

of dynamics and reducing of the length of the favorable temperature conditions for the passing of the first phase of hardening by winter wheat plants of the Southern part of Ukraine is defined, which negatively affects on the formation of frost resistance. In the last decade in some years standard varieties of winter wheat by its frost resistance do not develop their inherent level of hardiness and sometimes they even change their rank. The varietal specificity of the rate of formation of frost resistance by winter wheat plants under different temperature and light conditions was found out.

Keywords: climate change, index of continentality, *Triticum aestivum* L., hardening, frost resistance.

Вступ. Важливо ланкою питання глобальних змін у кліматі є оцінка змін агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур і вплив цих змін на їх продуктивність. У зв'язку з підвищенням температури повітря Північної півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське виробництво до майбутніх змін клімату [2].

Підвищення приземної температури повітря, яке спостерігається останнім часом на території України, характеризується нерівномірністю: періоди різкого збільшення температури змінюються його уповільненням, або похолоданням. У такі періоди, на тлі загального потепління, відзначаються хвилі похолодання з заморозками, що представляє істотну небезпеку для сільського господарства. Крім того, важливою особливістю сучасного клімату України, яка має свій прояв в усі сезони року, є різкі перепади добових температур повітря в межах 10-15 °С протягом 1-2 діб. Такі умови суттєво впливають на процес підготовки озимих культур до несприятливих умов перезимівлі, внаслідок чого виникла необхідність проведення досліджень, спрямованих на пошук шляхів зменшення негативних наслідків змін клімату на продуктивність посівів озимої пшениці.

Матеріали та методи дослідження. Для оцінки континентальності клімату нами були проаналізовані дані середньомісячної температури повітря у період з 1980 по 2013 рр. по чотирьох станціях: Одеса, Миколаїв, Херсон та Запоріжжя. Індекс континентальності, що найбільш часто використовується для території Європи, був запропонований Горчинським [13, 14] і обчислюється за рівнянням:

$$k = \frac{1,74}{\sin \varphi} - 20,4, (1)$$

де k – індекс континентальності, %;

A - річна амплітуда температур, °С;

φ - географічна широта.

Річна амплітуда температур розраховувалася як різниця між середньомісячною температурою самого холодного (січень) і самого теплого (липень) місяців року. При опрацюванні даних використовувались математично-статистичні методи [12]. Для порівняння умов періодів осінньої вегетації та встановлення трендів у змінах температурних показників осіннього періоду нами були проаналізовані дані середньодобової температури за наступними періодами: 1983-1992 рр., 1993-2002 рр. та 2003-2012 рр. Дані оброблялися методом «залишків», розробленим А.В. Федоровим і Г.З. Венцкевичем [1].

В якості модельних були обрані 5 сортів озимої пшениці: Одеська 16, Одеська 267, Антонівка, Альбатрос одеський та Струмок, які характеризуються різним рівнем морозостійкості та потреби у тривалості вегетаційного періоду. Дослідні зразки були висіяні на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення у 2012 та 2013 роках. Повторність у досліді трикратна, площа посівної ділянки – 2 м². Сівба здійснювалась протрусним насінням сівалкою Дунаєвського на базі трактора Т-16. Восени здійснювалось підживлення рослин N₄₀P₄₀K₄₀ нітроамофоски [4].

Динаміку розвитку рослин та вмісту цукрів у вузлах кушіння визначали після появи першого листка. Проби відбирались раз на добу по 20 рослин кожного сорту. Вміст цукрів в рослинах озимої пшениці визначали антроновим методом [9]. Морозостійкість рослин у польовому досліді визначали способом пучків, а статичну морозостійкість визначали способом паперових рулонів [8].

Результати досліджень та обговорення. На тлі підвищення загального температурного фону осінне-зимового періоду суттєво зріс рівень його коливання, внаслідок чого спостерігаються часті довготривалі відлиги з різкими короточасними зниженнями температури, утворення льодової кірки, яка є додатковим фактором вимерзання та ін. [7]. Одним з основних показників, що визначає добові й річні амплітуди коливань температури повітря, вологості, а також кількості опадів є індекс континентальності клімату [6, 10]. Динаміка змін індексу континентальності з 1980 по 2012 роки та прогноз його зміни до 2035 року для Півдня України представлені на рисунку (рис. 1). Вихідні дані являють собою типовий часовий ряд або ряд динаміки. Одним з методів виявлення закономірностей часових рядів є парний кореляційно-регресійний аналіз [12]. При цьому за незалежну змінну x приймають час (роки), а за залежну y – значення параметра (індекс континентальності). В нашому випадку форма лінійного зв'язку буде описуватись у вигляді рівняння парної регресії, що має вигляд: $y_i = a_0 + a_1 x_i$, де y_i - предиктант (величина, що прогнозується, тобто індекс континентальності); x_i – факторна ознака (у нашому випадку - роки); a_0 – вільний член рівняння регресії; a_1 – коефіцієнт рівняння регресії.

