

Полтавська державна аграрна академія

**ЕКОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ У ПІДВИЩЕННІ
ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ
БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

Колективна монографія

За редакцією Т. О. Чайки,
І. О. Яснолоб, О. О. Горба

Полтава – 2020

5.2. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови перезимівлі озимої пшениці в Поліссі

*Польовий А. М., Барсукова О. А., Божко Л. Ю.
Одеський державний екологічний університет*

Озима пшениця відноситься до найбільш цінних і врожайних зернових культур. Вона займає перше місце у світі за посівними площами і валовим збором зерна. На території України озима пшениця вирощується в усіх природно-кліматичних зонах і займає 40 % площі всіх зернових культур.

Пшениця має високу біологічну пластичність до умов вирощування і ціниться за високу поживність зерна. Зерно пшениці багате клейковиною, білками і багатьма іншими цінними речовинами. Пшеничний хліб відзначається високим вмістом білку (14 %), вуглеводів (80 %) [375, с. 384].

Основні посівні площі озимої пшениці в Україні зосереджені в Лісостеповій та Степовій зонах. В Поліссі посівні площі коливаються від 10 до 20 % всієї посівної площі озимої пшениці в Україні.

Урожайність озимої пшениці залежить від великої кількості екологічних факторів як тих що безпосередньо використовуються рослинами; так і тих що впливають на життєдіяльність рослин.

Максимальному врожаю культури відповідає оптимальне значення усіх факторів [376 , с. 78]. Для озимої пшениці сприятливими є: оптимальні терміни сівби, сприятливі умови перезимівлі, оптимально волого – температурні показники весняно-літнього періоду, своєчасне внесення добрив і інші заходи.

В сприятливі за погодними умовами роки максимальні врожаї найпоширеніших в Україні сортів становлять 52–55 ц/га і вище.

Для забезпечення безперервного підвищення продуктивності озимої пшениці необхідні знання кліматичних ресурсів території її вирощування та врахування кліматичних особливостей, особливо за змін клімату, при плануванні розміщення посівних площ озимої пшениці в районах з найвищою врожайністю. При цьому немаловажне значення має застосування інтенсивних технологій вирощування та введення в експлуатацію нових високоврожайних сортів.

³⁷⁵ Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підруч. / Паламарчук В. Д. та ін. Вінниця, 2013. 724 с.

³⁷⁶ *Польовий А. М., Божко Л. Ю.* Біологічні і екологічні основи продуктивності агроєкосистем : підруч. Одеса : ТЕС, 2016. 280 с.

Метою дослідження є оцінка агрокліматичних умов перезимівлі озимої пшениці в областях Полісся та їх змін під впливом змін клімату. Дослідження виконувались на матеріалах паралельних агро- та метеорологічних спостережень, та спостережень за врожайністю озимої пшениці по областях Полісся за період з 1986 по 2015 рр. і результатах розрахунків показників агрокліматичних умов на період 2021–2050 рр, за кліматичними сценаріями. Для кліматичних розрахунків використовується набір сценаріїв – Репрезентативні траєкторії концентрацій – RCP, що уявляють собою чотири сценарії, які включають часові ряди викидів і концентрацій парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів: RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6.5 та RCP8.5. Найпесимістичнішим є сценарій – RCP 8,5, який передбачає експоненціальне збільшення кількості вуглецю в атмосфері до кінця XXI століття приблизно в 2,5 рази відносно сучасного [377, с. 355].

Стійкість озимої пшениці до несприятливих умов зими залежить від умов формування морозостійкості і зимостійкості рослин в осінній період вегетації. Динаміка морозостійкості у всіх озимих культур та їх сортів при стійкому характері зимових умов погоди підпорядковується певній закономірності, зумовленій сезонним ходом температури повітря верхнього шару ґрунту восени. При зниженні температури повітря восени і в першій половині зими зимостійкість усіх сортів озимих культур підвищується, в середині зими досягає максимального значення, а потім, при підвищенні температури повітря і ґрунту в другій половині зими і особливо навесні падає.

