


УДК 633.11:631.526.32.632.11.5.581.143

## Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями

Пірич А.В.<sup>1</sup> , Юрченко Т.В.<sup>1</sup> , Коляденко С.С.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

<sup>2</sup> Український інститут експертизи сортів України

 Пірич А.В. [alina22pirych@gmail.com](mailto:alina22pirych@gmail.com)



Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 124–131.

Pirych A.V., Jurchenko T.V., Kolyadenko S.S. Morozostijikist' pshenyци m'jakoї ozymoї ta її' zv'jazok z morfologichnymy osoblyvostjamy. Zbirnyk naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. № 2. pp. 124–131.

Рукопис отримано: 18.05.2020 р.

Прийнято: 01.06.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-124-131

Останніми роками спостерігаються значні зміни погодних умов у період росту та розвитку пшениці.

Мета дослідження – встановити зв'язок між рівнем морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої та їх морфологічними особливостями.

Дослідження проводили в 2016–2019 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Матеріалом для дослідження були 19 сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. Морозостійкість рослин визначали за ДСТУ 4749:2007, який передбачає проморожування рослин пшениці у камерах за температури мінус 18 та мінус 20 °С, з попереднім загартуванням рослин на відкритому майданчику. За еталон морозостійкості використовували високоморозостійкий сорт пшениці Миронівська 808. Достовірність отриманих даних перевіряли за критерієм Фішера. Морфологічне оцінювання стану рослин проводили восени після припинення вегетації та навесні після її відновлення згідно з методикою Ф.М. Куперман.

Роки досліджень характеризувалися контрастними погодними умовами. Встановлено, що більшість сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції мають високий та середній рівні морозостійкості. За роки досліджень приріст конуса наростання у вузлі куштиння в сорту-еталону Миронівська 808 варіював від 0,01 до 0,42 мм. У досліджуваних сортів приріст конуса наростання коливався в межах 0–0,10 мм (2016–17 рр.), 0,35–0,68 мм (2017–18 рр.) і 0,03–0,32 мм (2018–19 рр.).

За оцінкою морозостійкості виділено сорти пшениці м'якої озимої, у яких відсоток живих рослин за роки досліджень перевищує сорт-еталон Миронівська 808 або знаходиться на його рівні. До високоморозостійких належать сорти пшениці м'якої озимої МІП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, МІП Ассоль. Сорти МІП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка та МІП Ассоль в середньому за роки досліджень мали приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808. Установлено варіювання сили та напряму зв'язків між рівнем морозостійкості та морфологічними показниками (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на момент припинення та відновлення вегетації пшениці озимої.

**Ключові слова:** пшениця озима, сорт, морозостійкість, ріст, розвиток, конус наростання.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Озима пшениця – одна з головних зернових культур. Останніми роками спостерігаються значні зміни погодних умов упродовж осіннього періоду, які суттєво впливають на перезимівлю рослин пшениці озимої [1–3].

Встановлено, що під дією холоду в листках рослин пшениці виникає комплекс структурно-функціональних змін фотосинтетичного апарату, унаслідок чого вже в перші години загартування в клітинах мезофілу починають формуватися хлоропласти крупніших розмірів. На-

слідком таких змін є повне припинення росту пшениці на початковому етапі загартування та часткове відновлення росту листків після набуття рослинами максимальної холодостійкості [4].

Різноманіття чинників, що згубно впливають на рослини впродовж зими, зумовлюють необхідність створення сортів, які б мали комплексну стресостійкість та високий адаптивний потенціал [5].

Відлиги, які регулярно спостерігаються впродовж зими, сприяють росту конуса наростання у вузлі кущіння. За таких умов до кінця зими, за приростом конуса наростання, можливий перехід рослин на III етап органогенезу, що значно знижує зимостійкість посівів, а повернення низьких температур може спричинити зрідження посівів [6].

Ф.М. Куперман відмічала, що саме від стану конуса наростання залежить життєздатність рослини, ріст і розвиток колоса та його продуктивність. Рослини, які входять у зиму на II етапі органогенезу з розмірами конуса наростання 0,25–0,35 мм, значно легше переносять надлишковий сніговий покрив і низькі температури (мінус 18 – 22 °С) [7].