Рівняння регресії по 4-м станціям Півдня України має наступний вид: $y_i = 0,27x_i - 502,5$. Як видно з рівняння, збільшення індексу континентальності за рік становить 0,27. Річний приріст незначний, але за весь період спостережень складає 8,64. При збереженні таких же темпів росту через 23 роки індекс континентальності збільшиться ще на 6,21.

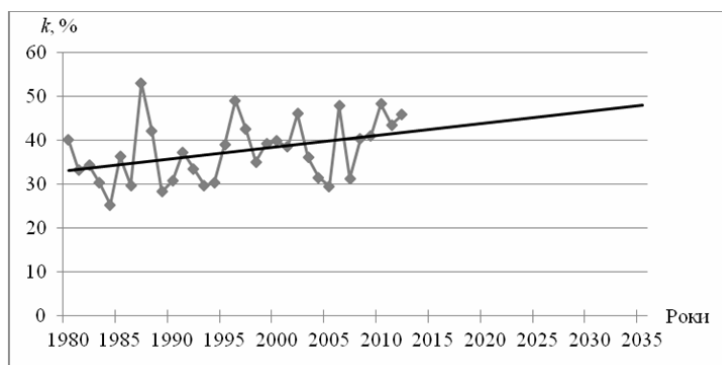


Рис.1. Багаторічна динаміка та прогноз змін індексу континентальності на території Півдня України

Суттєвих змін зазнали суми активних та ефективних температур за період сівба-припинення вегетації (табл.1., табл.2). Згідно літературних даних, рослинам озимої пшениці для формування восени 2-4 пагонів кущіння та найбільшої морозостійкості на Півдні України необхідно 50-65 днів при сумі активних температур 500-550 °С [3, 5, 11] та сумі ефективних температур 300-350 °С [4].

Осінній період за теплозабезпеченням, необхідним для вегетації посівів озимих, стає більш тривалим і більш теплим, за рахунок чого рослина отримує більш сприятливі умови для росту і розвитку. Спостерігається пізніший перехід середньодобової температури повітря через +5 °С (табл.1, 2).

Таблиця 1. Середні суми активних температур за період «сівба – припинення осінньої вегетації» рослин озимої пшениці за різних строків сівби, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1983-1992	692,9	609,5	528,4	449,6	379,3	316,3	249,7	195,1
1993-2002	743,2	649,5	568,8	494,4	422,0	358,2	294,4	230,9
2003-2012	832,7	746,2	658,1	572,2	486,7	409,9	339,2	286,0

Таблиця 2. Середні суми ефективних температур за період «сівба – припинення осінньої вегетації» рослин озимої пшениці за різних строків сівби, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1983-1992	422,9	365,8	308,9	254,8	208,3	168,6	126,2	94,5
1993-2002	440,3	377,7	322,0	271,0	223,8	185,2	145,6	106,1
2003-2012	511,5	447,4	386,4	325,7	265,1	213,4	167,6	137,6

Аналіз місячної кількості опадів за осінній період не виявив явної тенденції до їх зменшення. У середньому, відхилення суми опадів від норми за періодами є незначним (рис. 2). Наприклад, в середньому у вересні за три часові періоди сума опадів складала 80 %, 132% та 98% від норми відповідно. У жовтні сума опадів складала 100%, 74% та 123% від норми відповідно. В той же час, у листопаді сума опадів дорівнювала 63%, 137% та 85% від норми.

Важливою характеристикою погодних умов є розподіл опадів у часі. На Півдні України спостерігається тенденція до збільшення кількості неефективних дощів та злив. Якщо місячна норма опадів випадає за 1-2 дні, то для сільськогосподарського виробництва такі опади є малоефективними.

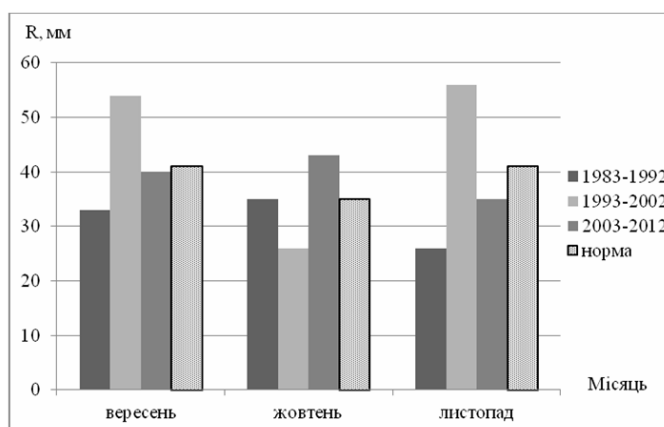


Рис.2. Місячні суми опадів в осінній період по періодам

В результаті проведених досліджень термічного режиму виявлено скорочення тривалості температурних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування до несприятливих умов зимівлі рослинами озимої пшениці в Одеській області з 49 діб (1980-1992 рр.) до 35 (1993-2012 рр.). Виявлена тенденція збільшення флуктуацій динаміки тривалості сприятливого температурного режиму для проходження першої фази загартування (рис. 3). Так, 80-ті роки ХХ ст. характеризуються незначними

ФОРМУВАННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ РОСЛИНАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ПІД ВПЛИВОМ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

коливаннями температурного фону, які становили $\pm 15...20$ діб. На початку ХХІ ст., на фоні зменшення тривалості погодних умов, сприятливих для проходження загартування, коливання становлять $\pm 25...30$ діб.

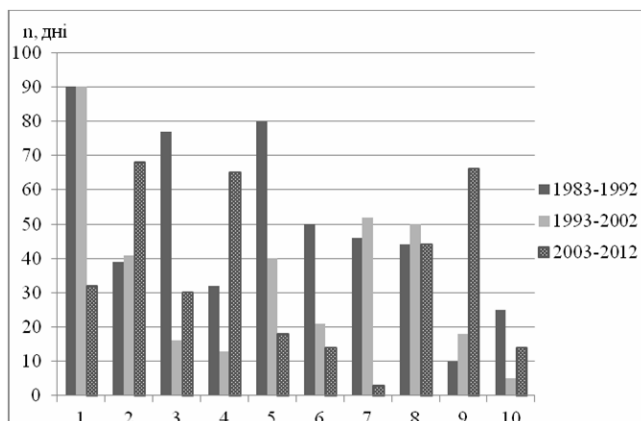


Рис.3. Динаміка флуктуацій тривалості першої фази загартування по періодам в Одеській області

Дослідження впливу зміни погодних умов на формування морозостійкості рослинами озимої пшениці проводили в 2012 та 2013 роках, які були контрастними за тривалістю першої фази загартування (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив тривалості першої фази загартування на формування морозостійкості рослинами озимої пшениці в природних умовах, (середнє по п'яти сортах)

Рік	Тривалість I фази загартування, діб	Фаза розвитку	Кількість цукрів у вузлах кущіння, %	Рівень сформованої морозостійкості*, %
2012	8	2-3 пагони кущіння	37 \pm 1	34 \pm 4
2013	43	3-5 пагони кущіння	61 \pm 1	94 \pm 2

* - відсоток живих рослин після проморожування при -13°C

Згідно наведених даних, у 2012 році, перед настанням перших суттєвих морозів, що досягали відмітки -11°C , рослини озимої пшениці мали лише 8 діб з погодними умовами сприятливими для проходження першої фази загартування. Пряме проморожування рослин з поля у морозильних камерах показало, що вплив температури -13°C на глибині вузла кущіння протягом 24 годин призвів би до загибелі понад 60 % посівів озимої пшениці. Схожа ситуація спостерігалась протягом зимівлі 2002-2003 рр., коли рослини мали лише п'ять діб для проходження першої фази загартування, що призвело до втрат майже 70 % посівних площ озимих культур вже після дії морозів $-15...-17^{\circ}\text{C}$.

У 2013 році погодні умови були сприятливими для проходження першої фази загартування рослинами озимої пшениці, внаслідок чого було накопичено достатню кількість розчинних вуглеводів, що дозволило їм сформувати високий рівень морозостійкості.

У польовому досліді 2013 року дрібно добирали рослини у фазі 2-5 пагонів кущіння після настання погодних умов, сприятливих для проходження загартування (табл. 4).

Таблиця 4. Морозостійкість* сортів озимої пшениці при різній тривалості першої фази загартування, % живих рослин

Сорт	Морозостійкість на 8 добу загартування	Морозостійкість на 15 добу загартування	Морозостійкість на 30 добу загартування	Статична морозостійкість, бал
Одеська 16	30	68	96	9
Лузанівка од.	37	72	91	8
Антонівка	40	55	65	5
Альбатрос од.	39	53	63	5
Струмок	28	36	41	3

* - проморожування при -13°C

Результати дослідів показують суттєвий сортовий поліморфізм реакції на тривалість першої фази загартування. Так, сорт Струмок вже на 8 добу загартування формує 68 % від максимально сформованої у досліді морозостійкості, в той час як екстенсивний сорт Одеська 16 досягає цього значення лише на п'ятнадцяту добу, після чого продовжує підвищувати морозостійкість ще на 30 %.

