



АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



PSAA
POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY



АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА
ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



ПОЛТАВА 2019

Після проведених розрахунків можна сказати, що за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху. Оцінка коливань урожайності гороху показала, що при зміні клімату за сценарієм RCP 4.5 складуться сприятливі умови для вирощування гороху. Очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що на 11–17 % вище середньобагаторічних.

3.4. Перспективи вирощування тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу України

*Костюкєвич Т. К., Толмачова А. В., Бортник М. В.
Одеський державний екологічний університет*

Сьогодні ні для кого вже не секрет, що однією з найгостріших проблем є значне збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері та глобальне потепління. Перш за все це пов'язано зі збільшенням видобутку нафти, яка в 25 разів вище ніж століття тому. За таких умов, усі запаси палива вичерпаються в найближчі роки. Пошуку відновлюваних енергоресурсів і розробці альтернативних видів енергії приділяється особлива увага. В свою чергу, першість віддається енергоємним сільськогосподарським культурам, які мають значні переваги перед видобутими.

Для максимального збереження природних ресурсів застосовується замкнутий цикл обміну використання і відновлення енергії. Цій умові відповідає використання палива на основі біоетанолу, який вже встиг охопити більшу частину світового ринку енергоносіїв. Завдяки цьому відбувається природний обмін речовин, при якому вуглекислий газ поглинається рослинами, а не концентрується в атмосфері. Біоетанол може відмінно використовуватися в звичайних двигунах в суміші з бензином, при цьому, не змінюючи конструкції останнього, а додавання біоетанолу в бензин збільшує октанове число до 1,5 одиниць [84].

Сучасне потепління викликає значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Воно супроводжується істотним підвищенням температури повітря у зимові місяці, збільшенням кількості тривалих відлиг, часового зрушення розвитку природних процесів, змінами тривалості сезонів року, подовженням беззаморозкового періоду та тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, збільшенням

⁸⁴ Проблеми біооплива в Україні. URL : <http://abc.in.ua/problemy-biotopliva-v-ukraine/> (дата звернення: 10.04.2019 р.)

теплозабезпеченості вегетаційного періоду [85].

Враховуючи стратегічне значення біопалива для України важливим стає дослідження врожайності тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату.

Потенціал врожаю зерна культури тритикале озимого досить високий і має великі перспективи – сучасні сорти за морозко- і зимостійкості перевищують пшеницю, здатні давати стабільні врожаї зерна навіть в екстремальних умовах зимівлі.

Культура також характеризується високою стійкістю проти основних грибкових захворювань, невибагливістю до родючості ґрунтів, а білки зерна мають більш високі показники біологічної цінності, ніж білки пшениці, що робить сухий залишок після ферментації та дистиляції цінним кормом для тварин.

Тритикале озиме може одночасно грати роль як біоенергетичної, так і цінної кормової культури. При переробці зерна в етанол з однієї тонни зерна сучасних сортів можна реально отримати 420–440 л спирту, 230–300 кг цінного високобілкового кормового шроту і 140–160 л вуглекислого газу натурального походження, який після відповідної підготовки використовується для газування різних харчових напоїв. Етанол, отриманий із зерна тритикале озимого, не поступається за якістю питного спирту із зерна пшениці та може з успіхом використовуватися в лікєро-горілчаній промисловості [86].

Урожайність сільськогосподарських культур, в тому числі й озимого тритикале залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення тощо. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття, спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування озимого тритикале, які, в свою чергу, спричиняють зміну темпів розвитку культури, показників формування її продуктивності, яка значною мірою визначає рівень врожайності.

Для оцінки можливих змін клімату нами було використано сценарій RCP4.5 – (репрезентативні траєкторії концентрації), який являє собою сценарій середнього рівня викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [87].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1991 по 2010 роки. Слід зазначити, що вплив зміни клімату на продуктивність

⁸⁵ Антропогенные изменения климата ; ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1987. 405 с.

⁸⁶ Тритикале и энергетика. *Зерно*. 2012. № 9. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/sentyabr-2012-god/tritikale-i-energetika> (дата звернення: 10.04.2019 р.).

⁸⁷ Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] / Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2013. 1535 p.

тритикале озимого розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на продуктивність тритикале озимого на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти:

- базовий (середні багаторічні);
- варіант I (кліматичні умови періоду);
- варіант II (кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ в атмосфері до 470 ppm).

Слід підкреслити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів тритикале озимого в припущенні, що вони суттєво не зміняться. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами за різні проміжки часу.

