

РЕЦЕНЗІЯ

завідувача кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва імені О. І. Душечкіна
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
доктора сільськогосподарських наук, професора **ЛІТВІНОВА Дмитра Вікторовича**
на дисертацію **СУХІНИ Дениса Володимировича** на тему:
**«Продуктивність гібридів сорго зернового
залежно від густоти стояння рослин та регуляторів росту»**,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 «Агрономія»
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Обґрунтування вибору теми дослідження

Сучасне аграрне виробництво України функціонує в умовах посилення дії несприятливих біотичних і абіотичних факторів, зокрема змін клімату та дефіциту вологи, що актуалізує потребу у стабілізації виробництва зерна. У цьому контексті важливого значення набуває впровадження культур, здатних забезпечувати сталу врожайність за стресових умов. Однією з таких культур є сорго зернове, яке характеризується високою посухостійкістю, невибагливістю до ґрунтів, ефективним використанням вологи та широкими можливостями використання зерна в різних галузях, що зумовлює перспективність розширення його посівних площ в Україні.

Реалізація продукційного потенціалу сорго зернового значною мірою залежить від оптимізації елементів технології вирощування. Визначальну роль серед них відіграє густота стояння рослин, яка формує умови живлення, освітлення та вологозабезпечення, а також впливає на ріст, розвиток і продуктивність посівів. Поряд із цим ефективним інструментом підвищення врожайності є застосування регуляторів росту рослин, що активізують фізіолого-біохімічні процеси, підвищують стійкість рослин до стресів і сприяють формуванню якісної продукції за зменшення хімічного навантаження на агроєкосистеми.

З огляду на перспективи збільшення виробництва сорго зернового в умовах кліматичних змін та недостатню вивченість сумісної дії густоти стояння рослин і сучасних регуляторів росту, виникає потреба у проведенні комплексних досліджень. Саме тому дисертація Д. В. Сухіни є актуальною, науково обґрунтованою та має важливе практичне значення для вдосконалення адаптивних технологій вирощування сорго зернового в Україні.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення

У дисертації Д. В. Сухіни узагальнено результати досліджень за 2022–2024 рр. щодо ефективності оптимізації густоти стояння рослин і застосування регулятора росту «Аппетайзер» у технології вирощування зернового сорго різних груп стиглості (Калатур, ЕС Алізе, ЕС Фоен, Албанус, ЕС Муссон) в умовах Північного Степу України. Здобувачем встановлено, що ключовим фактором формування біометричних, структурно-морфологічних показників, урожайності та якості зерна є густота рослин, оптимальне значення якої

для більшості гібридів становить 200 тис. шт./га; застосування регулятора росту сприяло подовженню вегетаційного періоду на 2–4 дні, підвищенню висоти рослин, площі листкової поверхні, коефіцієнта кущення, маси 1000 зерен і стабільності продуктивності. Найвищу врожайність, адаптивність, економічну (рентабельність до 66,2 %) та біоенергетичну ефективність (К_е до 15,78) забезпечили середньо-ранні гібриди Калатур, ЕС Фоен та ЕС Муссон за густоти 200 тис. шт./га із застосуванням «Аппетайзера», що дозволило удосконалити технологію вирощування сорго зернового для посушливих умов регіону.

Дисертацію викладено на 189 сторінках, робота містить 25 рисунків, 26 таблиць. Робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. У першому розділі *«Аналіз сучасного стану вирощування сорго зернового, еколого-біологічних особливостей росту та розвитку культури та господарського значення у світі та Україні (огляд літератури)»* здійснено комплексний аналіз сучасного стану вирощування сорго зернового у світі та в Україні, розкрито його походження, господарське значення й роль у забезпеченні продовольчої безпеки. Обґрунтовано стратегічну важливість культури для зон ризикованого землеробства, зокрема Степу України, завдяки її високій посухо- та солестійкості, адаптивності до стресових умов і стабільній продуктивності. Охарактеризовано еколого-біологічні особливості росту й розвитку сорго, значення уніфікованих шкал фенологічного розвитку для оптимізації агротехнічних заходів, а також сучасні елементи технології вирощування, включно з добором сортів і гібридів. Проаналізовано використання регуляторів росту й біостимуляторів та обґрунтовано доцільність експериментального вивчення впливу препарату «Аппетайзер» на ріст, розвиток і формування врожаю гібридів сорго зернового.