Встановлено, що високоморозостійкі сорти пшениці м'якої озимої перед входженням у зиму мають мінімальну довжину конуса наростання, а в слабоморозостійких вона досягає найбільших розмірів (0,35 – 0,55 мм) [8].

Рослини, які поєднують значну затримку розвитку восени з прискоренням його темпу навесні, можуть бути достатньо морозостійкими та продуктивними водночас [9]. За довжиною конуса наростання рослин пшениці м'якої озимої можна визначити не лише рівень морозостійкості, а й продуктивність [10].

Слід відмітити, що характер і швидкість проходження етапів органогенезу значною мірою визначаються генетичними особливостями рослин і рівнем оптимізації чинників довкілля [11]. Встановлено, що дефіцит вологи в осінній період спричиняє пізню появу сходів [12]. На інтенсивність розвитку озимої пшениці восени і формування морозостійкості у цей період значно впливає рівень яровизації [13], не виключається і вплив фотоперіодичної чутливості рослин [14, 15]. Враховуючи зазначене вище, виникає доцільність у проведенні оцінювання морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої, а також визначенні морфологічного стану рослин після припинення та відновлення вегетації.

**Мета дослідження** – встановити зв'язок між рівнем морозостійкості сортів пшениці м'якої озимої та їх морфологічними особливостями.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в 2016–2019 рр. в умо-

вах Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (МІП). Матеріалом для дослідження були 19 сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції: Березиня миронівська, Горлиця миронівська, Господиня миронівська, МІП Вишиванка, Трудівниця миронівська, МІП Валенсія, Миронівська слава, МІП Княжна, Легенда Миронівська, Оберіг Миронівський, Світанок Миронівський, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, Грація миронівська, МІП Ассоль, Балада миронівська, Подолянка (стандарт). Морозостійкість рослин визначали за ДСТУ 4749:2007, який передбачає проморожування рослин пшениці у камерах КНТ-1 за температури мінус 18 та мінус 20 °С, з попереднім проходженням фази загартування рослин на відкритому майданчику. За еталон морозостійкості використовували високоморозостійкий сорт пшениці Миронівська 808 [16]. Достовірність отриманих даних перевіряли за критерієм Фішера [17]. Морфологічне оцінювання стану рослин проводили восени після припинення осінньої вегетації та навесні після відновлення весняної вегетації згідно з методикою [18, 19].

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за наступною градацією: за значення коефіцієнта кореляції ( $r$ )  $< 0,3$  – зв'язок слабкий;  $r = 0,3 - 0,7$  – середній;  $r = \leq 0,7$  – сильний [17].

**Результати дослідження та обговорення.** Загартування рослин значно підвищує їх стійкість до негативного впливу погодних умов, які складаються впродовж зимового періоду [20]. Хахула В. С. зі співавторами зазначають, що в Україні слід вирощувати сорти пшениці озимої із середнім рівнем морозостійкості, тобто такі, що витримують температуру на вузлі кущіння до мінус 17,5–18,0 °С, за сприятливих умов загартування [21].

Морозостійкість сорту-еталону Миронівська 808 в роки досліджень варіювала від 56,7 до 94,7 % за температурного режиму проморожування мінус 18 °С та 34,7–87,0 % – за мінус 20 °С, відповідно (табл. 1). Високий рівень морозостійкості у 2016 р. виявлено у сортів Легенда Миронівська та Трудівниця миронівська, відсоток живих рослин яких перевищував сорт-еталон за температури мінус 18 °С та був на його рівні за проморожування рослин за мінус 20 °С. На рівні еталону за двох температур проморожування, з відсотком живих рослин 47,6 та 40,5 %, виділився сорт МІП Княжна. У сорту МІП Валенсія відсоток живих рослин знаходився на рівні сорту Миронівська 808 за температури мінус 18 °С. Отже, за результатами оцінювання морозостійкості у 2016 р. найвищий рівень цієї ознаки виявлено у сортів Легенда Миронівська, Трудівниця миронівська та МІП Княжна.

