ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Гументика Михайла Ярославовича «Агротехнологічні основи формування продуктивності багаторічних злакових культур для виробництва біопалива в Лісостепу України», поданої на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво

Актуальність теми. Актуальним напрямом зменшення енергетичної залежності України насьогодні є пошук ефективного застосування альтернативних джерел відновлюваної енергії. Одним із них може бути вегетативна маса багаторічних злакових культур, що використовується як сировина для виробництва біопалив. Із цих трав'янистих рослин найбільш перспективними та адаптованими до умов вирощування в зоні Лісостепу є просо прутоподібне *(Panicum virgatum L.)* та міскантус гігантський *(Miscanthus×giganteus J. M. Greef & Deuter ex Hodkin)*, що забезпечують високу й сталу врожайність біомаси навіть на збіднених на поживні речовини ґрунтах. Тому, тема дисертаційної роботи є актуальною, містить наукове обґрунтуванню агротехнологічних основ формування продуктивності біоенергетичних культур та удосконалення елементів технології їх вирощування, оптимізації параметрів росту і розвитку рослин багаторічних злакових культур з метою отримання сировини, придатної для виробництва біопалива в Лісостепу України. В науковому рукописі також наведено особливості формування врожайності біомаси енергокультур за елементами структури врожаю, сортовим складом та умовами вирощування. Комплексне вирішення досліджуваного питання, згідно твердження автора, передбачає збільшення врожайності біомаси та безперебійного виробництва теплової енергії при застосуванні енергетичного конвеєра постачання рослинної сировини для виготовлення біопалива.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Автором представлено назви програм наукових досліджень пов'язані з тематичним планом досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН за державною програмою ПНД № 22 «Біоенергетичні ресурси» (2011–2015 рр.), зокрема, за Підпрограмою 5 «Нові види рослин та побічна продукція рослинництва для виробництва твердого біопалива, технології їх виробництва та підготовки для спалювання» («Тверді види біопалива»), за завданням «Розробити теоретичні основи зонального розміщення та адаптивних технологій вирощування нових видів біоенергетичних культур» (номер державної реєстрації 0111U003124); Державної програми ПНД № 16 (2016–2020 рр.) «Селекція, насінництво і розсадництво та технологія вирощування біоенергетичних культур як сировини для виробництва рідких, твердих і газоподібних видів біопалива» «Біоенергетичні ресурси» – завдання (2016–2018 рр.) «Розробити технології вирощування високопродуктивних біоенергетичних культур як сировини для виробництва біогазу» (номер державної реєстрації 0116U002200); завдання (2016–2020 рр.) «Розробити агроекологічні основи механізованих технологій

вирощування високопродуктивних багаторічних злакових культур (міскантусу, проса прутоподібного) для виробництва біопалива» (номер державної реєстрації 0116U002202).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Представлена дисертація має чітку спрямованість і аргументованість поставлених на вивчення завдань. Чітко сформульована мета й виокремлено завдання досліджень, що стали основою для пошуку теоретичних та методологічних підходів у ході закладки та проведення експериментів. Автор повною мірою оволодів методикою проведення агрономічних дослідів, про що свідчить розроблена програма і схеми досліджень, під час виконання науково-дослідної роботи застосував класичні та сучасні методики. Усі розділи дисертації є повними, закінченими, з обґрунтованими висновками, які витікають з результатів досліджень.

Одержані результати автором достатньою мірою обґрунтовано, систематизовано, статистично обраховано. Аналіз отриманих експериментальних даних (на основі статистичного методу) підтвердив достовірність одержаних результатів, що дало можливість зробити автору аргументовані й логічні висновки та надати пропозиції виробництву.