У другому розділі *«Умови, програма та методика проведення досліджень»* наведено ґрунтово-кліматичні умови регіону та метеорологічні чинники вегетаційних періодів сорго в роки проведення досліджень, програму та методику проведення досліджень, агротехнічні заходи в дослідках. Польові дослідження виконувалися в тимчасовому досліді ТОВ «Зоря», що розташоване в с. Гаврилівка Синельниківського району Дніпропетровської області (48°04'39" пн. ш. 36°31'39" сх. д.). Програма досліджень, схема багатофакторного досліду, агротехніка та методики обліків і аналізів викладені повно, відповідають сучасним науковим вимогам і забезпечують достовірність, відтворюваність та комплексність оцінювання впливу гібридів, густоти стояння рослин і регулятора росту «Аппетайзер» на ріст, розвиток, продуктивність, якість зерна, економічну та біоенергетичну ефективність вирощування сорго зернового.

У третьому розділі *«Агроекологічне обґрунтування особливості росту і розвитку гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та застосування регулятора росту рослин «Аппетайзер»* автором всебічно проаналізовано вплив гібридного складу,

густоти стояння рослин і застосування регулятора росту «Аппетайзер» на ключові агроекологічні та фізіолого-біологічні показники сорго зернового в умовах Північного Степу України. Показано, що тривалість вегетаційного періоду, динаміка проходження фенологічних фаз, формування біометричних параметрів (висота рослин, площа листової поверхні), фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу та накопичення сухої біомаси значною мірою залежать від групи стиглості гібридів і погодних умов років досліджень, водночас істотно коригуються густотою посіву та застосуванням регулятора росту. Переконливо доведено, що за оптимальної густоти посіву (200 тис. шт./га) формувалися найкращі структурні елементи врожаю: коефіцієнт продуктивного кущення 2,7–2,9, довжина волоті – 25–29 см, маса зерна з волоті – 44–46 г і маса 1000 зерен – 30,9–32,8 г, що свідчить про доцільність поєднання оптимальної густоти стояння рослин із застосуванням регулятора росту «Аппетайзер» для підвищення продуктивності сорго зернового в умовах Степу України. Отримані результати є науково обґрунтованими, статистично підтвердженими та мають важливе практичне значення для оптимізації технології вирощування сорго зернового в зоні недостатнього зволоження.

У четвертому розділі *«Аналіз продуктивних ознак гібридів сорго зернового, зумовлених досліджуваними елементами технології вирощування»* розглянуто питання впливу густоти стояння рослин, гібридного складу та застосування регулятора росту «Аппетайзер» на продуктивність і якість зерна сорго зернового в умовах Північного Степу України. Встановлено, що оптимальною густотою посіву є 200 тис. рослин/га, за якої врожайність зерна у середньому за 2022–2024 рр. перевищувала варіант 170 тис. рослин/га на 1,06 т/га, тоді як загущення до 230 тис. рослин/га зумовлювало зниження врожайності на 0,43 т/га. Максимальну зернову продуктивність сформували середньоранні гібриди Калатур (4,56 т/га), ЕС Фоен (4,58 т/га) та ЕС Муссон (4,53 т/га) за густоти 200 тис. рослин/га. Застосування РРР «Аппетайзер» забезпечило стабільну прибавку врожайності зерна 0,18–0,41 т/га, або 4–9 %, залежно від гібриду та густоти, а біологічної урожайності – 0,47–1,04 т/га. Найвищу біологічну продуктивність отримано у гібридів ЕС Фоен (до 11,71 т/га), Калатур (до 11,59 т/га) та ЕС Муссон (до 11,44 т/га) за густоти 200 тис. рослин/га з використанням РРР. Якісні показники зерна істотно залежали від гібриду та густоти посіву: вміст білка коливався в межах 10,4–12,9 %, найбільшим був у гібриду ЕС Фоен, а частка впливу гібридного складу на цей показник становила 79,2 %. Вміст крохмалю змінювався від 54,2 до 75,6 % та знижувався зі збільшенням густоти стояння; домінуючий вплив також мав гібрид (73,9 %). Найвищу натуру зерна сформував гібрид ЕС Фоен – 745–790 г/л, причому застосування РРР підвищувало її на 1–2 %. Дисперсійний аналіз підтвердив ключову роль густоти стояння у формуванні врожайності

зерна (60,3 %), тоді як частка впливу регулятора росту становила 4,8 %, а гібридного складу – 9,4 %.