В останнє десятиріччя сорти-еталони за морозостійкістю в окремі роки не проявляють притаманного їм рівня стійкості, а іноді навіть змінюють свій ранг. Як видно з таблиці 4, в польових умовах при 8-добовому загартуванні рівень пошкодження сорту Струмок (3 бал морозостійкості) та Лузанівка одеська (8 бал морозостійкості) буде приблизно однаковим, через недостатню тривалість погодних умов, сприятливих для реалізації генетичного потенціалу більш морозостійкого сорту.

Сучасні сорти селекції СГІ-НЦНС характеризуються достатньо високими показниками стартової швидкості загартування, які складають біля 60 % від максимально сформованої у досліді морозостійкості. Але і серед них спостерігаються суттєві варіації цього показника, які коливаються від 40 до 68 %.

Таким чином, враховуючи наведені розрахунки тенденцій змін погодних умов осінне-зимового періоду Півдня України перспективним напрямком стабілізації виробництва зерна озимої пшениці є створення

сортів, які найбільш ефективно використовують лімітовані умови, сприятливі для підготовки до перезимівлі.

Висновки. За весь період спостережень збільшення індексу континентальності на Півдні України в середньому склало 8,64. Розрахунок лінії тренду індексу континентальності показав імовірність його підвищення до 2035 року на 6,21.

Аналіз кількості опадів восени за останні тридцять років не виявив тенденції до їх зменшення відносно багаторічної норми.

Осінній період за теплозабезпеченістю періоду активної вегетації посівів озимих стає більш тривалим і теплим, що призводить до необхідності оптимізації строків сівби.

Виявлена тенденція збільшення флуктуацій динаміки та скорочення тривалості сприятливого температурного режиму для проходження першої фази загартування рослинами озимої пшениці на Півдні України, що негативно відбивається на формуванні морозостійкості.

У погодних умовах, що формуються на території Півдня України, одним зі шляхів вирішення проблеми стабілізації врожайності озимої пшениці є підвищення адаптивного потенціалу рослин за рахунок збільшення темпів осіннього загартування.

Джерела та література:

1. Венцкевич Г. З. Агрометеорология: учебное пособие для гидрометеорологических техникумов / Венцкевич Г. З. – Л : Гидрометиздат, 1958. – 375 с.
2. Вольвач О. В., Полевой А. Н., Дронова Е. А. Оценка влияния изменения агроклиматических условий вегетационного периода на продуктивность озимой пшеницы и гороха в Украине при реализации сценария GFDL-30% // Труды ВНИИСХМ. – 2013. – Вып. 38. – С. 222–233.
3. Маклаидуев Х. А., Ханкев Ю. Д. Влияние сроков сева и норм высева на урожай и качество зерна твердой пшеницы // Зерновые культуры. – 1997. – №1. – С. 4–5.
4. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : Монографія. – Х. : Олдіплюс, 2011.– 352 с.
5. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці : Монографія. – Х. : Айлант, 2002. – 263 с.
6. Рубинштейн Е. С. О влиянии распределения океанов и суши на земном шаре. // Известия Всесоюзного географического общества. – 1953. – т. 85, № 4.
7. Феоктістов П. О., Блищик Д. В., Нагуляк О. І. Вплив змін погодних умов на формування морозостійкості рослин озимої пшениці в Одеській області // Насінництво. – 2013. – №6. – С. 7–9.
8. Феоктістов П. О., Гаврилов С. В., Ляшок А. К., Григорюк І. П., Мельничук М. Д. Методологічні принципи оцінки озимої пшениці на терморезистентність в умовах півдня України (методичні рекомендації). – К. : Видавничий центр НАУ, 2006. – 31 с.
9. Филиппович Ю. Б. и др. Практикум по общей биохимии : Учеб. пособие для студентов хим. специальностей пед. ин-тов // Под общ. ред. Ю. Б. Филипповича. – М. : Просвещение, 1975. – 318 с.
10. Хромов С. Г. К вопросу о континентальности климата // Известия Всесоюзного географического общества, 1957, т. 89, № 3. – С. 221–225.
11. Четверик О. М. Вплив строків сівби та погодних умов осіннього періоду вегетації на перезимівлю та урожайність пшениці м'якої озимої // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – Вип.10. – С. 265–273.
12. Школьный Е. П., Лоева И. Д., Гончарова Л. Д. Обработка и анализ гидрометеорологической информации. – Одесса, 2000. – 600 с.
13. Hela, I. Regional distribution of the continentality in the climate of the oceans // Geophysica. – 1953. –№4. – P. 41–47.
14. Kateřina Mikolášková. A regression evaluation of thermal continentality // Sborník české geografické společnosti. – 2009. – №4. – P. 350–362.