Таблиця 1 – Морозостійкість сортів пшениці м'якої озимої

Сорт	Кількість живих рослин ( $\pm S$ ), % після проморожування					
	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C
	2015–16 pp.		2016–17 pp.		2017–18 pp.	
Берегиня МИР	25,0 $\pm$ 4,9	5,6 $\pm$ 2,7	92 $\pm$ 3,1*	40 $\pm$ 5,4	86 $\pm$ 4,0*	29 $\pm$ 5,5*
Горлиця МИР	21,4 $\pm$ 5,1	20,3 $\pm$ 5,5	82 $\pm$ 4,4	29 $\pm$ 5,3	79 $\pm$ 4,8*	37 $\pm$ 5,6*
Господиня МИР	41,5 $\pm$ 5,5	34,2 $\pm$ 5,5*	92 $\pm$ 4,2*	82 $\pm$ 3,1*	96 $\pm$ 2,3**	74 $\pm$ 4,8*
МПП Вишиванка	38,1 $\pm$ 5,3	20,5 $\pm$ 4,5	87 $\pm$ 3,9*	83 $\pm$ 4,3*	78 $\pm$ 4,8*	29 $\pm$ 5,2
Трудівниця МИР	76,8 $\pm$ 4,7**	38,4 $\pm$ 5,7*	76 $\pm$ 5,2*	50 $\pm$ 6,0	82 $\pm$ 4,4*	63 $\pm$ 5,4*
МПП Валенсія	58,6 $\pm$ 5,3*	9,9 $\pm$ 3,5	57 $\pm$ 6,4	30 $\pm$ 5,3	96 $\pm$ 2,2**	64 $\pm$ 5,4*
МИР слава	34,1 $\pm$ 5,1	0,0	65 $\pm$ 5,5	68 $\pm$ 5,4*	67 $\pm$ 5,4	32 $\pm$ 5,3
МПП Княжна	47,6 $\pm$ 5,6*	40,5 $\pm$ 5,5*	70 $\pm$ 5,5	60 $\pm$ 5,6	91 $\pm$ 3,2**	75 $\pm$ 5,0**
Легенда МИР	71,1 $\pm$ 5,0**	26,7 $\pm$ 5,1*	69 $\pm$ 5,4	61 $\pm$ 5,8	75 $\pm$ 3,4*	49 $\pm$ 4,0*
Оберіг МИР	34,2 $\pm$ 5,4	17,1 $\pm$ 4,4	69 $\pm$ 5,5	42 $\pm$ 5,8	80 $\pm$ 4,3*	73 $\pm$ 5,0*
Світанок МИР	1,7 $\pm$ 1,7	0,0	41 $\pm$ 6,5	31 $\pm$ 5,7	65 $\pm$ 5,7	15,0 $\pm$ 5,7
МИР 808, еталон	56,7 $\pm$ 5,5	40,5 $\pm$ 5,7	87 $\pm$ 1,6	82 $\pm$ 4,2	79,3 $\pm$ 4,4	57,3 $\pm$ 5,4

**Примітка:** МИР – миронівська (-ий); \*морозостійкість сорту не різниться достовірно від морозостійкості сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера; \*\* морозостійкість сорту достовірно перевищує морозостійкість сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера.

У 2017 р. відсоток живих рослин у сортів Господиня миронівська та МПП Вишиванка був на рівні еталону Миронівська 808 за двох температур проморожування, а у сортів Берегиня миронівська та Трудівниця миронівська – лише за температури мінус 18 °C.

За результатами оцінювання морозостійкості у 2018 р. виділено ряд сортів з високим рівнем морозостійкості: МПП Княжна, Господиня миронівська, МПП Валенсія, Берегиня миронівська, Трудівниця миронівська, Оберіг Миронівський, Горлиця миронівська, Легенда Миронівська, відсоток живих рослин, яких достовірно перевищував або був на рівні сорту-еталону.

У 2016–17 вегетаційних роках у дослідження було залучено нові сорти пшениці

м'якої озимої: Естафета миронівська, Вежа миронівська, МПП Дніпрянка, Грація миронівська, МПП Ассоль, Балада миронівська. За даними оцінювання морозостійкості виявлено, що новостворені сорти миронівської селекції відзначаються високим відсотком живих рослин за критичних температур проморожування впродовж років досліджень (табл. 2).