Достовірність і новизна дисертаційної роботи. Впродовж років проведення експерименту М. Я. Гументик виконав достатню кількість спостережень, обліків та аналізувань з предметом досліджень. Одержані матеріали стали основою для написання розділів дисертації. Оцінюючи обсяг та рівень аналізу дисертантом експериментальних даних, можна стверджувати про їх достовірність, що визначається високим методичним рівнем проведення лабораторних і польових досліджень за допомогою дисперсійного, кореляційного та регресійного методів з використанням ліцензійної прикладних комп'ютерних програм. Істотні різниці між варіантами підтверджуються розрахунками $НІР_{05}$, залежності між показниками охарактеризовано за допомогою рівнянь регресії, коефіцієнтів кореляції та детермінації. Підтвердженням зроблених висновків і пропозицій у дисертаційній роботі є результати впровадження агроприйомів технології вирощування проса прутоподібного та міскантусу у виробництво з відповідною економічною й енергетичною ефективністю.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні автором актуальної проблеми: підвищення рівня урожайності біомаси багаторічних злакових культур, як сировини для виробництва біопалива, залежно від тривалості періоду вегетації, віку рослин, структури фітоценозу, способів обробітку ґрунту, використання інноваційних та енергоощадних технологій вирощування та збирання біомаси в умовах Лісостепу України.

Вперше автором:

– теоретично обґрунтовано та сформульовано агротехнологічні основи формування врожайності посівів та насаджень багаторічних злакових культур для зони Лісостепу України;

– встановлено закономірності росту й розвитку рослин біоенергетичних культур (міскантусу та проса прутоподібного) під впливом абіотичних

факторів, що дозволило оптимізувати технологічні процеси виробництва біомаси;

– створено і зареєстровано сорти міскантусу «Осінній зорецвіт», «Місячний промінь» та сорт проса прутоподібного «Морозко»;

– розроблено технологію сумісного вирощування біомаси багаторічних злакових культур міскантусу та проса прутоподібного;

– розроблено енергоощадну технологію отримання садивного матеріалу кореневищ міскантусу та наступного використання плантації під промислове вирощування біомаси з густотою насаджень 40 тис./га та шириною міжряддя 45 см;

– удосконалено способи збирання врожаю біомаси з посівів та насаджень багаторічних злакових культур у зимовий період залежно від формування елементів структури врожаю;

– розроблено раціональну схему енергетичного конвеєра постачання біомаси багаторічних злакових культур для ефективної і безперебійної роботи твердопаливних котелень з метою виробництва теплової енергії.

Удосконалено: методику обліку біологічного та фактичного врожаю за показниками сухої біомаси з використанням оптимальних значень елементів структури фітоценозу, що може бути використано у процесі моделювання з допомогою комп'ютерних програмних технологій вирощування біоенергетичних культур.

Набули подальшого розвитку: технологія передпосівного та міжрядного обробітку ґрунту, способи садіння ризом міскантусу та сівби насіння проса прутоподібного на задану ширину міжрядь для забезпечення формування запланованого врожаю.

Новизна розроблених способів з технології вирощування, догляду за посівами та насадженнями багаторічних злакових культур офіційно підтверджена 16 патентами на корисні моделі.

Наукове і практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що одержані результати розширили знання відносно процесів росту, розвитку та формування продуктивності енергетичних культур в умовах Лісостепу України. Результати наукових досліджень увійшли до розділів двох колективних монографій та п'яти науково-практичних рекомендацій з особливостей вирощування і переробки біомаси багаторічних високопродуктивних злакових культур – міскантусу та проса прутоподібного, розроблених наукових методик, а також до видання атласу біоенергетичних культур.

У господарствах, наукових установах та закладах вищої освіти використовуються: «Методичні рекомендації з проведення передсадивного обробітку ґрунту і садіння ризом міскантусу» (2012); «Методичні рекомендації з основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного (2012); науково-методичний посібник «Організаційно-економічні нормативи витрат та інформаційно-статистичні матеріали з виробництва рослинницької продукції за біоадаптивними технологіями» (2014); «Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблляння

міскантусу гігантського (2016); монографія «Енергетичні культури» (2018); монографія «Міскантус в Україні» (2019). Цінність вказаних публікацій полягає у тому, що виробництву запропоновано до використання науково–обґрунтовані сучасні енергоощадні технології створення промислових енергоплантацій багаторічних злакових культур як сировини для промислового виробництва твердих видів біопалив (паливних гранул, брикетів) для отримання теплової та електричної енергії.

У результаті проведених досліджень створено і внесено до Державного Реєстру сортів рослин України два сорти міскантусу гігантського «Місячний промінь» та «Осінній зорецвіт», один сорт проса прутоподібного «Морозко», які забезпечують високі і сталі врожаї біомаси в умовах Лісостепу України.

