

**Полтавське відділення академії наук
технологічної кібернетики України**

**ЕКОЛОГООРІЄНТОВАНІ ПІДХОДИ
ВІДНОВЛЕННЯ ТЕХНОГЕННО
ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ І СТВОРЕННЯ
СТАЛИХ ЕКОСИСТЕМ**

Колективна монографія

Полтава – 2022

оздоровчого харчування як самостійний високовітамінний продукт або як складовий компонент у приготуванні різноманітних страв. Герметичне пакування сприяє мікробіологічній стійкості сушеної дині, уповільнює неферментативне окислення, подовжує термін її зберігання до року.

Отже, на основі результатів теоретичних й експериментальних досліджень оптимізовано технологічний процес, обґрунтовано енергозберігаючі стадійні режими сушіння цукровмісних плодів дині. За цими режимами температура матеріалу протягом зневоднення не перевищує гранично допустиме значення й забезпечує високу збережаність природних компонентів вихідної сировини, інтенсифікацію процесу, скорочення енерговитрат до 25 %.

Отримані результати підтверджують наше припущення щодо можливості одержання сушеної дині зі закристалізованими цукрами і, тим самим, суттєво підвищити якість та термін зберігання готового продукту.

Включення процесу сушіння до комплексної схеми вирощування та перероблення плодів дині дає змогу одержувати високопоживний вітамінний продукт, скоротити втрати врожаю до 40 %, робить технологію ресурсоенергозберігаючою та безвідходною за рахунок раціонального використання всіх складових частин дині та сприяє поліпшенню екологічного стану навколишнього середовища.

5.4. Агрокліматична оцінка продуктивності озимого ріпаку в Вінницькій області в умовах зміни клімату

Ляшенко Г. В.¹, Данілова Н. В.²

¹Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова

²Одеський державний екологічний університет

Аграрна галузь в Україні відноситься до провідних галузей економіки, що визначає актуальність наукових досліджень, спрямованих на обґрунтування раціонального еколого-економічного використання земельних ресурсів території країни. Це стосується, в першу чергу, оптимізації розміщення сільськогосподарського виробництва в розрізі окремих регіонів, адміністративних областей і районів країни.

Сільськогосподарське виробництво, за усіма відомими критеріями, одне із найбільш залежних від ґрунтово-кліматичних і погодних умов галузей. Результуючою дією цих умов є рівень врожайності культур, можливість її підвищення та зменшення втрат врожаїв внаслідок невідповідності ґрунтових і погодних умов біологічним вимогам окремих груп сільськогосподарських культур.

Детальна оцінка ґрунтово-кліматичних умов територій різного таксономічного рангу стосовно сприятливості вирощування різних

сільськогосподарських культур за останні 70–100 років виконується в рамках одного із напрямку кліматичних досліджень – агрокліматичних. І якщо в 20–70-ті роки минулого століття розглядалися питання принципової можливості вирощування сільськогосподарських культур, то з 70-х років проводяться дослідження економічної доцільності тих чи інших схем розміщення культур в просторовому (територіальному) розрізі.

Ефективність агрокліматичного напрямку досліджень для обґрунтування оптимального розміщення сільськогосподарського виробництва, взагалі, і окремих груп сільськогосподарських культур, зокрема, базується на детальному визначенню агрокліматичних ресурсів територій, що відповідають факторам життя рослин – ресурси світла, тепла і вологи, в тому числі лімітуючих факторів – умов морозо- і заморозконебезпечности та посушливості.

На процес формування врожаю, як відомо, впливає безліч чинників. Основними з них є надходження сонячної радіації і ступінь її поглинання посівами, волога, тепло, родючість ґрунтів, рівень агротехніки, сортові особливості рослин, фотосинтетичний потенціал посівів [724, 725].

Зміна клімату, яка відзначається з кінця 80-х років століття і, особливо, в останні 20 років поточного століття, вимагає переглянути поширені схеми розміщення галузей сільськогосподарського виробництва, взагалі, і окремих культур, зокрема, в різних регіонах країни, опираючись на розрахунки їх продуктивності за різними сценаріями зміни клімату.