Отже, за оцінкою морозостійкості виділено цінні сорти пшениці м'якої озимої, відсоток живих рослин яких за роки досліджень перевищує або знаходиться на рівні сорту-еталону Миронівська 808. Сорти пшениці МПП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська,

Таблиця 2 – Морозостійкість сортів пшениці м'якої озимої

Сорт	Кількість живих рослин ( $\pm S$ ), % після проморожування					
	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C	-18 °C	-20 °C
	2016–17 pp.		2017–18 pp.		2018–19 pp.	
Естафета МИР	99 $\pm$ 1,1**	91 $\pm$ 3,3*	98 $\pm$ 1,6**	59 $\pm$ 5,6	100 $\pm$ 0*	26 $\pm$ 4,8*
Вежа МИР	90 $\pm$ 3,4*	76 $\pm$ 4,8*	91 $\pm$ 3,2**	65 $\pm$ 5,2*	99 $\pm$ 1,1*	29 $\pm$ 5,0*
МПП Дніпрянка	93 $\pm$ 2,9*	73 $\pm$ 4,9*	96 $\pm$ 2,2**	77 $\pm$ 4,6*	100 $\pm$ 0*	51 $\pm$ 5,5*
Грація МИР	85 $\pm$ 4,0*	80 $\pm$ 4,4*	68 $\pm$ 5,4*	47 $\pm$ 5,4*	85 $\pm$ 4,0	22 $\pm$ 4,6
МПП Ассоль	96 $\pm$ 2,6*	94 $\pm$ 2,2**	88 $\pm$ 3,8*	66 $\pm$ 5,3**	90 $\pm$ 3,4*	51 $\pm$ 5,5**
Балада МИР	74 $\pm$ 4,9*	61 $\pm$ 5,5	80 $\pm$ 4,8*	71 $\pm$ 5,2**	93 $\pm$ 2,9	26 $\pm$ 4,9
Подольянка	86 $\pm$ 2,7*	81 $\pm$ 3,0*	75 $\pm$ 3,0*	52 $\pm$ 3,5*	80 $\pm$ 2,9	66 $\pm$ 3,3
МИР 808, еталон	87 $\pm$ 1,6	82 $\pm$ 4,2	79,3 $\pm$ 4,4	57,3 $\pm$ 5,4	94,7 $\pm$ 2,1	34,7 $\pm$ 5,2

**Примітка:** МИР – миронівська; \*морозостійкість сорту не різниться достовірно від морозостійкості сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера; \*\* морозостійкість сорту достовірно перевищує морозостійкість сорту Миронівська 808 за критерієм Фішера.

МІП Дніпрянка, МІП Ассоль належать до високomorозостійких сортів.

Стан рослин перед входженням у зиму є одним із важливих чинників, від якого залежить продуктивність пшениці озимої, який визначається тривалістю осіннього періоду вегетації рослин і метеорологічними умовами року [22]. Погодні умови в осінньо-весняний період за роки досліджень були досить контрастними для вивчення розвитку рослин на початкових етапах органогенезу. Внаслідок дефіциту вологи й коливання температури повітря, рослини в період 2016–17 рр. увійшли в зиму на І етапі органогенезу, відновили вегетацію на І і II етапах. У 2017–18 рр. – увійшли в зиму на І етапі, відновили на II і III етапах, 2018–19 рр. – увійшли на II етапі, відновили вегетацію на II–початку III етапу органогенезу. За результатами морфологічного аналізу сорт-еталон високої морозостійкості Миронівська 808 характеризується сповільненим темпом розвитку рослин навесні і відповідно має найменший розмір конуса наростання. Так, за роки досліджень приріст конуса наростання у сорту Миронівська 808 варіював від 0,01 до 0,42 мм (табл. 3), тим часом у досліджуваних сортів приріст конуса наростання коливався в межах 0–0,10 мм (2016–17 рр.), 0,35–0,68 мм (2017–18 рр.) і 0,03–0,32 мм (2018–19 рр.). Найменший приріст

конуса наростання відмічено у сортів МІП Вишиванка (0,02–0,42 мм), Грація миронівська (0–0,35 мм), Трудівниця миронівська (0,05–0,48 мм), Оберіг Миронівський (0,02–0,48 мм), а найбільший – у сортів Господиня миронівська (0,10–0,62 мм), МІП Дніпрянка (0,09–0,68 мм) та стандарт Подолянка (0,01–0,65 мм).

Сорти з високим рівнем морозостійкості: Трудівниця миронівська, МІП Княжна, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МІП Дніпрянка, МІП Ассоль мали в середньому за роки досліджень приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808.