Результати досліджень апробовано і впроваджено у виробництво у виробничих підрозділах мережі ІБКіЦБ НААН та господарствах Київської, Вінницької, Хмельницької та Тернопільської областей.

Обсяг і повнота опублікованих матеріалів досліджень. За результатами досліджень Гументика М. Я. опубліковано в 91 науковій праці: 2 колективні монографії; – 21 стаття у фахових виданнях України, 4 – у виданнях, що входять до наукометричних баз *Scopus /Web of Science*, 2 – у виданнях інших держав; 6 – в інших наукових виданнях;14 – у періодичних виданнях України; 15 – у тезах доповідей і матеріалів наукових конференцій; 4 – у науково-практичних рекомендаціях виробництву; 4 – у наукових методиках; 16 – у патентах на корисні моделі, 3 – у свідоцтвах про реєстрацію авторського права на сорти біоенергетичних культур.

Аналіз змісту публікацій свідчить, що основні положення представленої до захисту дисертаційної роботи у достатньому обсязі висвітлені у відкритому друку та не суперечать одержаним результатам досліджень і не викликають сумнівів. Вимоги відносно необхідної кількості наукових статей у фахових виданнях дотримано у повному обсязі.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота викладена на 421 сторінках основного тексту та складається зі вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел, додатків. Робота містить 84 таблиці, 68 рисунків, 40 додатків. Список використаних літературних джерел нараховує 526 найменувань, із них 128 латиницею. У додатках розміщено технологічні карти, які не увійшли в основний текст дисертації, та матеріали, що підтверджують впровадження результатів наукових досліджень у виробництво.

Об'єм дисертації, її структура, рівень і стиль поданого матеріалу відповідають вимогам до дисертаційних робіт.

Оцінка мови і стилю дисертації. Дисертацію написано українською мовою, аргументовано, логічно на доступному рівні для читання та сприйняття матеріалу.

Проте, в процесі ознайомлення з дисертацією, виникло ряд зауважень, побажань та запитань, на яких необхідно зупинитись.

У **ВСТУП**і дисертаційної роботи аргументовано подана актуальність теми, наведено зв'язок роботи з науковими тематиками, сформульовано мету

й завдання досліджень, подано об'єкт, предмет і методи досліджень, розкрито наукову новизну, практичне значення одержаних результатів та їх впровадження, задекларовано особистий внесок здобувача, та ін.

У **розділі 1 «СТАН ПРОБЛЕМИ, АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»** подано автором у вигляді огляду літератури, в якому представлено сучасний стан та перспективи розвитку відновлювальної енергетики в Україні та світі, наведено законодавче регулювання розвитку біоенергетики в нашій країні. Також здійснено аналіз економічних та технологічних аспектів вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива, обґрунтовано екологічні аспекти використання відновлювальної енергетики. Узагальнено дані щодо потенціалу земель та ресурсів для вирощування багаторічних злакових культур в Україні. Наведено також енергетична та господарська характеристика багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. На основі проведеного аналізу літературних джерел автором обґрунтована доцільність проведення досліджень за темою дисертаційної роботи.

***Зауваження та побажання**:*

– Матеріали поодиноких складових розділу мають більшою мірою оглядовий характер і в окремих пунктах не повною мірою висвітлюють питання, які вивчались у експериментальних дослідженнях автора.

У **розділі 2 «УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ»** наведено умови проведення досліджень, програму й методику, а також містять схеми дослідів, що були закладені та проведені в різних умовах. Автором використано класичні польові, лабораторні та статистичні методи досліджень, що повністю відповідають програмі досліджень. Наведено варіанти досліджень, які було проведено у восьми дослідах, більшість з яких були двохфакторними та включали вивчення як окремих елементів технології вирощування енергокультур, так і їх взаємодію.

***Запитання та зауваження*:**

– Які методи розміщення варіантів у польових дослідах Ви застосовували?

– Потребує уточнення яким чином «встановлювали вплив строків садіння (сівби), глибини загортання, технологічних заходів, густоти стояння рослин на ріст і розвиток міскантусу та проса прутоподібного та їхніх плантацій», стор. 121–122.