Озимий ріпак – дуже вимоглива культура до умов перезимівлі. Він добре зимує в м'якому кліматі з вологою восени, поступовим настанням зими і вельми стійким сніговим покривом. Природно, такі умови складаються не у всіх регіонах України, особливо в останні роки [726].

За дослідженнями останніх років придатними для вирощування озимого ріпаку може вважатися Полісся і Західний Лісостеп, а також центральні і східні райони Лісостепу, Північний Степ. Непридатними, за агрометеорологічними умовами є Південний Степ і Закарпаття [727, 728].

Незважаючи на потепління клімату, яке найбільше проявляється в холодний період, що зумовлює поліпшення умов перезимівлі, слід пам'ятати, що за низьких температур повітря і ґрунту озимий ріпак схильний до вимерзання в першу чергу. Якщо рослини озимої пшениці, жита при нормальному розвитку здатні переносити температуру ґрунту мінус 14–18 °С і нижче на рівні вузла кушіння, то озимий ріпак гине вже за температури мінус 9 °С, а такі температури мають певну ймовірність практично по всій території України, за винятком західних областей [727, 728].

⁷²⁴ Ляшенко Г. В. Практикум з агрокліматології : навчальний посібник. Одеса : Вид.ПП «ТЕС», 2014. 161 с.

⁷²⁵ Ляшенко Г. В., Данілова Н. В. Практикум з мікрокліматології : навчальний посібник. Одеса : ТЕС, 2016. 220 с.

⁷²⁶ Адаменко Т. Агрокліматичні умови вирощування ріпаку в Україні. *Агроном*. 2006. № 2. С. 95–96.

⁷²⁷ Наконечний О. Т., Санін О. Ю. Вирощуємо озимий ріпак. *Агровісник*. 2007. № 1 (13). С. 34–36.

⁷²⁸ Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Ріпак. Українські технології. Львів : НВФ, 2005. 88 с.

Ріпак також має важливе сільськогосподарське значення, так як особливості кореневої системи рослини забезпечують розпушування ґрунту, запобігаючи мінералізацію і вимивання азоту. Також ріпак здатний придушити деякі ґрунтові патогенні, наприклад, кореневі гнилі.

Останнім часом ріпак став куди більш популярний завдяки використанню для отримання компонентів екологічного біопалива. В результаті у багатьох країнах Євросоюзу, найбільш стурбованих проблемами екології та високою ціною більш звичних енергоносіїв, посівні площі під ріпак значно зросли.

Ріпак є однією з найбільш цінних та перспективних культур у загальносвітовому виробництві рослинних олій. Це культура з високим вмістом олії (до 45 %). Ріпаку відводять важливу роль як джерелу харчової олії, а також як сировини для отримання технічних продуктів, а саме, виробництва метилових та етилових кислот ріпакової олії (або біодизеля). Зацікавленість у олії ріпаку зумовлена її складом, зокрема жирними кислотами у складі триацилгліцеринів. Їх склад підвищує стійкість олії до окиснення, що, своєю чергою, дозволяє гарантувати виробникам ріпакової олії для харчових цілей більший термін придатності до вживання. Стійкість до окиснення ріпакової олії у порівнянні з іншими важлива також при виробництві метилових та етилових жирних кислот як альтернативне паливо для дизельних двигунів [727, 728].

В Україні близько 95 % від загальної посівної площі ріпаку це озимий ріпак. Кліматичні умови України є сприятливими для вирощування саме озимого ріпаку.

Перевагою озимого ріпаку перед ярим є те, що у зв'язку з довшим вегетаційним періодом його розвиток дещо сильніший, врожайність вища, а вміст олії в насінні на 2–4 % більший.

Проте, в останні роки в Україні спостерігається тенденція зменшення площ під ріпаком, що пов'язане з тим, що у нас ця культура вирощується в основному на експорт і сильно залежить від кон'юнктури ринку.

Метою даної роботи є дослідження впливу змін клімату агрокліматичних умов на зростання озимого ріпаку в Вінницькій області.