Для виявлення зв'язку між морозостійкістю рослин та морфологічними особливостями було проведено кореляційний аналіз. Як показник, що характеризує ріст і розвиток рослин в осінній та весняний періоди використовували висоту рослин та довжину конуса наростання у вузлі кушіння. Висота рослин на момент припинення вегетації за роки досліджень варіювала від 6,3 до 11,5 см у 2016–17 рр., 13,0–24,0 см у 2017–18 рр. та 19,1–25,0 см у 2018–19 вегетаційних роках. Тимчасом у сорту-еталону Миронівська 808 висота рослин становила 9,8 см, 18,4, та 23,2 см у 2016/17 – 2018/19 роках відповідно.

У 2016–17 рр. виявлено (табл. 4) сильний та середній негативний зв'язок довжини кону-

Таблиця 3 – Приріст конуса наростання у рослин пшениці м'якої озимої

Сорт	2016–17 рр.	2017–18 рр.	2018–19 рр.	Середній приріст конуса наростання за роки досліджень, мм
Берегиня МИР	0,02	0,48	0,18	0,23
Горлиця МИР	0,09	0,48	0,13	0,23
Господиня МИР	0,10	0,62	0,32	0,35
МІП Вишиванка	0,02	0,42	0,12	0,19
Трудівниця МИР	0,05	0,48	0,12	0,22
МІП Валенсія	0,08	0,51	0,10	0,23
МИР слава	0,06	0,49	0,13	0,23
МІП Княжна	0,02	0,55	0,11	0,23
Легенда МИР	0,01	0,56	0,08	0,22
Оберіг МИР	0,02	0,36	0,14	0,17
Світанок МИР	0,01	0,68	0,14	0,28
Естафета МИР	0,05	0,53	0,15	0,24
Вежа МИР	0,08	0,47	0,09	0,21
МІП Дніпрянка	0,09	0,68	0,11	0,29
Грація МИР	0,00	0,35	0,12	0,16
МІП Ассоль	0,05	0,48	0,14	0,22
Балада МИР	0,09	0,52	0,03	0,21
Подолянка, стандарт	0,01	0,65	0,14	0,27
МИР 808, еталон	0,01	0,42	0,09	0,17
Середнє значення показника	0,05	0,51	0,13	0,23
max	0,10	0,68	0,32	0,35
min	0,00	0,35	0,03	0,16
НІР <sub>05</sub>	0,01	0,10	0,9	0,10

Примітка: МИР – миронівська (-ий).

Таблиця 4 – Коефіцієнти лінійної кореляції між відсотком живих рослин після проморожування та морфологічними показниками

Ознака	Висота рослин, см		Довжина конуса наростання, мм	
	осінь*	весна**	осінь	весна
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2016–17 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	0,2 ± 0,24	0,3 ± 0,23	-0,7 ± 0,18	-0,3 ± 0,23
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	0,2 ± 0,24	0,2 ± 0,24	-0,4 ± 0,22	-0,4 ± 0,22
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2017–18 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	0,1 ± 0,24	0,4 ± 0,22	0,5 ± 0,21	0,3 ± 0,23
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	-0,1 ± 0,24	-0,1 ± 0,24	0,1 ± 0,24	0,1 ± 0,24
Коефіцієнти лінійної кореляції за вегетаційний період 2018–19 рр.				
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 18 °С	-0,3 ± 0,39	-0,3 ± 0,39	-0,2 ± 0,40	-0,5 ± 0,36
Відсоток рослин, що вижили за t мінус 20 °С	-0,4 ± 0,38	0,1 ± 0,40	-0,2 ± 0,40	-0,6 ± 0,31

**Примітка:** осінь\* – визначення показників на момент припинення осінньої вегетації; весна\*\* – визначення показників на момент відновлення вегетації.

са наростання рослин досліджуваних сортів на момент припинення вегетації з морозостійкістю (за визначення кореляції вказаного показника із результатами проморожування  $r = -0,7 \pm 0,18$  за температури мінус 18 °С та  $r = -0,4 \pm 0,22$  за температури мінус 20 °С).

