідно з методикою Б.О. Доспехова [28] за схемою двофакторного експерименту із рослинами міскантусу гігантського та проса прутоподібного відповідно до рекомендацій [29].

Схема експерименту поєднувала фактор А – рік (2014–2016 роки), фактор Б – схема висаджування рослин (міжряддя 30, 45, 60, 75 см), фактор В – підживлення (варіант 1 – без підживлення, варіант 2 – весняне підживлення посівів). Повторність досліду – чотириразова. Ділянки розміщені рендомізовано. Площа облікової ділянки становила 50 м².

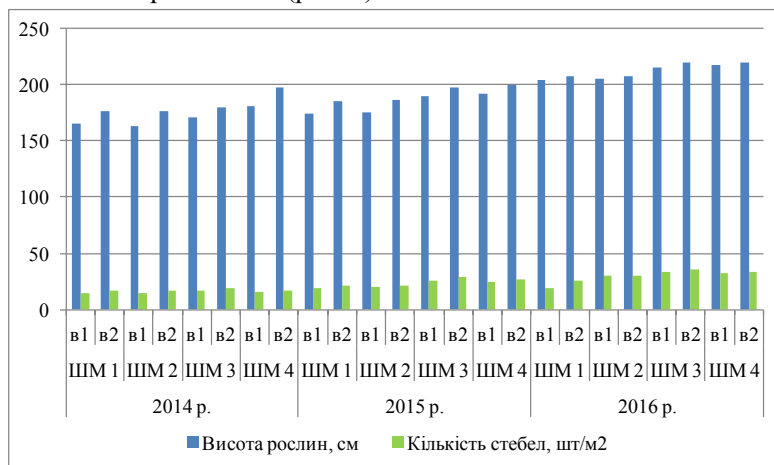
Біометричні вимірювання та визначення кількісних показників рослин проводили за методиками [30]. Спостереження, обліки на посівах і лабораторні аналізи проводили згідно з відповідними методиками [31; 32].

Економічну ефективність вирощування енергетичних культур проводили відповідно до загальноприйнятих показників: урожайності, виробничих затрат, собівартості та рентабельності виробництва продукції [33].

Виклад основного матеріалу дослідження. У середньому за 2014–2016 роки погодні умови календарних років характеризувались деякими відхиленнями від середніх багаторічних показників. Порівняно із середньобагаторічними показниками за 2013–2014 календарний рік опадів випало менше норми на 47,0 мм, у 2014–2015 році – на 60,0 мм, а протягом 2015–2016 року – на 246,4 мм більше.

За гідротермічним коефіцієнтом (далі – ГТК) визначено, що вегетаційний період вегетації енергетичних культур протягом квітня – жовтня у 2014 році був надмірно вологим, в умовах 2015 року спостерігалась подібна тенденція з окремим посушливим періодом у серпні, для 2016 року характерними були посушливі періоди червня та вересня, в якому зазначено сильну посуху.

Кількісні показники рослин міскантусу гігантського залежно від погодних умов вегетаційного періоду, агротехнологічних заходів вирощування характеризувалися значним варіюванням (рис. 1).



| | | |
|--------------------------------|-------|------|
| НІР ₀₅ (фактор А) | 4,88 | 2,13 |
| НІР ₀₅ (фактор Б) | 10,31 | 4,02 |
| НІР ₀₅ (фактор В) | 6,96 | 2,78 |
| НІР ₀₅ (фактор АБВ) | 6,47 | 4,09 |

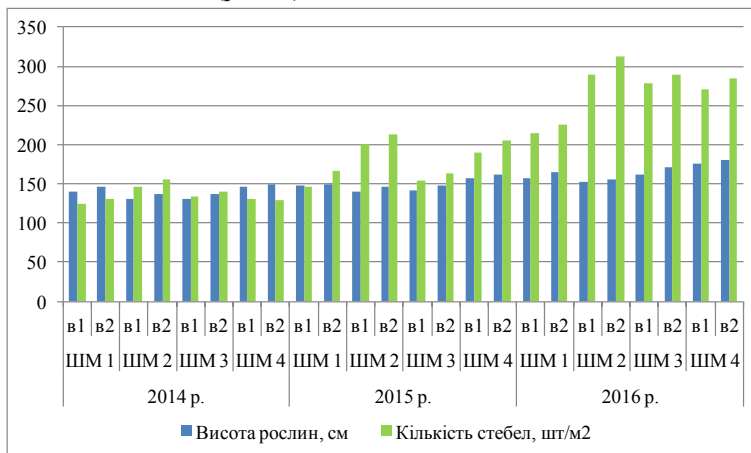
Рис. 1. Висота рослин і кількість стебел міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування, 2014–2016 роки