Агрокліматичні умови періоду вегетації тритикале озимого за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 (2021–2050 рр.) в Західному Лісостепу України у порівнянні з середньо багаторічними даними (1991–2010 рр.) представлено на рис. 1. Як видно з графіку, період вегетації тритикале озимого за умов реалізації першого варіанту сценарію буде проходити на фоні знижених температур. Кількість опадів при цьому збільшиться в середині вегетації, а наприкінці – зменшиться.

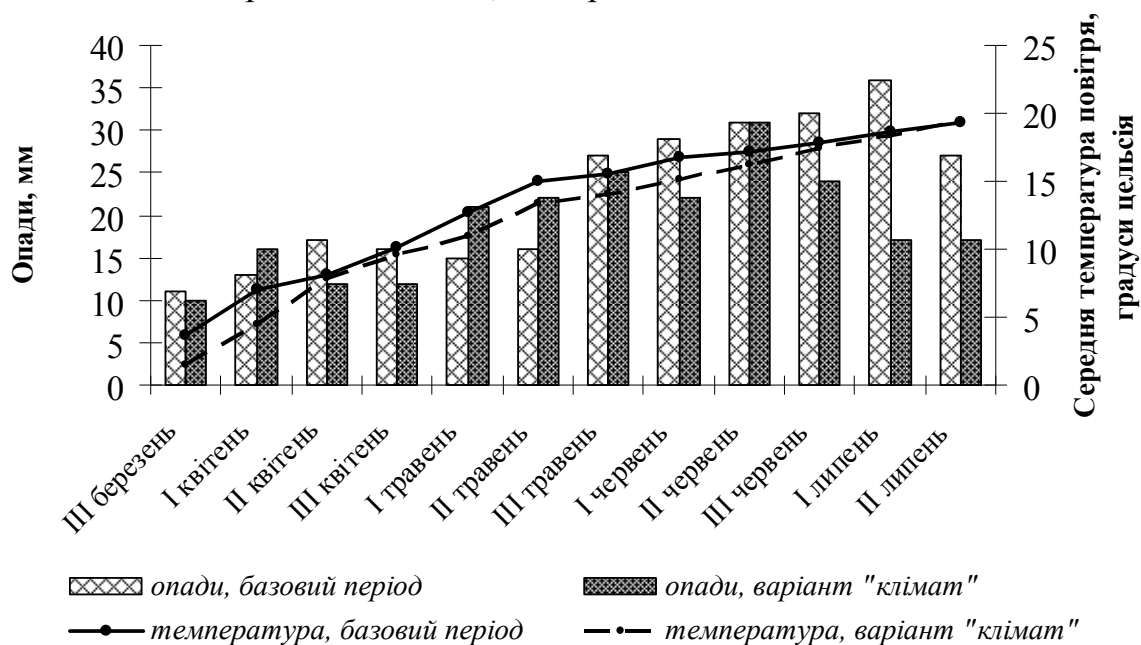


Рис. 2. Агрокліматичні умови періоду вегетації тритикале озимого в Західному Лісостепу за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.)

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками та за даними [88].

⁸⁸ Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільськ: 2011. 107 с.

І. Ф. Букша [89] зазначає, що кількість атмосферних опадів для території України змінилася несуттєво, проте помітними є зміни інтенсивності та характеру їх випадання. В. О. Балабух [90] також відмічає, що останнім часом почастишали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті, може спричинити зростання повторюваності та інтенсивності посух.

Розглянемо, як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку тритикале озимого, показники розвитку по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та врожай. За даними 1991–2010 рр. (базовими), дати відновлення вегетації майже співпадають з датами переходу температури повітря через 5 °С, і спостерігаються в третій декаді березня – 26 березня. За умов реалізації першого варіанту сценарію зміни клімату дата відновлення вегетації зміститься на більш пізні строки – 5 квітня (табл. 1).

1. Фази розвитку тритикале озимого за середніми багаторічними даними (1991–2010 рр.) та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 (2021–2050 рр.)

Період	Відновлення вегетації	Поява нижнього вузла соломини	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість періоду, дні
1991–2010	26.03	5.05	31.05	9.07	106
2021–2050	5.04	12.05	9.06	20.07	107
Різниця	+9	+7	+9	+11	+1

Джерело: розраховано автором та за даними [89].

Поява нижнього вузла соломини, як показали наші розрахунки, спостерігається при накопиченні суми ефективних температур близько 150-170 °С, що відповідає першій декаді травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5, дата появи нижнього вузла соломини очікується 12 травня, що на сім днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Фаза колосіння озимого тритикале за середніми багаторічними даними (1991–2010 рр.) спостерігається 31 травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5, на території Західного Лісостепу дата колосіння очікується 9 липня, що на дев'ять днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Воскова стиглість тритикале озимого за середніми багаторічними

⁸⁹ Букша І. Ф. Изменение климата и лесное хозяйство Украины. Львів : РВВ НЛТУ України. 2009. Вип. 7. С.11–17.

⁹⁰ Балабух В. О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2008. № 257. С. 61–72.

даними (1991–2010 рр.) спостерігається у першій декаді липня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 дата воскової стиглості тритикале озимого очікується на одинадцять днів пізніше, що відповідає другій декаді липня (табл. 1). В цілому за умов зміни клімату тривалість періоду вегетації тритикале озимого не зміниться, але дати настання фаз розвитку здвинуться на більш пізні.

Зміни агрокліматичних умов спричинять відповідну зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів тритикале озимого, що в свою чергу, відобразиться на рівні його врожайності. Для надання порівняльної характеристики продуктивності тритикале озимого в умовах зміни клімату за середньо багаторічними даними та за сценаріями зміни клімату в Західному Лісостепу були розраховані такі величини, як площа листя тритикале озимого, чиста продуктивність фотосинтезу та приріст маси в період максимального розвитку рослини. Також розглядалась суха біомаса цілої рослини культури та її врожай (табл. 2).

2. Показники фотосинтетичної продуктивності посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.) в Західному Лісостепу України

Період	Варіант	Період максимального росту			Суха біомаса цілої рослини, г/м ²	Урожай, ц/га
		Площа листової поверхні, м ² /м ²	Приріст загальної сухої біомаси, г/м ² за добу	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу		
1986–2005	Базовий	3,4	30,4	9,3	1146	100
2021–2050	Варіант I	3,6	2,73	8,2	1080	78
	Варіант II	3,9	30,9	8,4	1192	87

Джерело: розраховано автором.

Як видно із таблиці площа листя в період максимального розвитку в середньому за базовий період становить 3,4 м²/м². За умов реалізації сценарію RCP4.5 (2012–2050 рр.) за першим варіантом очікується збільшення площі листя до 3,6 м²/м², за другим варіантом очікується збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні зі значенням першого варіанту – 3,9 м²/м².

На рис. 3 представлена динаміка накопичення відносної площі листя посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.).

Як бачимо, впродовж вегетаційного періоду динаміка наростання площі листя за умов зміни клімату та за середньо багаторічних умов

була однаковою, але кількісні її показники значно відрізняються.

Вивченню чистої продуктивності фотосинтезу як важливій складовій врожаю сільськогосподарських культур приділено велику увагу. У цього показника є три основні переваги: вона визначається за тривалі проміжки часу, протягом яких коливання, пов'язані з віковим станом листя, ярусною мінливістю, короткочасними змінами погодних умов та іншими причинами, згладжується і елемент випадковості зводиться до мінімуму. В вивчення залучається велика кількість рослин, що дозволяє отримувати статистично достовірні дані [91].