На території Вінницької області у 2021 році озимий ріпак зібрано на площі 48,2 тис. га, за середньої урожайності – 3,22 т/га, що на 0,45 т/га більше ніж 2020 році; ярий ріпак зібрано на 82 % площ з урожайністю 1,57 т/га.

Оцінка впливу зміни кліматичних умов виконана шляхом порівняння даних за середньобогаторічний період з 1986 по 2005 рр. та за сценарієм зміни клімату *RCP4.5*, який передбачає стабілізацію викидів парникових газів в атмосферу та середніх багаторічних характеристик кліматичних й агрокліматичних показників за тридцятирічний період, який розбивався на три десятиріччя для того, щоб прослідити динаміку зміни кліматичних умов: 2021–2030 рр. (I-й сценарний період), 2031–2040 рр.

(II-й сценарний період), 2041–2050 рр. (III-й сценарний період). В якості вихідної інформації використовувалися середньобаторічні дані спостережень гідрометеорологічних станцій [729], та результати, отримані за регіональною кліматичною моделлю, яка поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди [730].

Розрахунки продуктивності озимого ріпаку виконано із застосуванням базової моделі формування продуктивності сільськогосподарських культур Польового А. М. [731].

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість визначається надходженням фотосинтетично активної радіації (ΦAP) і коефіцієнтом її використання.

Потенційна урожайність ($ПУ$) визначається в залежності від величини фотосинтетично активної радіації (ΦAP) і біологічних особливостей культури, якими є онтогенетична крива, KKD та калорійність. Метеорологічно можлива урожайність ($ММУ$) являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом вологотемпературного режиму. Формування дійсно можливої урожайності ($ДМУ$) обмежується рівнем природної родючості ґрунту.

Температурний режим за сценарієм $RCP4.5$ буде дещо завищеним. Так, в II-й та III-й періоди температура повітря зросте на 0,1 та 0,2 °C від середньої багаторічної. В I-й період середня температура залишиться не змінною.

За умовами реалізації сценарію $RCP4.5$ за період відновлення вегетації – повна стиглість сумарне випаровування в I-й та II-й періоди зросте на 14 та 5 мм, а в III-й період – зменшиться на 8 мм, в порівнянні з середньо багаторічним значенням – 224 мм.

В середньо багаторічному випаровуваність складає 310 мм. В I-й та III-й періоди випаровуваність зменшиться до 305 та 284 мм, що нижче від середньо багаторічного на 5 та 13 мм. В II-й період випаровуваність складатиме 284 мм, що нижче на 26 мм від середньо багаторічного.

За середніми багаторічними даними вологозабезпеченість озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість складає 0,72 відн. од. У I-й та III-й сценарні періоди вологозабезпеченість посівів озимого ріпаку очікується на рівні 108 та 101 % від середньо багаторічної. В II-й період очікується найвища вологозабезпеченість – 113 % від середньо багаторічної.

Надходження ΦAP за період відновлення вегетації – повна стиглість за сценарієм $RCP4.5$ в I-й та III-й періоди зросте до 181,9 та 185,7 кДж/см²,

⁷²⁹ Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбиди, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільський, 2011. С. 107.

⁷³⁰ Gao I Y., Fu J. S., Drake J. B., Lamarque J. F., Liu Y. The impact of emission and climate change on ozone in the United States under representative concentration pathways (RCPs). *Atmos. Chem. Phys.* 2013. Vol. 13. P. 607–621.

⁷³¹ Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Київ : КНТ, 2007. С. 344.

що складає 106 та 108 % від середнього багаторічного. В II-й період ΦAP зросте до 196,7 кДж/см² і складатиме 114 % (табл. 1).

1. Агрокліматичні умови стосовно озимого ріпаку за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* у Вінницькій області

Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °C	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн. од.	Сума ΦAP , кДж/см ² за період
1986–2005	14,4	224	310	0,72	171,3
2021–2030	14,4	238	305	0,78	181,9
Різниця	0	+14	-5	+0,006	+10,5
2031–2040	14,5	229	284	0,81	196,7
Різниця	+0,1	+5	-26	+0,009	+25,4
2041–2050	14,6	216	297	0,73	185,7
Різниця	+0,2	-8	-13	+0,01	+14,4

Джерело: власні дослідження.