Протягом років дослідження середня висота рослин міскантусу гігантського третього–п'ятого років вегетації змінювалась у межах від 165,4 до 220,1 см. В умовах 2014 року висота рослин міскантусу гігантського варіювала у межах від 165,4 до 198,1 см, у 2015 році – від 174,3 до 197,8 см, у 2016 році – від 204,8 до 220,1 см.

За роки дослідження найбільшу висоту міскантус забезпечив під час збільшення площі живлення рослин до 0,36 м² та 0,56 м², схеми висаджування – 60×60 та 75×75 см відповідно за ранньовесняного підживлення рослин. Поряд із цим визначено, що вирощування міскантусу гігантського з міжряддям 60 см і застосування підживлення рослин навесні суттєво збільшує кількість стебел на 1 м². За роки дослідження найбільшу висоту стеблостою міскантус гігантський забезпечив під час вирощування рослин на міжрядді 60 і 75 см і проведення весняного підживлення посівів: у 2014 році відповідно за варіантами на рівні 180,2 і 180,8 см, у 2015 році – 197,8 і 199,5 см, у 2016 році – 219,8 і 220,1 см.

В умовах 2014 року кількість стебел міскантусу гігантського змінювалась у межах від 14,1 до 19,0 шт./м², у 2015 році – від 19,3 до 28,6 см, у 2016 році – від 19,4 до 35,4 шт./м². Найбільше значення за цим показником було у варіантах із шириною міжряддя 60 см і застосування підживлення рослин навесні.

Встановлено, що кількісні показники рослин проса прутіноподібного залежно від погодних умов року та елементів технології вирощування характеризувалися значним варіюванням: висота рослин – від 140,1 до 180,0 см, кількість стебел – від 124,0 до 313,0 шт./м.п. (рис. 2).



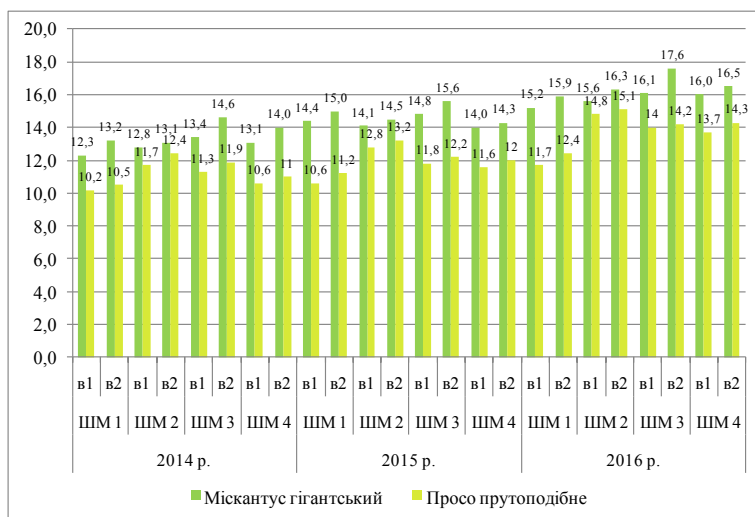
| | | |
|--------------------------------|------|-------|
| НІР ₀₅ (фактор А) | 4,23 | 12,53 |
| НІР ₀₅ (фактор В) | 7,11 | 36,89 |
| НІР ₀₅ (фактор С) | 5,23 | 24,81 |
| НІР ₀₅ (фактор АБВ) | 3,80 | 6,62 |

Рис. 2. Висота рослин і кількість стебел проса прутіноподібного залежно від елементів технології вирощування, 2014–2016 роки

В умовах 2014 року висота рослин проса прутіноподібного варіювала від 140,1 до 149,8 см, у 2015 році – від 148,0 до 161,5 см, у 2016 році – від 152,0 до 180,0 см. Незалежно від умов року дослідження суттєво більшу висоту, порівняно із контрольними варіантами, рослини проса прутіноподібного забезпечували у варіантах із підживленням і збільшенням ширини міжряддя.