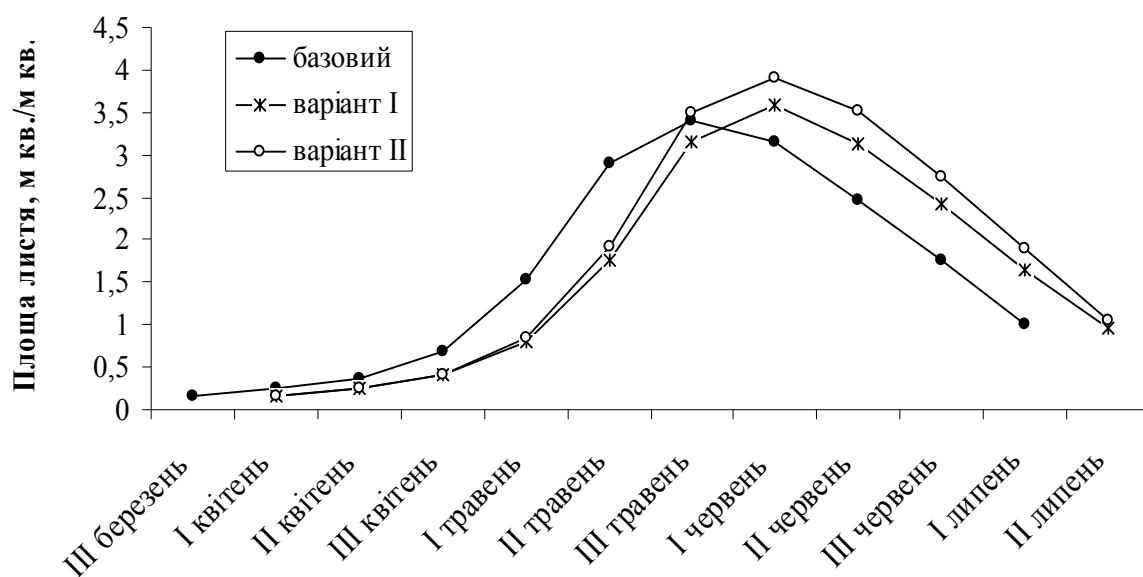


Рис. 3. Динаміка відносної площі листя посівів тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.) в Західному Лісостепу

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

На рис. 4 представлена динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.).

Чиста продуктивність фотосинтезу визначає продукційний процес культури. Одним із зовнішніх проявів фотосинтезу є збільшення маси фотосинтезуючих тканин за рахунок фотосинтетичного утворення органічних речовин. Як бачимо, значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого за умов реалізації сценарію RCP4.5 (2012–2050 рр.) за обома варіантами є зниженими у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.). Це пов'язано з реакцією рослин на підвищення CO_2 , так через збільшення площі листя виникає конкуренція за світло, затінені нижнє листя активно використовують підвищену кількість асимілятів, синтезується рослинами завдяки високому рівню CO_2 в повітрі.

⁹¹ Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. Частная физиология полевых культур / под ред. Е. И. Кошкина. Москва : КолосС. 2005. 344 с.

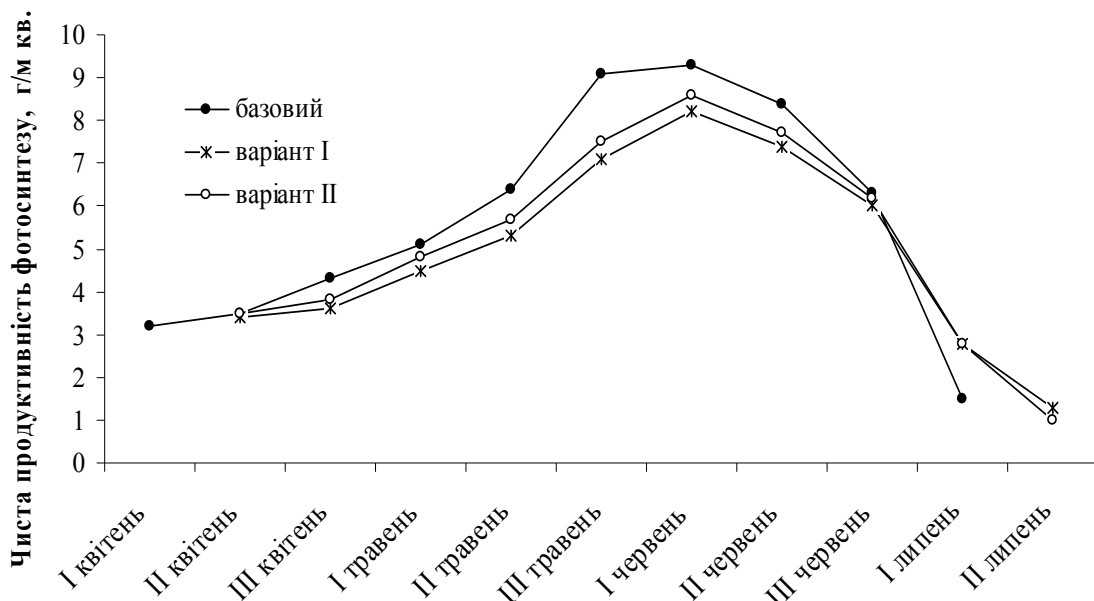


Рис. 4. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.)

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

При тривалому вирощуванні тритикале озимого при підвищеній концентрації CO₂ спостерігається відставання в рості від рослин, які ростуть при нормальній концентрації CO₂. Така реакція рослин на підвищення CO₂ обумовила і відповідний рівень динаміки загальної сухої біомаси тритикале озимого (рис. 5). Важливою умовою продукційного процесу формування врожайності зерна тритикале озимого вважається накопичення сухої біомаси рослин. При добре розвинутій вегетативній масі формується значна кількість асимілятів, яка потім може бути реутилізована в зерно.