Стійкість озимої пшениці до небезпечних морозів залежить від значення критичної температури вимерзання. Восени у момент зниження середньої добової температури повітря наприкінці осені до 5 °С і після проходження рослинами першої фази загартування критична температура вимерзання озимих культур близька до -10, -12 °С. Після переходу температури повітря через 0 °С і зниження температури ґрунту на глибині вузла кушіння до -2, -5 °С, коли рослини проходять другу фазу загартування, морозостійкість їх значно підвищується. При сприятливих умовах зимівлі (температура ґрунту на глибині вузла кушіння -6, -8 °С) морозостійкість рослин з другої половини грудня до кінця лютого буває близькою до оптимального значення її для даного сорту. Найвища морозостійкість озимих культур в цей період (-20, -22 °С) пояснюється глибоким станом зимового спокою, викликаного низькими

³⁷⁷ Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України ; за ред. Степаненка С. М., Польового А. М. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

температурами повітря і ґрунту [378, с. 112]. У березні при підвищенні температури ґрунту і порушенні стану вимушеного спокою у рослин морозостійкість поступово знижується і критична температура їх вимерзання сягає її значення восени (-10, -12 °С).

На морозостійкість озимих культур значно впливають агрометеорологічні умови розвитку озимини восени і стан її на момент припинення вегетації.

Основними показниками умов перезимівлі озимих культур є: мінімальна температура повітря, висота снігу, глибина промерзання ґрунту, сума від'ємних температур повітря за зимовий період. Інтегральним показником перезимівлі озимих культур є мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння. По областях були проаналізовані ряди спостережень за показниками перезимівлі. За середніми показниками зими на території Полісся найсуворіші умови перезимівлі озимини складались у Чернігівській області Порівняно м'які умови спостерігались у Волинській, Рівненській та Житомирській областях.

Середня багаторічна температура ґрунту на глибині вузла кущіння рослин (табл. 1) не може бути цілком надійним показником умов перезимівлі. Для більш детальної характеристики умов перезимівлі було досліджено також абсолютні мінімуми температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 1). Для повної характеристики умов перезимівлі також важливу роль відіграє значення абсолютного мінімуму температури ґрунту на глибині вузла кущіння (табл. 2).

1. Середня мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

| Область | Грудень | | | Січень | | | Лютий | | | За зиму |
|--------------|---------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-----|-----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| Волинська | -10 | -11 | -8 | 11 | -19 | -14 | -11 | -9 | -5 | -11 |
| Рівненська. | -8 | -10 | -8 | -4 | -11 | -10 | -14 | -6 | -6 | -10 |
| Київська | -6 | -13 | -11 | -11 | -15 | -14 | -15 | -10 | -10 | -12 |
| Житомирська | -8 | -10 | -11 | -11 | -17 | -15 | -11 | -10 | -10 | -13 |
| Чернігівська | -9 | -11 | -5 | -11 | -19 | -18 | -16 | -11 | -10 | -14 |

Джерело: авторські дослідження.

Як видно із (табл. 2) в січні і перших двох декадах лютого значення абсолютного мінімуму бувають вищими від критичної температури вимерзання озимої пшениці. Починаючи з другої декади грудня до другої декади лютого включно в областях Полісся мінімальна температура ґрунту опускається нижче критичної температури вимерзання.

³⁷⁸ Польовий А. М., Божко Л. Ю. Агрометеорологічні прогнози : підручник. Одеса : ТЕС, 2017. 508 с.

2. Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння

| Області | Грудень | | | Січень | | | Лютий | | |
|--------------|---------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Волинська | -15 | -17 | -18 | -18 | -19 | -19 | -19 | -18 | -15 |
| Рівненська | -14 | -17 | -17 | -18 | -19 | -19 | -19 | -18 | -14 |
| Житомирська | -13 | -14 | -13 | -18 | -19 | -19 | -19 | -17 | -14 |
| Київська | -15 | -16 | -17 | -19 | -19 | -20 | -20 | -19 | -15 |
| Чернігівська | -16 | -18 | -18 | -19 | -20 | -21 | -21 | -19 | -17 |

Джерело: авторські дослідження.