Густота стеблостою проса прутоподібного за роки проведення експерименту мала чітку тенденцію до зростання – від 124,0 у 2014 році до 313,0 шт./м.п. у 2016 році. В умовах 2014 року кількість стебел проса прутоподібного змінювалась у межах від 124,0 до 156,0 шт./м.п., у 2015 році – від 146,0 до 213,0 см, у 2016 році – від 215,0 до 313,0 см. Загалом, найбільшу кількість стебел за роки дослідження просо прутоподібне забезпечило під час вирощування рослин на міжрядді 45 см і проведення весняного підживлення посівів: у 2014 році на рівні 156,0 шт./м.п., у 2015 році – 213,0 шт./м.п., у 2016 році – 313,0 шт./м.п.

Урожайність фітомаси міскантусу гігантського і проса прутоподібного залежить як від продуктивності кожної рослини у фітоценозі, так і від вмісту вологи у ній на час збирання врожаю, погодних та агротехнічних умов вирощування культур, особливо під час застосування азотного підживлення фітоцензів навесні розпочинаючи з третього року вегетації (рис. 3).



| | | |
|-------------------------|------|------|
| $НІР_{05}$ (фактор А) | 0,51 | 0,45 |
| $НІР_{05}$ (фактор Б) | 1,00 | 0,17 |
| $НІР_{05}$ (фактор В) | 0,65 | 0,12 |
| $НІР_{05}$ (фактор АБВ) | 1,38 | 1,01 |

Рис. 3. Урожайність енергетичних культур залежно від елементів технології вирощування, 2014–2016 роки

За роки дослідження урожайність міскантусу гігантського змінювалася від 12,3 т/га у 2014 році до 17,6 т/га у 2016 році, у світчграсу – від 10,2 т/га у 2014 році до 15,1 т/га у 2016 році. В умовах 2014 року порівняно із контрольними варіантами (без застосування підживлення), отримали приривок врожаю міскантусу 2,3 т/га під час застосування підживлення посівів. На контрольних варіантах, порівняно із схемою 30×30 см, збільшення врожайності на 1,1 т/га отримали завдяки розміщенню рослин за схеми 60×60 см, у варіантах із підживленням це підвищення ще більше – до 1,4 т/га. Для 2015 та 2016 років встановлена подібна тенденція, але із збільшеними кількісними показниками за цим показником.

З-поміж варіантів, поставлених на вивчення, найбільший вплив на рівень урожайності міскантусу гігантського має вирощування за схеми 60×60 і застосування весняного підживлення рослин: у 2014 році – 14,6 т/га, у 2015 році – 15,6 т/га та

у 2016 році – на рівні 17,6 т/га. Тобто на цих варіантах щорічна прибавка врожаю становила 1,0 та 2,0 т/га відповідно.

На врожайність проса прутоподібного найбільший вплив має застосування азотного підживлення під час вирощування рослин за ширини міжряддя 45 см (12,4...15,1 т/га). Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження врожаю культури.

Аналіз кореляційних залежностей дає змогу стверджувати, що кількісні показники рослин (висота і густина стеблостою) мають сильний зв'язок з урожайністю міскантусу гігантського (рис. 4).

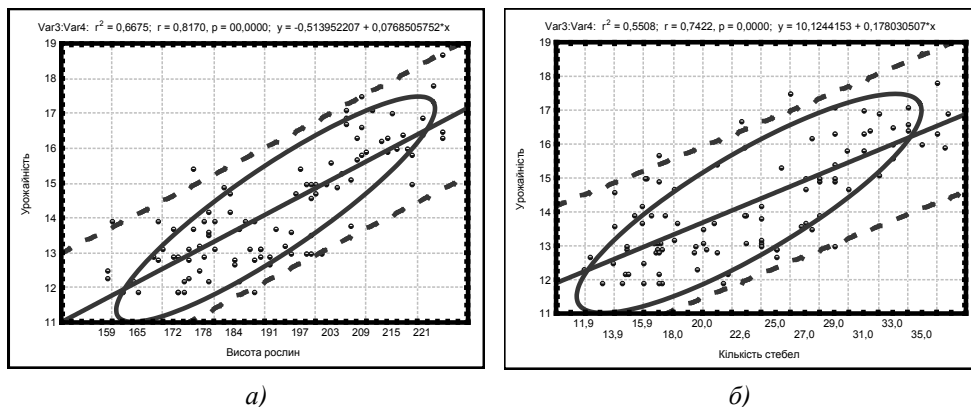


Рис. 4. Кореляційна залежність між висотою рослин (а), кількістю стебел (б) та врожайністю міскантусу гігантського, 2014–2016 роки

За результатами кореляційно-регресійного аналізу визначено, що врожайність міскантусу гігантського на 79% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,89 та на 82% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,91. При цьому рівняння регресії матимуть такий вигляд: $y = 1,56 + 0,07 \times x$ (висота рослин та врожайність) та $y = 10,48 + 0,18 \times x$ (кількість стебел та врожайність).