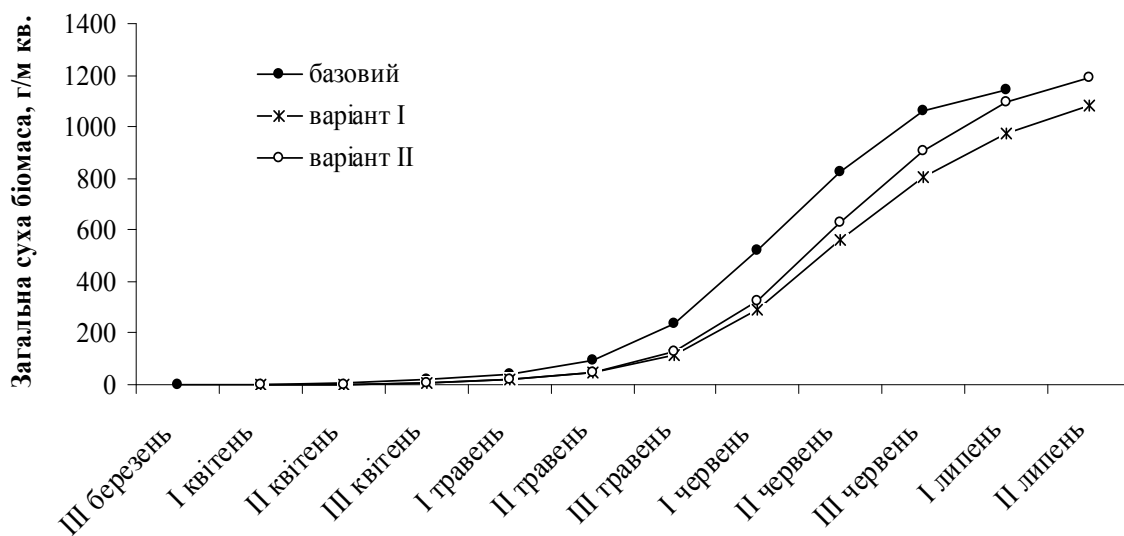


Рис. 5. Динаміка загальної сухої біомаси тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.)

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

Накопичення сухої речовини посівом залежить від швидкості фотосинтезу, на яку впливають зовнішні і внутрішні фактори. Так, загальна суха біомаса тритикале озимого за першим варіантом зменшиться до 1080 г/м² (табл. 2). За другим варіантом очікується збільшення загальної сухої біомаси до 1192 г/м² в порівнянні із її середнім багаторічним значенням (1146 г/м²).

Все це призвело до відповідних змін у врожайності. Так, за умов реалізації сценарію за першим варіантом очікується зменшення врожайності тритикале озимого на 22 %, а за другим варіантом очікується зменшення врожайності на 13 %.

Сьогодні розвиток ринку біопалива має величезне соціально-економічне значення не тільки для агропромислового комплексу, а й для повноцінного розвитку економіки України в цілому. Адже, як відомо, паливо – це стратегічна сировина. Це енергетичний потенціал будь-якої держави. Розвиток виробництва біопалива відчутно підвищить ефективність і конкурентоспроможність аграрного сектора економіки України.

Враховуючи реакцією рослин на підвищення CO₂ в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу, вважаємо доцільним рекомендувати використовувати сучасні сорти тритикале озимого, що більш стійки до затінення.

3.5. Біоенергетична ефективність проміжних культур

Німець О. М.

Полтавська державна аграрна академія

У сучасних системах землеробства зростає використання непоновлюваної енергії, особливо великі витрати енергії на виробництво машин, добрив, засобів захисту рослин та інші матеріали. Єдина галузь у народногосподарському комплексі, де енергія не тільки витрачається у процесі виробництва, але й накопичується це – рослинництво [92, с. 28–32].

Проміжними називають культури, які вирощуються в інтервалі часу, вільно від вирощування основних культур сівозміни. За рахунок таких посівів з однієї площі протягом року можна мати два, а на зрошуваних землях – і три врожаї, що підвищує коефіцієнт використання сонячної радіації, внаслідок чого продуктивність гектара ріллі зростає в 1,5–2 рази.

У зв'язку з насиченням кормових і польових сівозмін проміжними посівами кормових культур суттєво збільшується виробництво кормів, ефективніше використовується біокліматичний потенціал, стабілізується вміст гумусу, поліпшуються фізичні властивості, поживний та

⁹² Глуценко Д. П. Шляхи зниження енергоємності кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 10. С. 28–32.