ΠU всієї сухої маси залежить від ΦAP . В I-й та II-й періоди ΠU зросте до 1915 та 1919 г/м²дек, тобто до 131 % від середньої багаторічної (1465 г/м²дек) (табл. 2). В III-й період відзначається найбільше підвищення ΠU – до 1922 кДж/см², що складає 131 %.

Зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури відбувається під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку, до яких в першу чергу відноситься площа асимілюючої поверхні посівів.

Як видно з даних рис. 1, рівень динаміки площі листя за умовами сценарію *RCP4.5* буде вищим, порівняно з середньо багаторічним періодом. Площа листкової поверхні в період її максимального розвитку за середньо багаторічними даними складає 4,61 м²/м². В I-й та III-й періоди площа листкової поверхні зросте до 4,735 та 4,86 м²/м². В II-й період очікується найвищий рівень площі листя, який складатиме 4,95 м²/м².

2. Формування урожаю озимого ріпаку за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* у Вінницькій області

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ² дек			Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ² за період	Баланс гумусу, т/га	Урожай ріпаку при вологості 14 %, ц/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1986–2005	1465	838	503	207	0,042	22,9
2021–2030	1915	1060	636	224	0,089	29,0
Різниця	+450	+222	+133	+17	0,047	+6,1
2031–2040	1919	1102	661	239	0,093	30,1
Різниця	+454	+246	+158	+32	+0,051	+7,2
2041–2050	1922	1038	623	230	0,087	28,4
Різниця	+457	+200	+120	+23	+0,045	+5,5

Джерело: власні дослідження.

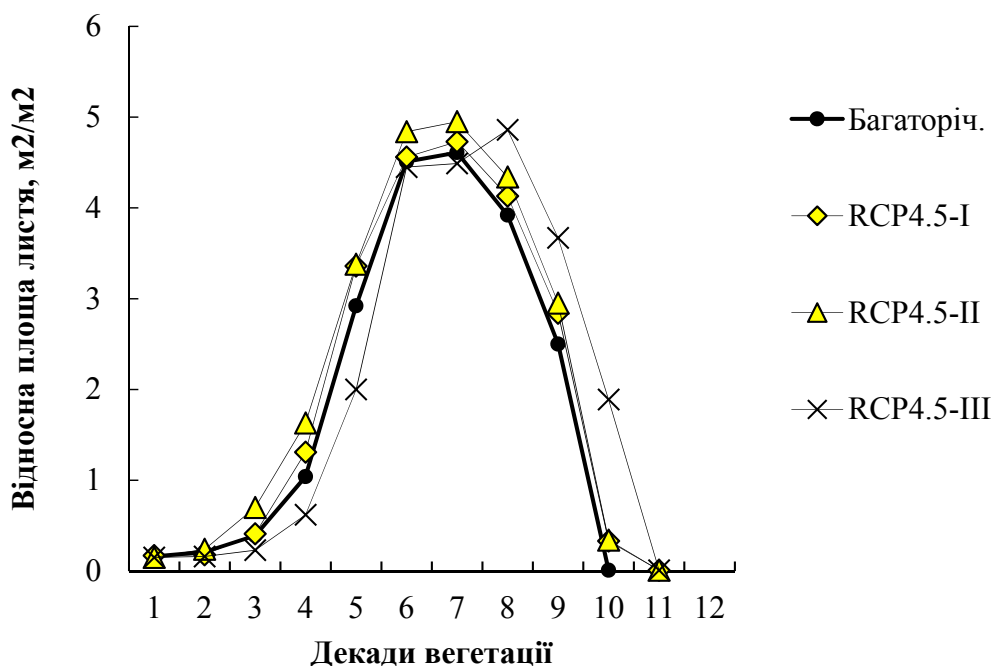


Рис. 1. Динаміка площі листя озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість за сценарієм RCP4.5 у Вінницькій області
Джерело: авторська розробка.