За встановлення зв'язку між висотою рослин і кількістю стебел проса прутоподібного визначено, що ці показники взаємозалежні (r 0,74), тобто із збільшенням висоти рослин буде збільшуватись кількість стебел і навпаки (d 0,55). Порівнюючи отримані результати за роки проведення дослідження, можна стверджувати, що вищими рослини проса прутоподібного були у варіантах із проведенням підживлення та за ширини міжряддя 60–75 см. Кількість стебел проса прутоподібного була більшою за вирощування його за ширини міжряддя 45 см і проведення весняного підживлення рослин.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу визначено, що врожайність проса прутоподібного на 24% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,49 та на 76% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,87. Рівняння регресії матимуть такий вигляд: $y = 3,84 + 0,06 \times x$ (висота рослин та врожайність) та $y = 8,16 + 0,02 \times x$ (кількість стебел та врожайність), рис. 5.

З-поміж варіантів, поставлених на вивчення, найбільший вплив на врожайність міскантусу гігантського має застосування підживлення під час вирощування рослин за схемою 60×60 см, а для проса прутоподібного визначальним є застосування підживлення за вирощування рослин за ширини міжряддя 45 см. Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження врожайності досліджуваних культур (рис. 6).

Основні критерії оцінювання ефективності вирощування сільськогосподарських культур, зокрема енергетичних, – це собівартість одиниці продукції та рентабельність виробництва. Енергетичні культури мають неоднаковий рівень рентабельності, оскільки для отримання біомаси потребують певної кількості трудових і матеріальних затрат на одиницю площі.

Результати економічної ефективності вирощування міскантусу гігантського та проса прутоподібного наведено в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1
Економічна ефективність вирощування міскантусу гігантського, 2014–2016 роки

| Показники ефективності | Технологія вирощування | |
|---|------------------------|--------------|
| | звичайна | удосконалена |
| Урожайність біомаси, т/га | 14,8 | 15,9 |
| Виробничі затрати на 1 га, грн | 8987,5 | 8996,4 |
| Вартість 1 т біомаси, грн | 900 | 900 |
| Вартість валової продукції на 1 га, грн | 13320,0 | 14310,0 |
| Умовно чистий прибуток на 1 га, грн | 4332,5 | 5313,6 |
| Собівартість 1 т біомаси, грн | 607,2 | 565,8 |
| Рівень рентабельності виробництва, % | 48,2 | 59,1 |

Економічна ефективність виробництва біомаси міскантусу гігантського є досить прибутковою (5 313,6 грн/га) та рентабельною (51,9%) за одночасної низької собівартості (565,8 грн/т) за вдосконаленої технологією вирощування, що передбачала висаджування культури згідно зі схемою 60×60 см і застосування весняного підживлення рослин нормою 60 кг/га азоту за діючою речовиною.

Аналізуючи економічну ефективність виробництва біомаси проса прутоподібного, необхідно зазначити, що досить прибутковою (4 628,50 грн/га) та рентабельною (61,05%) за одночасної низької собівартості (558,83 грн/т) виявилась удосконалена технологія вирощування, що передбачає сівбу культури з шириною міжряддя 45 см і застосування весняного азотного підживлення рослин.