Відсоток живих рослин за температур проморожування у вегетаційному періоді 2017–18 рр. мав середній та слабкий позитивний зв'язок з довжиною конуса наростання ( $r = 0,5 \pm 0,21$ ,  $r = 0,1 \pm 0,24$ ), у 2018–19 рр. – слабкий негативний ( $r = -0,2 \pm 0,40$ ). Відмічено варіювання сили та напрямку зв'язків за роки досліджень між показником висота рослин та відсотком живих рослин після проморожування. Тенденцію негативного кореляційного зв'язку між морозостійкістю рослин та інтенсивністю їх осіннього розвитку ( $r = -0,68$ ) відмічено в результатах досліджень інших науковців [13].

За даними досліджень прямого зв'язку між морозостійкістю та морфологічними особливостями сортів пшениці озимої не виявлено.

**Висновки.** 1. За оцінкою морозостійкості виділено сорти пшениці м'якої озимої, відсоток живих рослин яких за роки досліджень перевищує сорт-еталон Миронівська 808 або знаходиться на його рівні. До високоморозостійких належать сорти пшениці м'якої озимої – МП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МП Дніпрянка, МП Ассоль. 2. Сорти МП Княжна, Трудівниця миронівська, Легенда Миронівська, Естафета миронівська, Вежа миронівська, МП Дніпрянка та

МП Ассоль в середньому за роки досліджень мали приріст конуса наростання на рівні сорту Миронівська 808. 3. Установлено варіювання сили та напрямку зв'язків між рівнем морозостійкості та морфологічними показниками (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на момент припинення та відновлення вегетації пшениці озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Потенціал сортових ресурсів. Ефективне його використання – головна передумова стабільного виробництва зерна / Мілютенко Г.Б. та ін. Насінництво. 2011. № 2, С. 1–6.
2. Рудник-Іващенко О.І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 2. С. 8–10. DOI: [http://doi:10.21498/2518-1017.2\(16\).2012.58894](http://doi:10.21498/2518-1017.2(16).2012.58894)
3. Kristensen K., Schelde K., Olesen, J.E. Winter wheat yield response to climate variability in Denmark. The Journal of Agricultural Science. 2011. 149. P. 33–47. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0021859610000675>
4. Структурно-функціональна реорганізація фотосинтетического апарата рослин озимої пшениці при холодової адаптації / Венжик Ю.В. та ін. Цитология. 2012. Т. 54, № 12. С. 916–924.
5. Солодушко М.М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 3. С. 61–66.
6. Гірко В.С., Сабадин Н.А. Біологічні особливості озимої пшениці та перспективи їхнього використання в селекції. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур в Лісостепу України / за ред. В.Т. Колючого, В.А. Власенка, Г.Ю. Борсука. Київ: Аграрна наука, 2007. С. 8–41.
7. Куперман Ф.М. Морфофизиологические приемы исследования растений. Бюллетень МОИП. 1952. Т. LVII, Вып. 6. С. 14–21.

8. Методические рекомендации по определению потенциальной и реальной продуктивности пшеницы / под ред. А.В. Пухальского. Москва, 1980. 40 с.

9. Кучеренко О.М., Хоменко Л.О., Ковалишина Г.М., Кочмарський В.С. Вплив змін клімату на особливості морфологічного аналізу при оцінці стану перезимівлі пшениці м'якої озимої. Селекція і насінництво. 2013. Вип. 103. С. 107–114.

10. Худолій Л.В. Морфофізіологічні особливості формування продуктивності пшениці озимої залежно від технології вирощування. Plant Varieties Studying and Protection. 2019, Vol. 15. No 3. P. 303–312. DOI: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

11. Вплив погодних умов на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у Лісостепу і Поліссі / Близнюк Б.В. та ін. Миронівський вісник: зб. наук. праць. Вип. 8, 2019. С. 73–90.

12. Тищенко В.М., Томіна М.В., Дубенець М.В. Формування та мінімальність ознак у пшениці м'якої озимої в стресових умовах середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014, № 2. С. 19–22.

13. Литвиненко М.А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на півдні України: зб. наук. праць СГІ – НЦНС. 2016. Вип. 27 (67). С. 36–53.

14. Зубрич О.І., Авксентьева О.О. Вплив фотоперіоду на морфогенетичні процеси у ізогенних за генами Ppd ліній пшениці м'якої. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2019. Том 24. С. 302–307.