– Чим обумовлено вибір ширини міжряддя 15 см для вирощування проса прутоподібного в умовах Ялтушківської ДСС?

У розділі 3 **«БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БІОМАСИ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»** наведено біологічні особливості росту і розвитку рослин міскантусу й проса прутоподібного, як біоенергетичних культур, здійснено удосконалення розрахункового методу визначення площі листкової поверхні цих багаторічних злакових культур, встановлені

залежності між площею листкової поверхні й маси рослин міскантусу і проса прутоподібного від морфометричних показників та наведено рівень врожайності, динаміка росту та розвитку культур.

Зауваження та побажання:

– Потребує пояснення смислового навантаження в твердженні «Рослини проса прутоподібного невимогливі до якості ґрунту», стор 144.

– На стор. 146 у назві таблиці 3.1. не наведено роки, за показниками яких визначено коефіцієнти кореляції ($r \pm Sr$) між довжиною і шириною листка залежно від виду біоенергетичних культур. Це зауваження стосується і до таблиць 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, й 3.6.

– До висновку під № 8 на стор. 160 доречним було б навести цифрові дані зі встановленої прямолінійної кореляційно-регресійної залежності.

У **розділі 4 «ПРОДУКТИВНІСТЬ БІОМАСИ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ»** автором досліджено вплив елементів технології вирощування (вплив строків, маси, густоти та способу садіння ризом) на ріст й розвиток рослин, формування врожайності біомаси міскантусу гігантського в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Обґрунтовано способи захисту від бур'янів в період вегетації рослин міскантусу в умовах західної частини Лісостепу України. Друга частина розділу була присвячена встановленню впливу елементів технології вирощування (способів підготовки ґрунту для сівби, строків сівби та глибина загортання насіння) на врожайність біомаси проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. В окремих дослідженнях вивчали різні генотипи даної культури. А також автором визначено вплив способу сівби на морфологічні, продуктивні показники проса прутоподібного за вирощування в чистих посівах та за вирощування з маячною культурою.

Зауваження та побажання:

– У таблицях 4.6, 4.7, 4.12, 4.14 та ін. відсутні значення $НІР_{05}$ по факторам А і Б, не зрозуміло тоді як оцінювати результати досліджень.

– Потребує пояснення твердження автора на стор. 178 про те, що «зменшення густоти стояння рослин призвело до зростання кількості пагонів у кущі міскантусу».

– Чим пояснює автор встановлено ним залежність, що «маса кореневищ міскантусу зменшувалася зі збільшенням загальної густоти стояння рослин»?

– У таблицях 4.23 і 4.24 наведено $НСР_{05}$, що це за показник?

– Пункти 4.3.2. і 4.3.3. доречним було б об'єднати.

– Який відсоток насіння був у сумішці насіннєвого матеріалу за сівби проса прутоподібного з маячною культурою?

У **розділі 5 «АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАСАДЖЕНЬ ТА ПОСІВІВ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР МІСКАНТУСУ ТА ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО»** досліджено особливості створення промислових плантацій багаторічних злакових культур та особливості формування їх

врожайності залежно від елементів технології вирощування, наведено їх за сумісного вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. Розроблено нові та вдосконалено існуючі елементи технології вирощування, способи збирання та зберігання урожаю біомаси міскантусу й проса прутоподібного в умовах Лісостепу України.

Зауваження і побажання:

– Для кращого сприйняття рисунків слід було застосувати штрихування. Рамка навколо графіків зайва (рис. 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.7).

– На стор. 239 у назві таблиці 5.2. не вказано роки дослідження за визначення якісних та енергетичних показників багаторічних злакових культур, як сировини для виробництва біопалива.

– Потребує уточнення показника енергоємності біомаси енергокультур за визначення автором енергетичної продуктивності урожаю з посівів проса прутоподібного та насаджень міскантусу гігантського залежно від способу їх вирощування (табл. 5.4 на стор. 241).

– У п. 5.3 зустрічаються терміни «маса ризом» і «маса кореневищ» міскантусу гігантського, виникає запитання: «Чи тотожні ці поняття»?