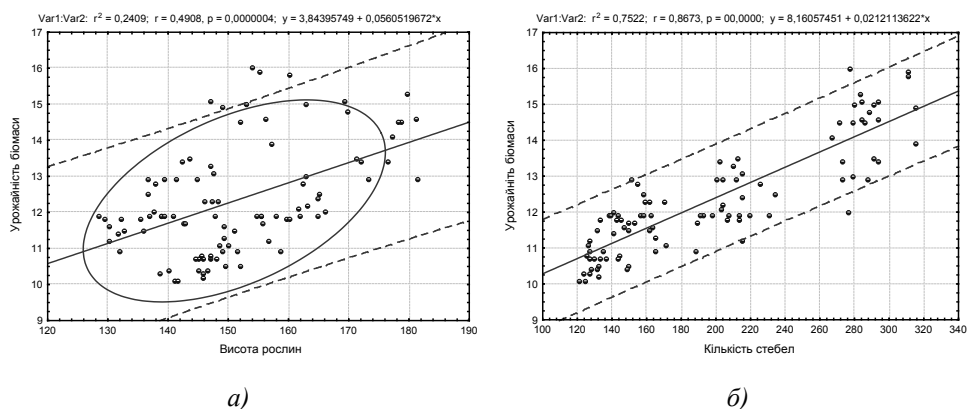
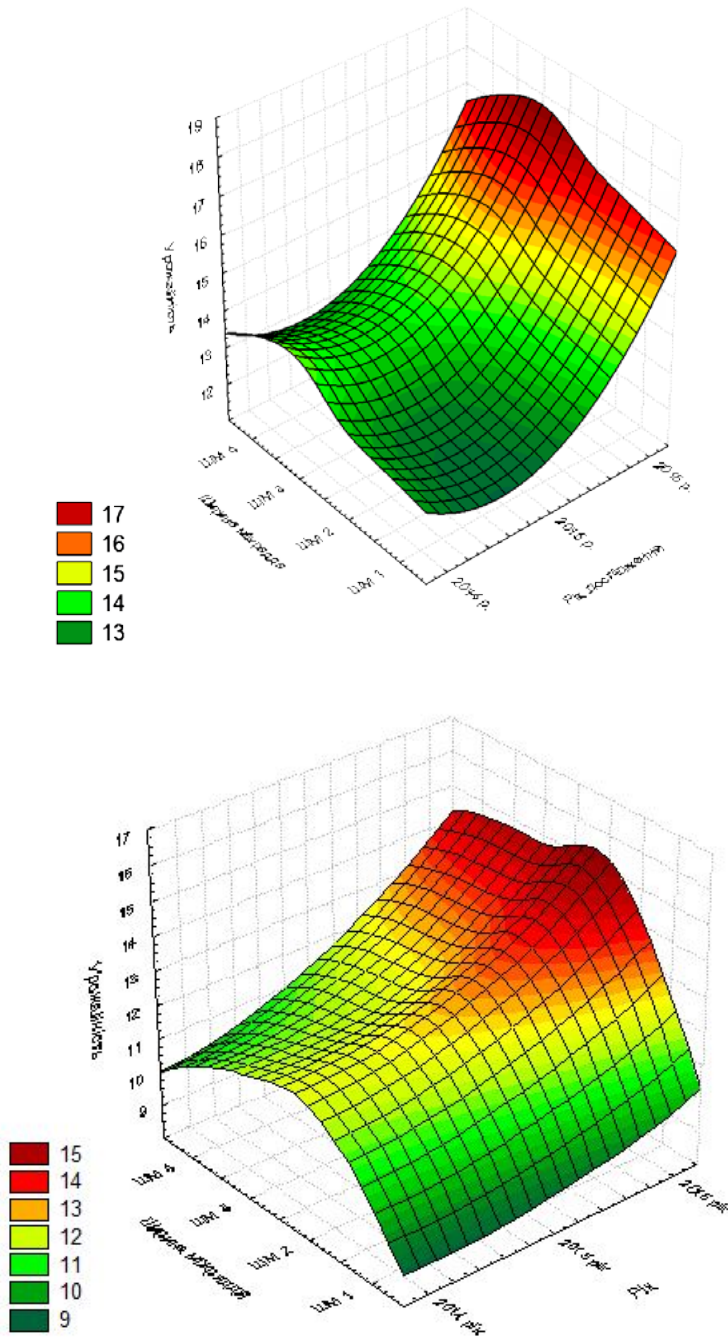


Рис. 5. Кореляційна залежність між висотою рослин (а), кількістю стебел (б) та врожайністю проса прутоподібного, 2014–2016 роки



а)

б)

Рис. 6. Залежність між шириною міжряддя і роком дослідження та врожайністю міскантусу гігантського (А) та проса прутноподібного (Б), 2014–2016 роки