15. Gorash A., Armoniene R., Liutucas Z., Brazauskas G. The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. The Journal of Agricultural Science. 2017. Vol. 155. No 9. P. 1353–1370. DOI: <http://doi.org/10.1017/s0021859617000521>

16. Пшениця озима. Метод визначання морозостійкості сортів: ДСТУ 4749:2007. [Чинний від 2009-01-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 8 с. (Національні стандарти України).

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

18. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. 3-е изд. Москва: Высшая школа, 1977. 287 с.

19. Методические рекомендации по использованию морфофизиологического метода для оценки зимостойкости и устойчивости к оттепелям озимых культур / отв. ред. И.И. Василенко. Москва, 1989. 27 с.

20. Полевой А.Н., Блыщик Д.В., Феоктистов П.А. Моделирование формирования зимостойкости растениями озимой пшеницы. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Москва, 2015. Том 26, № 1. С. 28–48.

21. Урожайні та адаптивні властивості ново зареєстрованих сортів пшениці озимої м'якої / Хахула В.С. та ін. Агробіологія, 2012. № 8. С. 171–174.

22. Солодушко М.М. Тривалість осінньої вегетації та врожайність пшениці озимої. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 32–35.

## REFERENCES

1. Miliutenko, H.B., Dovbysh, M.Y., Klochko, A.A., Kenukh, V.F., Lysikova, V.M. (2011). Potensial sortovykh resursiv. Efektyvne yoho vykorystannia – holovna peredumova stabilnogo vyrobnytva zerna [Potential of varietal resources. Its effective use is a prerequisite for the stable grain production]. Nasinnyctvo [Seed Production], no. 2, pp. 1–6.

2. Rudnyk-Ivaschenko, O.I. (2012). Osoblyvosti vyroschuvannia ozymykh kultur za umov zmin klimatu [Features of growing winter crops under climate change]. Sortovyvchennia ta ohorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection], no. 2, pp. 8–10. Available at: [http://doi:10.21498/2518-1017.2\(16\).2012.58894](http://doi:10.21498/2518-1017.2(16).2012.58894)

3. Kristensen, K., Schelde, K., Olesen, J.E. (2011). Winter wheat response to climate variability in Denmark. The Journal of Agricultural Science. 149, pp. 33–47. Available at: <http://doi.org/10.1017/S0021859610000675>.

4. Venzgyk, Yu.V., Titov, A.V., Talanova, V.V., Muroslavov Ye.A., Koteeva, N.K. (2012). Strukturno-funktsionalnaya reorganizatsiya fotosinteticheskogo apparata rastenyi ozimoy pshenitsy pri holodovoy adaptatsii [Structural and functional reorganization of the photosynthetic apparatus of winter wheat plants during cold adaptation]. Tsitologiya [Cytology], Vol. 54, no. 12, pp. 916–924.

5. Solodushko, M.M. (2014). Urozhainist ta adaptyvnyi potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh Pivnichnogo Stepu [Yield and adaptive potential of modern varieties of soft winter wheat in the Northern Steppe conditions]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection], no. 3, pp. 61–66.

6. Hirko, V.S., Sabadin, N.A. (2007). Biolohichni osoblyvosti ozymoi pshenytsi ta perspektyvy yikhnoho vykorystannia v selektsii [Biological features of winter wheat and prospects of their use in breeding]. In Seleksiia, nasinnytstvo i tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kolosovykh kultur v Lisostepu Ukrainy [Plant Breeding, Seed Production and Technologies of Grain Cereal Cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv, Agricultural science, pp. 8–41.

7. Kuperman, F.M. (1952). Morfofiziologicheskiye priemy issledovaniya rastenyi [Morphophysiological methods of plant research]. Bulletin Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists], Vol. 57, no. 2, pp. 14–21.

8. Pukhalskiy, A.V. (1980). Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu potentsialnoy i realnoy produktivnosti pshenitsy [Guidelines for Determining the Potential and Real Productivity of Wheat]. Moscow, 40 p.

9. Kucherenko, O.M., Khomenko, L.O., Kovalyshyna, H.M., Kochmarskyi, V.S. (2013). Vplyv zmin klimatu na osoblyvosti morfolohichnoho analizu pry otsyntsi stanu perezymivli pshenytsi miakoi ozymoi [The influence of climate change on the features of morphological analysis in assessing the state of overwintering soft winter wheat]. Seleksiia i nasinnytstvo [Plant Breeding and Seed Production], Issue 103, pp. 107–114.