У п'ятому розділі *«Економічна та біоенергетична оцінка технологій вирощування сорго зернового»* подано результати розрахунків економічної та біоенергетичної ефективності технології вирощування сорго зернового. Проведені розрахунки та аналіз результатів економічної та біоенергетичної оцінки свідчать, що ефективність технологій вирощування сорго зернового в умовах Північного Степу України істотно залежить від густоти стояння рослин, гібридного складу та застосування регулятора росту «Аппетайзер». Встановлено, що за густоти 170 тис. рослин/га витрати на виробництво становили 11,47–11,62 тис. грн/га, тоді як прибуток коливався у межах 2,25–9,34 тис. грн/га, а показник ROI – від 19,4 до 81,4 %, що свідчить про низьку та нестабільну економічну доцільність таких посівів.

Найвищі економічні показники отримано за густоти 200 тис. рослин/га, де витрати зросли до 11,78–12,29 тис. грн/га, однак дохід досягав 28,95–31,09 тис. грн/га, а прибуток – 7,02–12,76 тис. грн/га. Максимальний показник рентабельності зафіксовано у гібриду Калатур із застосуванням PPP – 105,3 %, що на 7,2 % перевищувало контрольний варіант. У середньому застосування регулятора росту забезпечувало приріст прибутку на 1,1–1,9 тис. грн/га та підвищення ROI на 5,5–9,3 % залежно від гібриду.

Загущення посівів до 230 тис. рослин/га призводило до зростання витрат до 12,10–12,63 тис. грн/га, однак супроводжувалося зменшенням доходу до 18,80–28,02 тис. грн/га та зниженням прибутку до 2,80–9,87 тис. грн/га, що зумовило падіння рентабельності на 3,0–29,3 % порівняно з оптимальною густотою 200 тис. рослин/га.

Біоенергетична оцінка підтвердила економічні закономірності. Найнижчі значення коефіцієнта використання ФАР (КФАР 0,75–0,92) і коефіцієнта енергетичної ефективності (K_{ee} 4,60–5,65) характерні для посівів із густотою 170 тис. рослин/га. Максимальні показники енергетичної ефективності отримано за густоти 200 тис. рослин/га, де КФАР досягав 1,00–1,10, а K_{ee} – 6,13–6,74, зокрема у середньоранніх гібридів Калатур, ЕС Фоен та ЕС Муссон. Застосування PPP «Аппетайзер» забезпечувало додаткове зростання K_{ee} в середньому на 0,3–0,5 одиниці.

Висновки за результатами виконання дисертації підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час виконання роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень, він налічує 189 найменувань, з яких 92 латиницею.

У *додатках* подається список праць, опублікованих за темою дисертації, погодні умови вегетаційного періоду у роки проведення досліджень, результати досліджень щодо

росту, розвитку та формування продуктивності культури, тобто повний обсяг експериментальних показників у вигляді таблиць, які не ввійшли в основний текст або як підтвердження графічних матеріалів, а також акт виробничої перевірки завершеної наукової розробки.

У цілому дисертація Д. В. Сухіни є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація була складовою частиною досліджень кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою «Стале виробництво продукції рослинництва для забезпечення продовольчої, енергетичної безпеки за ефективного використання природних ресурсів» (номер державної реєстрації 0123U102166), співвиконавцем якої був здобувач.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечено коректним використанням польового та лабораторного методів для спостереження за ростом та розвитком рослин, визначення біометричних та структурно-морфологічних показників, застосування сучасного регулятора росту рослин «Аппетайзер» за різної густоти стояння рослин, продуктивності та якості зерна сорго зернового тощо; математично-статистичного – для встановлення достовірності результатів дослідження, технологічних карт та розрахунково-порівняльного методу при визначенні економічної ефективності технології вирощування сорго зернового.