Була розрахована імовірність абсолютних мінімумів на глибині вузла кущіння по областях Полісся. Встановлено, що імовірність дуже низьких абсолютних мінімумів $-21...-25$ °С становить біля 8 % в Чернігівській області, Київській і Житомирській – 7 % та 5 % у Рівненській та Волинській. Імовірність абсолютних мінімумів на рівні критичної температури вимерзання $-16...-20$ °С становить відповідно 14 % та 13 %.

Для умов перезимівлі зернових культур велику роль відіграє сніговий покрив. В областях Полісся стійкий сніговий покрив утворюється наприкінці грудня і звільняє поля від снігу в середині березня. По роках дати встановлення і звільнення полів від снігу коливаються як і коливається потужність снігового покриву. В деякі роки сніговий покрив не забезпечує збереження озимих від вимерзання у зв'язку з його нерівномірним розподілом по полях.

Пошкодження озимої пшениці від вимерзання в Поліській зоні частіше спостерігаються в Чернігівській, північних районах Сумської і Київської областей. В і інших областях Полісся пошкодження озимої пшениці від вимерзання спостерігається раз у 7–8 років. Високий сніговий покрив (товщина снігу більше 30 см) і тривале його залягання в купі з прохолодною тривалою весною спричиняють пошкодження посівів озимої пшениці від випрівання і вимокання, яке спостерігається в областях Полісся один раз у 6 років.

В умовах глобального потепління, яке спостерігається під впливом змін клімату, відбуватимуться зміни умов перезимівлі озимої пшениці. Аналіз тенденції зміни клімату і їх вплив на перезимівлю озимої пшениці виконувався шляхом порівняння даних середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників перезимівлі і показників розрахованих за кліматичними сценаріями RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, та RCP8.5 за періоди: 1980–2010 рр. (середньо багаторічний період), 2021–2050 рр. (сценарний період). Для розрахунків була

використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [379, с. 198].

Для оцінки умов перезимівлі базова модель була доповнена параметрами, що будуть характеризувати умови перезимівлі озимої пшениці: середня із мінімальних температур за листопад; сума температур нижче 0 °С за листопад-грудень; мінімальна температура повітря за грудень-лютий; максимальна глибина промерзання ґрунту; максимальна висота снігового покриву. Введення цих параметрів дає можливість розрахувати: кількість рослин на 1 м², куцистість озимої пшениці; критичну температуру вимерзання; коефіцієнт морозонебезпечності; зрідженість озимої пшениці

Коефіцієнт морозонебезпечності запропонований В. М. Лічикаки розраховується як відношення температури ґрунту на глибині вузла куціння до критичної температури вимерзання.

Була встановлена зрідженість рослин озимої пшениці на 1 м² від значення коефіцієнта небезпечності [380, с. 136].

K = 0,5–0,75 – зрідженість 1–20 %, K = 0,76–0,87 – зрідженість – 21–40 %, K = 0,88–0,96 – зрідженість – 41–60 %, K = більше 0,97–зрідженість більше 60 % [380, с. 136].

Розрахунки за сценаріями змін клімату показали, що за двома сценаріями RCP2.6 і RCP6,0 середні за місяць температури повітря очікуватимуться вищими середніх багаторічних впродовж всієї зими майже на 2 °С, за сценарієм RCP4.5 вони теж будуть вищими середніх багаторічних, але відхилення не перевищуватиме 1–1,5 °С (табл. 3).