У **розділі 6 «ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БІОМАСИ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР»** подана класифікація біопалива, наведено обґрунтування технологій переробки біомаси біоенергетичних культур, визначено технологічну якість їх біомаси для виробництва біопалива й здійснено розрахунок обсягів виробництва сировини міскантусу та проса прутоподібного залежно від біотичних і абіотичних факторів. Автором визначено якісний склад біомаси та розрахована енергоємність біомаси міскантусу й проса прутоподібного залежно від технології вирощування та використання. Знайдено шляхи покращення технологічної якості біомаси рослин міскантусу та проса прутоподібного та наведено особливості виробництва твердих видів біопалива методом вологого пресування біомаси цих культур. Що дало можливість автору здійснити удосконалення технології виробництва твердого біопалива способом торрифікації біомаси та знайти шляхи переробляння біомаси міскантусу та проса прутоподібного методом газифікації

Зауваження і побажання:

– З даних рис. 6.1 «Класифікація технологій перетворення енергії біомаси багаторічних злакових культур в різні види енергії» на стор. 268 не зрозуміло чи це власні дослідження автора, чи удосконалена схема інших авторів?

– Потребує уточнення даних табл. 6.2 на стор. 271: застосовувана біомаса злакових культур була у подрібненому стані, чи цілі рослини, чи у вигляді брикетів або паливних гранул?

– У п. 6.4 замість терміну «листя» краще вживати «листки» або «листкова маса».

У розділі 7 **«ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБЛЯННЯ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА»** автором розрахована економічна й енергетична ефективність технологій вирощування багаторічних злакових культур в промислових плантаціях. Проведено розрахунок ефективності інвестицій у створення промислових біоенергетичних плантацій у Лісостепу України.

Зауваження і запитання:

– Яка вартість біомаси була за визначення економічної ефективності вирощування багаторічних злакових культур?

– За визначення енергетичної продуктивності багаторічних біоенергетичних культур з третього року вегетації доречним було б вказати енергоємність біомаси.

Висновки і рекомендації виробництву є логічним підсумком проведених автором досліджень, а їх практична і наукова значимість не викликає сумнівів. Поставлені дисертантом завдання протягом періоду проведення досліджень повністю вирішені.

*У **Висновках** деякі положення доцільно було конкретизувати цифровим матеріалом. У **рекомендаціях виробництву** бажано було надати перелік сортів міскантусу гігантського, що пропонуються для вирощування задля отримання біомаси.*

Крім цього, необхідно відмітити наступні недоліки, що зустрічаються по тексту рукопису дисертації:

– Автор досить часто наводить латинські назви досліджуваних культур в усіх розділах, на мою думку достатнім було б згадати одного разу на початку рукопису.

– У оформленні тексту роботи мають місце поодинокі помилки, між цифрами слід використовувати довге тире «–»; відстань між цифрами та одиницями виміру повинна бути в один символ,наприклад «21,0 %».

– У тексті зустрічаються опечатки, невдалі вирази та скорочення, повторюваність назв та термінів, наявні окремі орфографічні помилки.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Автореферат дисертації написано і оформлено згідно до прийнятих вимог, у стислому вигляді він містить достатньо повне викладення основних положень і результатів досліджень, відповідає змістові рукопису дисертаційної роботи.

Загальний висновок. У цілому, незважаючи на вищезазначені зауваження та недоліки дисертаційна робота Гументика Михайла Ярославовича на тему: «Агротехнологічні основи формування продуктивності багаторічних злакових культур для виробництва біопалива в Лісостепу України» виконана на високому науково-методичному рівні, є вагомою науковою працею та вирішує низку проблем відносно теоретичного обґрунтування та практичного удосконалення технології вирощування енергетичних культур.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею в рамках поставлених завдань, дослідження і ступінь їх обґрунтованості здійснено на належному науковому рівні, зміст і обсяг відповідають вимогам пункту 10 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вчених звань», а здобувач Гументик Михайло Ярославович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.09 – рослинництво.

Доктор сільськогосподарських наук,
доцент, професор кафедри селекції,
насінництва і генетики Полтавської
державної аграрної академії МОН М. І. Кулик

ЗАВІРЯЮ
Начальник відділу
Полтавська державна
аграрна академія
Ідентифікаційний код 00493014