Достовірність отриманих результатів забезпечується: результатами виконаних автором низки експериментальних досліджень; публікацією статей в провідних фахових виданнях України. Основні положення дисертації оприлюднювалися на засіданнях кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2022–2024 pp.); 2nd Central European ISTRO Conference and 8th International Conference of the Czech ISTRO branch «Trends and challenges in soil-crop management» (м. Брно, Чехія, 2022 p.); Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу» (м. Київ, 2023 p.); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (м. Миколаїв, 2024 p.); XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільсько-господарських культур» (с. Центральне, 2024 p.); Міжнародній науково-практичній конференції «Післявоєнне відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів та продовольча безпека країни» (м. Київ, 2024 p.); Міжнародній науковій конференції «Освіта і наука

в умовах викликів і загроз. Внесок молодих вчених в сталий розвиток» (м. Київ, 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Science, technology, innovation: current issues of theory and practice» (м. Рига, Латвія, 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів» (м. Київ, 2025 р.).

Повнота викладення матеріалів дослідження в опублікованих працях

Основні положення дисертаційного дослідження викладено у 12 наукових публікаціях, з яких 4 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 8 тез наукових доповідей.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендацій щодо їх можливого використання

Всі отримані автором результати є новими, достовірними та належно обґрунтованими. *Наукова значимість* дисертації не викликає сумніву, оскільки здобувачем уперше в умовах Північного Степу України досліджено та науково обґрунтовано оптимальну густоту стояння рослин та використання регулятора росту рослин «Аппетайзер» для гібридів сорго зернового Калатур, ЕС Алізе, ЕС Фоен, Албанус та ЕС Муссон, обґрунтовано особливості формування урожайності та якості зерна гібридів сорго зернового залежно від досліджуваних агротехнічних прийомів, проведено економічну та біоенергетичну оцінку ефективності досліджуваних елементів у технології вирощування сорго зернового. Удосконалено технологію вирощування сорго зернового шляхом поєднання взаємодії досліджуваних факторів – високопродуктивного пластичного гібриду, оптимальної густоти стояння рослин та застосування регулятора росту рослин «Аппетайзер», наукові та практичні засади прогнозування урожаю сорго зернового, систему живлення сорго зернового під впливом регулятора росту рослин «Аппетайзер» з антистресовою дією. Набули подальшого розвитку наукові підходи до формування сортової агротехніки вирощування сорго зернового. Доведено економічну та біоенергетичну ефективність розроблених елементів технології вирощування сорго зернового.

Практичне значення роботи підтверджене впровадженням результатів досліджень у виробничих умовах ТОВ «Зоря» Синельниківського району Дніпропетровської області на площі 30 га. Результати впровадження підтвердили високу ефективність технології вирощування гібриду сорго зернового ЕС Фоен з шириною міжряддя 45 см, нормою висіву 270 кг для формування густоти рослин 200 тис. шт./га, та дворазового позакореневого застосування регулятора росту рослин «Аппетайзер» у фазу 4–5 та 7–8 листків з нормою витрат 0,5 л/га. Застосування рекомендованої технології дало можливість знизити собівартість однієї тони сорго зернового на 540 грн за вищого рівня урожайності (на 0,87 т/га).

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково-обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які подано автором для публічного захисту. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування. Таким чином, у дисертаційному дослідженні Д. В. Сухіни відсутні порушення академічної доброчесності.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації

Дисертація Д. В. Сухіни, як будь-яка творча наукова праця, не позбавлена недоліків, які можуть слугувати підґрунтям для наукової дискусії та вдосконалення:

1. Загальне формулювання новизни «...науковому обґрунтуванні практичних рекомендацій...» можливо, фраза є типовою та може розцінюється як методичне або виробниче узагальнення, а не власне новизна.

2. На нашу думку, у розділі 1 «Аналіз сучасного стану вирощування сорго зернового, еколого-біологічних особливостей росту та розвитку культури та господарського значення у світі та Україні» огляд літератури має значний обсяг і високу насиченість фактологічним матеріалом, доцільним було б частково скоротити опис загальновідомих агротехнічних прийомів, зосередивши увагу на аспектах, безпосередньо пов'язаних із тематикою дослідження. У підрозділах 1.2 та 1.4 варто чіткіше акцентувати аналітичні узагальнення (тенденції, проблеми, причинно-наслідкові зв'язки), а не лише наводити статистичні дані. В окремих місцях спостерігається дублювання інформації щодо адаптивних властивостей сорго, що можна було б усунути шляхом стилістичного редагування.