3. Порівняння середніх місячних температур повітря базового періоду з розрахованими за різними сценаріями на період 2021–2050 рр.

| Період | Грудень | | | Січень | | | Лютий | | |
|-----------------|---------|------|------|--------|------|------|-------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Житомир | | | | | | | | | |
| 1980–2010 рр. | -2,7 | -3,6 | -4,5 | -1,3 | -3,0 | -4,7 | 0,7 | 1,2 | 1,5 |
| RCP2.6 | -0,4 | -2,0 | -3,6 | -0,4 | -1,7 | -3,0 | 0,7 | 1,2 | 1,5 |
| RCP4.5 | -1,6 | -2,7 | -3,8 | -3,0 | -3,6 | -4,2 | 0,0 | 0,1 | 0,2 |
| RCP6.0 | 0,9 | -2,2 | -4,4 | 0,4 | -0,8 | -3,0 | 2,3 | 3,4 | 4,5 |
| RCP8.5 | -3,6 | -4,5 | -5,4 | -3,0 | -3,2 | -3,4 | -0,8 | 0,3 | 1,2 |
| Чернігів | | | | | | | | | |
| 1980–2010 рр. | -3,8 | -4,5 | -5,4 | -3,0 | -3,9 | -4,8 | -0,2 | 0,3 | 1,4 |
| RCP2.6 | -1,2 | -3,6 | -5,2 | -1,7 | -2,6 | -3,5 | -0,2 | 0,3 | 1,4 |
| RCP4.5 | -2,6 | -3,8 | -4,9 | -3,6 | -4,5 | -5,1 | -0,1 | 0,1 | 1,0 |
| RCP6.0 | -1,4 | -2,3 | -4,6 | -0,8 | -1,7 | -2,6 | 1,4 | 2,3 | 3,6 |
| RCP8.5 | -3,5 | -4,6 | -5,1 | -3,2 | -4,1 | -5,0 | -1,7 | -0,4 | 1,3 |

Джерело: авторські дослідження.

³⁷⁹ Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорология, климатология и гидрология*. 2004. Вып. 48. С. 195–205.

Умови перезимівлі будуть визначатись наявністю і висотою снігового покриву. За середній багаторічний період за зиму накопичується сума від'ємних температур $-307\text{ }^{\circ}\text{C}$ в центральному і західному Поліссі і $-380\text{--}367\text{ }^{\circ}\text{C}$ – в східному (табл. 4).

4. Середні багаторічні температурні показники за період з температурою повітря нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ та розраховані за сценаріями

| Період | Дата переходу температури повітря через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | | Тривалість періоду з температурою нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, дні | Дата встановлення і сходу снігу | | Сума від'ємних температур за період, $^{\circ}\text{C}$ | Середня температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ | | Амплітуда температур, $^{\circ}\text{C}$ |
|---------------|---|-------|---|---------------------------------|-------|---|---|-------|--|
| | осінь | весна | | осінь | весна | | січня | липня | |
| Чернігів | | | | | | | | | |
| 1980–2010 рр. | 5.12 | 9.03 | 102 | 17.12 | 16.03 | -367,2 | -3,6 | 19,1 | 22,7 |
| RCP2.6 | 5.12 | 3.03 | 87 | 19.12 | 16.03 | -226,2 | -2,6 | 22,0 | 24,5 |
| RCP4.5 | 7.12 | 21.03 | 104 | 17.12 | 14.03 | -353,0 | -3,4 | 19,1 | 22,5 |
| RCP6.0 | 3.12 | 28.02 | 86 | 22.12 | 15.03 | -226,0 | -2,2 | 22,0 | 24,1 |
| RCP8.5 | 1.12 | 6.03 | 94 | 23.12 | 14.03 | -385,4 | -4,1 | 18,6 | 22,5 |
| Житомир | | | | | | | | | |
| 1980–2010 рр. | 9.12 | 1.03 | 80 | 22.12 | 23.02 | -317,3 | -3,1 | 19,3 | 22,4 |
| RCP2.6 | 5.12 | 1.03 | 85 | 24.12 | 15.03 | -226,2 | -2,4 | 22,2 | 24,6 |
| RCP4.5 | 8.12 | 8.03 | 89 | 23.12 | 10.03 | -301,0 | -3,0 | 19,5 | 22,5 |
| RCP6.0 | 7.12 | 23.02 | 78 | 25.12 | 12.03 | -205,4 | -2,0 | 22,0 | 24,0 |
| RCP8.5 | 4.12 | 4.03 | 90 | 23.12 | 14.03 | -351,0 | -3,9 | 19,8 | 23,7 |

Джерело: авторські дослідження.