Таблиця 2

**Економічна ефективність вирощування проса прутоподібного,
2014–2016 роки**

| Показники ефективності | Технологія вирощування | |
|---|------------------------|--------------|
| | звичайна | удосконалена |
| Урожайність біомаси, т/га | 10,83 | 13,57 |
| Виробничі затрати на 1 га, грн | 7370,00 | 7581,50 |
| Вартість 1 т біомаси, грн | 900,00 | 900,00 |
| Вартість валової продукції на 1 га, грн | 9750,00 | 12210,00 |
| Умовно чистий прибуток на 1 га, грн | 2380,00 | 4628,50 |
| Собівартість 1 т біомаси, грн | 680,31 | 558,83 |
| Рівень рентабельності виробництва, % | 32,29 | 61,05 |

Висновки і пропозиції. Найбільш суттєвий вплив на врожайність міскантусу гігантського має застосування підживлення під час вирощування рослин за ширини міжряддя 60 см (схема висаджування 60×60). Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження врожаю культури. Визначено, що врожайність міскантусу гігантського на 79% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,89 та на 82% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,91.

Визначено, що врожайність проса прутоподібного на 24% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,49 та на 76% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,87. На врожайність проса прутоподібного найбільший вплив має застосування азотного підживлення під час вирощування рослин за ширини міжряддя 45 см (12,4...15,1 т/га). Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження врожаю культури.

Для отримання стабільної врожайності біомаси енергетичних культур (міскантусу гігантського та проса прутоподібного), забезпечення високих економічних показників необхідно застосовувати вдосконалену технологію вирощування, що передбачає розміщення рослин за оптимальної площі живлення та проведення щорічного весняного азотного підживлення посівів розпочинаючи з третього року вегетації культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я. та ін. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2011. № 15 (2). С. 85–90.
2. Кухарець С.М., Голуб Г.А. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива. Вісник Житомир. нац. агрокол. ун-ту: наук.-теорет. зб. Житомир, 2012. № 1. Т. 1. С. 345–352.
3. Кулик М.І. Довідник: ботаніко-біологічна характеристика, особливості вирощування та використання енергетичних культур. Частина перша: світчграс (просо лозоподібне). Полтава, 2014. 130 с.
4. Писаренко П.В., Курило В.Л., Кулик М.І. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: монографія / За ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. С. 258–266.
5. Кулик М.І., Рожко І.І., Тупиця А.М. Агроекологічні особливості використання рослинної сировини для виробництва біопалива. Збірник наукових праць Між-

народної науково-практичної Інтернет-конференції «Хімія, екологія та освіта». Полтава, 2017. С. 187–191.

6. Ягольник О.О. Міскантус витримав удар і виграв перший раунд в Україні. Біоенергетика. 2015. № 2. С. 18–24.

7. Samson R. A. and Omielan J.A. Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. In: The Thirteenth North American Prairie conference. Windsor, Ontario, 1992. P. 253–258.

8. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop / M.A. Sanderson, R.L. Reed, S.B. McLaughlin, S.D. Wullschleger, B.V. Conger, D.J. Parrish, D.D. Wolf, C.A. Taliaferro, A. Hopkins, W.R. Ocumpaugh, M.A. Hussey, J.C. Read and C.R. Tischler // *Bioresource Technology*. 1996. N 56. P. 83–93. Doi.org/10.1016/0960-8524(95)00176-X.

9. Kalinichenko A.V., Vakulenko Y.V., Galych O.A. Ecological and economic aspects of feasibility of using crop products in alternative energy. *Actual Problems of Economics*. 2014. N 161 (11). P. 202–208.

10. Tang Y., Xie J.-S., Geng S. Marginal land-based biomass energy production in China. *J. Integr. Plant Biol.* 2010. N 52. P. 112–121.

11. Кабак О.О. Економічна та еколого-енергетична оцінка виробництва та використання біоенергетичних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах: автореф. дис. ... к.е.он.н.: спец. 08.00.04 – «Економіка та управління підприємствами». Миколаїв, 2014. 21 с.

12. Роїк М.В., Ягольник О.Г. Агропромислові енергетичні плантації – майбутнє України. Біоенергетика. 2015. № 2. С. 4–7.

13. Кулик М.І. Енергетичні культури: альбом. Полтава: «Астроя», 2017. 38 с.

14. Кулик М.І., Калініченко О.В., Галицька М.А. та ін. Фітоенергетичні культури: навч. посібник. Полтава, 2017. 150 с.

15. Курило В.Л., Роїк М.В., Ганженко О.М. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку. Біоенергетика. 2013. Вип. № 1. С. 5–10.

16. Кюрчев В.М., Дідур В.А., Грачова Л.І. Альтернативне паливо для енергетики АПК: посібник. Київ: «Аграрна освіта», 2012. 416 с.

17. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. К., 2016. 54 с.

18. Kurylo V.L., Rakhmetov D.B., Kulyk M.I. Biological features and potential of yield of energy crops of the thin-skinned family in the conditions of Ukraine bulletin of Poltava state agrarian academy. Vol. 1 (88). P. 11–17. URL: <http://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/13/3>.

19. Kholodna A.S. Soil factors of floodplain soils that limit growth of energy crops. *Gruntoznavstvo*. 2016. Vol. 17. N 3–4. P. 43–49.

20. Кулик М.І. Енергетические культуры для очищения почв от тяжелых металлов и получения биотоплива. Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. / Под ред. Н.В. Бышова. Вып. 12. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. С. 364–367.

21. Modification of properties of energy crops under Polish condition as an effect of sewage sludge application onto degraded soil. / K. Fijalkowski, K. Rosikon, A. Grobelak, D. Hutchison & M.J. Kasprzak // *Journal of Environmental Management*, 2018. N 217. P. 509–519. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.03.132>

22. Sanderson M.A., Reed R.L., McLaughlin S.B., Wullschleger S.D. at all. Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresource Technology*. 1996. № 56. P. 83–93.

23. Turhollow A.F. Screening herbaceous lignocellulosic energy crops in temperate regions of the USA. *Bioresource Technology*. 1991. N 36. P. 247–252.

24. Wullschleger S.D. and Gunter L.E. Genetic diversity and long-term sustainability of yield in the bioenergy crop switchgrass. Environmental Sciences Division. Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge, TN, 1997.

25. Vogel K.P. Switchgrass. In: L.E. Moser et al., eds. Warm-season (C4) Grasses / ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, 2004. P. 561–588.

26. Samson R.A. and Omielan J.A. Switchgrass: A potential biomass energy crop for ethanol production. Thirteenth North American Prairie Conference. Windsor, Ontario. 1992. P. 253–258.

27. Кулик М.І. Аналіз комплексного впливу агрозаходів на урожайність проса прутноподібного в умовах центрального Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. Вип. 3 (90). С. 74–86.

28. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: «Колос», 1985. 416 с.

29. Рахметов Д.Б., Каленська С.М., Федорчук М.І. та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування міскантусу в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Херсон: Видавничий центр «Колос». 2017. 23 с.

30. Зінченко В.О., Роїк М.В., Рахметов Д.Б. та ін. Методика проведення експертизи сортів міскантусу гігантського (*Miscanthus×giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodk & Renvoize) на відмінність, однорідність і стабільність. Офіційний бюлетень. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. К.: «Алефа», 2012. URL: <http://sops.gov.ua>.

31. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: фенологические наблюдения за растениями зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Под ред. М.А. Федина. М.: «Агропромиздат», 1988. 121 с.

32. Методика державного сортопробування сільськогосподарських рослин. К.: «Урожай», 1994. 117 с.

33. Економіка сільського господарства: навч. посібник / За ред. В.К. Збарського, В.І. Мацибори. Київ: «Каравела», 2009. 264 с.

УДК 330.131.5:633.31

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВИХ ТРАВСТОІВ

Пророченко С.С. – аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Висвітлено результати трьохрічних досліджень в умовах Правобережного Лісостепу України. Досліджено економічну та енергетичну ефективність вирощування люцерно-злакового травостою залежно від видового складу і рівня мінерального живлення застосуванням стимулятора росту «Фумар». Встановлено, що з елементів технологій найбільший вплив на економічну та енергетичну ефективність мали видовий склад та удобрення. Аналіз результатів показав, що вирощування люцерни посівної та її сумішей із злаками на чорноземних ґрунтах північної частини Правобережного Лісостепу України є економічно вигідним.

Ключові слова: люцерно-злаковий травостій, економічна ефективність, енергетична ефективність, мінеральне живлення, рівень рентабельності.

Пророченко С.С. Экономическая и энергетическая эффективность формирования люцерно-злаковых травостоев

Представлены результаты трехлетних исследований в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Исследовано экономическую и энергетическую эффективность в люцерно-злаковом травостое в зависимости от видового состава и уровня минерального питания с внесением стимулятора роста «Фумар». Установлено, что из элементов технологий наибольшее влияние на экономическую и энергетическую эффективность имели видовой состав и удобрения. Анализ результатов показал, что выращивание люцерны