Фотосинтетичний потенціал ($\Phi П$) за умовами реалізації сценарію *RCP4.5* (табл. 2) за базовий період та за сценарні періоди – відповідно 207, 224, 239 і 230 $\text{м}^2/\text{м}^2$.

ММУ, який визначається умовами тепла і вологи залежить від факторів тепла та вологи. За середньобагаторічними даними *ММУ* складає 838 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та III-й періоди відзначається ріст *ММУ* до 1060 та 1036 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 126 та 124 % від середньобагаторічного. В II-й період, через кращі умови тепло- та вологозабезпеченості, *ММУ* зростає до 1102 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 132 % від базового періоду.

Баланс гумусу під посівами озимого ріпаку в I-й та III-й періоди підвищиться на 0,047 та 0,045 відн. од., а в II-й період – на 0,051 відн. од., в порівнянні з середньо багаторічним 0,042 відн. од. (табл. 2). З урахуванням природної родючості ґрунту *ДМУ* сухої маси озимого ріпаку в середньому багаторічному складає 503 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та III-й періоди також спостерігається ріст *ДМУ* до 636 та 623 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що становить 126 та 123 % від базового періоду. В II-й період спостерігається найвище значення *ДМУ* – 661 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 131 % від середньо багаторічного.

При реалізації сценарію *RCP4.5* урожай озимого ріпаку за вологості 14 % і при середніх багаторічних умовах складає 2,29 т/га (табл. 2). В I-й та III-й періоди урожай озимого ріпаку зростає до 2,9 та 2,84 т/га, що становить 127 та 124 % від базового періоду, а в II-й період очікується найвищий урожай озимого ріпаку – 3,01 ц/га, що становить 131 % від середньобагаторічного.

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях урожайності,

була проведена оцінка продуктивності території Вінницької області стосовно до культури озимого ріпаку в розрізі основних агроекологічних категорій урожайності за сценарієм зміни клімату *RCP4.5*.

На основі агроекологічних категорій урожайності були визначені чотири узагальнені оцінки: ступеня сприятливості кліматичних умов (*CBU*); рівня використання агрокліматичних ресурсів (C_0); рівня реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) та рівня господарського використання і ґрунтових ресурсів (C_a)).

Ступінь сприятливості кліматичних умов (*CBU*) вирощування озимого ріпаку *RCP4.5* (табл. 3) за базовий період складає 0,572 відн. од. В I-й та III-й сценарні періоди *CBU* знизиться до 0,553 та 0,552 відн. од., що складатимуть 96 та 97 % від базового, а в II-й період значення *CBU* складає 0,574 відн. од., що становить 100 % від базового.

Рівень використання агрокліматичних ресурсів (C_0) для вирощування культури озимого ріпаку показала, що в середньому багаторічному та у всі сценарні період показник C_0 очікується на рівні 0,600 відн. од.

3. Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* у Вінницькій області

Період	<i>CBU</i> , відн. од.	C_0 , відн. од.	C_d , відн. од.	C_a , відн. од.
1986–2005	0,572	0,600	0,419	0,733
2021–2030	0,553	0,600	0,321	0,579
2031–2040	0,574	0,600	0,320	0,557
2041–2050	0,552	0,600	0,326	0,592

Джерело: власні дослідження.

Рівень реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) для культури озимого ріпаку за базовий період на території Вінницької області складає 0,419 відн. од., а в три сценарні періоди відповідно до 0,321, 0,320 і 0,326 відн. од., що складає 77, 77 та 78 % від базового періоду. Рівень культури землеробства C_a для ріпаку на території області за базовий період складає 0,733 відн. од., а в I-й – III-й сценарні періоди C_a зменшиться відповідно до 0,579, 0,557 і 0,592 відн. од.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що за сценарієм зміни клімату *RCP4.5* у Вінницькій області відзначається погіршення агрокліматичних умов формування продуктивності озимого ріпаку. Оцінка ж рівня використання агрокліматичних ресурсів при цьому дещо низька, проте є резерв її підвищення.

На жаль, переважна більшість українського ріпаку йде на експорт, а не переробляється на олію і біодизель, як у провідних країнах світу.