Потужність снігового покриву залежить від кількості опадів, які випадають за зимовий період. В середньому багаторічному в областях Полісся за зимовий період випадає 107 мм опадів. Розрахунки за сценаріями показали, що суми опадів взимку суттєво збільшаться в разі реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6.0 і становитимуть відповідно 168 і 175 середньої багаторічної величини. В разі реалізації сценаріїв зміни клімату RCP4.5 RCP8.5 опади очікуватимуться майже на рівні середніх багаторічних величин і становитимуть відповідно 105 та 109 % середньої багаторічної суми. Це дозволяє зробити висновок, що умови зимівлі за загальною характеристикою будуть близькими до середніх багаторічних. В той же час збільшення висоти снігового покриву в умовах реалізації сценаріїв RCP2.6 і RCP6.0 спричинить збільшення вірогідності випрівання і вимокання посівів озимої пшениці.

Окрім характеристик температури повітря і ґрунту на глибині вузла кушіння та суми опадів були розраховані і інші показники перезимівлі озимої пшениці, які очікуються в період 2021–2050 рр. (табл. 5) за найжорсткішим сценарієм зміни клімату RCP8.5.

Розрахунки показали, що і в майбутньому жорстокішими будуть умови перезимівлі озимої пшениці в центральному і східному Поліссі, де зрідженість сягатиме 15–22 %. Розраховані середні показники за період 2021–2050 рр. Звісно, що в окремі роки ці показники будуть змінюватись в ту, чи іншу сторону.

5. Розрахункові характеристики перезимівлі озимої пшениці в Поліссі за сценарієм RCP8.5

| № | Розрахункові характеристики | Області | | | | |
|---|--|-----------|------------|-------------|----------|--------------|
| | | Волинська | Рівненська | Житомирська | Київська | Чернігівська |
| 1 | Коеф.морозонебезпечності за В. М. Лічкакі (К) | 0,7 | 0,7 | 0,73 | 0,75 | 0,77 |
| 2 | Зрідженість озимих за зиму, % | 10,5 | 10,5 | 13,5 | 16,0 | 21,9 |
| 3 | Кількість стебел на 1 м ² на дату припинення вегетації восени | 792 | 787 | 791 | 794 | 796 |
| 4 | Кількість стебел на 1 м ² на дату початку вегетації весною | 702 | 704 | 708 | 698 | 688 |
| 5 | Критична температура вимерзання посівів | -15,7 | -15,7 | -16,3 | -18,0 | -18,7 |
| 6 | Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння, °С | -10,4 | -10,4 | -16,0 | -17,8 | -18,1 |

Деякою мірою це буде спричинятись окремими глибокими похолоданнями і нерівномірністю розподілу випадіння опадів і розподілу снігу на полях.

Кращими для перезимівлі очікуватимуться умови у Волинській, Рівненській областях. В Житомирській області умови перезимівлі визначатимуться станом озимих культур на припинення вегетації та розподілом снігу на полях.

Виконані розрахунки дозволяють зробити висновки, що морозонебезпечність для озимої пшениці значно знизиться в разі реалізації будь-якого із сценаріїв у порівнянні із середніми багаторічними даними. Але, поряд з тим, значне зростання сум опадів (на 68–70 %) за сценаріями RCP2.6 і RCP6.0 буде сприяти випріванню і вимоканню посівів. Вірогідність погіршення умов перезимівлі озимої пшениці в разі реалізації сценарію RCP8.5 в порівнянні із середніми багаторічними показниками буде незначно вищою тільки в Чернігівській області.