3. У розділі 2 «Умови, програма та методика проведення досліджень», на нашу думку, доцільно коротко узагальнити погодні умови кожного року досліджень у вигляді стислого підсумкового абзацу або графічної схеми, щоб полегшити подальше зіставлення їх із урожайними показниками. Бажано чіткіше підкреслити на початку розділу зв'язок між контрастністю гідротермічних умов років досліджень і вибором факторів досліду як елементів адаптивної технології. Для підвищення наочності сприйняття агрохімічного стану ґрунту доцільно подати узагальнену оцінку забезпеченості елементами живлення за шкалами (низька, середня, висока). Методичну частину можна дещо скоротити шляхом винесення частини формул або детальних описів стандартних методик у додатки без втрати наукової цінності розділу.

4. У розділі 3 «Агроекологічне обґрунтування особливості росту і розвитку гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та застосування регулятора росту рослин «Аппетайзер» автором зазначається, що вплив регулятора росту «Аппетайзер» на врожайність зерна проявлявся в межах 3–12 %, доцільно було б у роботі більш детально

проаналізувати статистичну вірогідність цих приростів за окремими гібридами та роками досліджень.

5. Зміни тривалості вегетаційного періоду під впливом досліджуваних факторів були незначними (1–3 доби), що потребує додаткового обґрунтування з точки зору їх практичної значущості.

6. У розділі 4 «Аналіз продуктивних ознак гібридів сорго зернового, зумовлених досліджуваними елементами технології вирощування» автор зазначає, що частка впливу регулятора росту на врожайність зерна за результатами дисперсійного аналізу була відносно невеликою (4,8 %), що потребує додаткового обґрунтування доцільності його застосування у виробничих умовах з урахуванням погодних ризиків.

7. У підрозділі 4.3 «Математичне моделювання впливу елементів технології вирощування на формування урожайності сорго зернового» наведений кореляційний аналіз показав, що лінійна залежність між густотою стояння і врожайністю пояснює лише 24 % варіації ($R^2=0,24$), доцільно було б більш ширше розглянути можливість використання багатфакторних моделей для підвищення прогностичної точності.

8. У розділі 5 «Економічна та біоенергетична оцінка технологій вирощування сорго зернового» вказано, що застосування РРР «Аппетайзер» забезпечувало приріст прибутку лише на 1,1–1,9 тис. грн/га, тоді як частка його впливу на енергетичну ефективність була відносно помірною (збільшення K_{ee} на 5–8 %), на нашу думку, додаткове обґрунтування доцільності використання препарату за високих цін на ресурси підсилило проведений аналіз. Також представлення інтегрального показника, який би поєднував економічну (ROI) та енергетичну (K_{ee}) ефективність в єдину систему оцінювання, могло б посилити практичну цінність результатів.

9. У висновку 6 щодо якості зерна наведено широкі діапазони показників крохмалю (63,0–75,6 %) і натури (600–805 г/л), проте не здійснено їх технологічної інтерпретації (харчове, кормове чи переробне використання), що могло б посилити прикладну цінність роботи.

10. У висновку 7 зазначено наявність «суттєвого лінійного зв'язку» між густотою рослин і урожайністю, однак не наведено коефіцієнтів кореляції або детермінації (r , R^2), що є бажаним для повноти обґрунтування результатів математичного моделювання.

11. На нашу думку, надані рекомендації є загалом обґрунтованими та практично цінними, однак вони подані переважно як універсальні для умов Північного Степу України. Доцільним було б узагальнити їх із урахуванням мінливості погодних умов, агрофону та економічної доцільності, зокрема передбачити можливість коригування густоти стояння рослин і кратності застосування регулятора росту залежно від рівня вологозабезпечення,

родючості ґрунту та очікуваної урожайності, що підвищило б адаптивність рекомендацій до виробничих умов конкретних господарств.

У роботі зустрічаються поодинокі невдалі вирази, граматичні та орфографічні помилки, що в цілому притаманно роботам творчого характеру.

Вказані зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Отримані здобувачем результати досліджень і висновки є обґрунтованими, мають високий рівень наукової новизни і практичну цінність.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам

Вважаю, що дисертація Сухіни Дениса Володимировича на тему: «Продуктивність гібридів сорго зернового залежно від густоти стояння рослин та регуляторів росту» за актуальністю, ступенем новизни та практичним значенням представлених результатів, їх обґрунтованості, повноти викладення в опублікованих наукових працях відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Рецензент завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва імені О. І. Душечкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор сільськогосподарських наук, професор Дмитро ЛІТВІНОВ