10. Khudolii, L.V. (2019). Morfofiziologichni osoblyvosti formuvannya produktivnosti pshenytsi ozymoi zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia [Morphophysiological features of the formation of winter wheat productivity depending on

the cultivation technology]. *Plant Varieties Studying and Protection*, Vol. 15, no. 3, pp. 303–312. Available at: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

11. Blyzniuk, B.V., Los, R.M., Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V., Daniuk, T.A. (2019). Vplyv pohodnykh umov na tryvalist okremykh periodiv vechetatsii ta vrozhainist psenytsi miakoi ozymoi u Lisostepu i Polissi [The influence of weather conditions on duration of particular vegetation periods and yield of bread winter wheat in Forest-Steppe and Polissia]. *Myronivskiy visnyk [Myronivka Bulletin]*, Issue 8, pp. 73–90.

12. Tyshchenko, V.M., Tomina, M.V., Dubenets, M.V. (2014). Formuvannya ta minlyvist oznak u psenytsi miakoi ozymoi v stresovykh umovakh seredovyscha [Formation and variability of traits in soft winter wheat under stressful environmental conditions]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn [Plant Varieties Studying and Protection]*, no 2, pp. 19–22.

13. Lytvynenko, M.A. (2016). Stvorennia sortiv psenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.), adaptovanykh do zmin klimatu na pivdni Ukrainy [Creation of winter bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) adapted to climate changes in the South Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats SGI–NTsNS [Collected Scientific Works of the Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation of NAAS]*, no. 27(67), pp. 36–53.

14. Zubrich, O.I., Avksentieva, O.O. (2019). Vplyv fotoperiodu na morfohenetychni protsesy u izohennykh za henamy Ppd linii psenytsi miakoi [Influence of photoperiod on morphogenetic processes in near-isogenic lines in Ppd genes of soft wheat]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors in Experimental Evolution of Organisms]*, Vol. 24, pp. 302–307. Available at: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1119>

15. Gorash, A., Armoniene, R., Liatucas, Z., Brazauskas, G. (2017). The relationship among freezing tolerance, vernalization requirement, Ppd alleles and winter hardiness in European wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 155, no. 9, pp. 1353–1370. Available at: <http://doi.org/10.1017/s0021859617000521>

16. Psenytsia ozyma. Metod vyznachannia norozostiikosti sortiv: DSTU 47492007 [Winter wheat. Method of determining the frost resistance of varieties: State Standard 4749:2007]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008, 8 p.

17. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of Field Experiments]*. Moscow, Agropromizdat, 351 p.

18. Kuperman, F.M. (1977). *Morfofiziologiya rastenyi. Morfofiziologicheskyy analiz etapov organogeneza razlichnykh zhynennykh form pokrytosemnykh rastenyi [Plant Morphology. Morphophysiological Analysis of the Stages of Organogenesis of Various Life Forms of Angiosperms]*. Moscow, Graduate school, 287 p.

19. Vasilenko, I.I. (1989). *Metodicheskiye rekomendatsii po ispolzovaniyu morfofiziologicheskogo metoda dlya otsenki zimostoykosti i ustoychivosti k ottepelyam ozymykh kultur [Guidelines for Use of the Morphophysiological Method for Assessing Winter Hardiness and Thaw Tolerance in Winter Crops]*. Moscow, 27 p.

20. Polevoy, A.N., Blyshchyk, D.V., Feoktistov, P.A. (2015). Modelirovaniye formirovaniya zimostoykosti

rastenyami ozymoy psenytsy [Modeling of the formation of winter hardiness in winter wheat plants]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem [Problems of Environmental Monitoring and Modeling Ecosystems]*, Vol. 26, no. 1, pp. 28–48.

21. Khakhula, V.S., Hryniv, S.M., Karazhbei, H.M., Ulych, L.I., Lysikova, V.M., Ulych, O.L. (2012). Urozhaini ta adaptivni vlastyvoli novo zareiestrovanykh sortiv psenytsi ozymoi miakoi [Yield and adaptive properties of newly registered varieties of soft winter wheat]. *Agrobiologiya [Agrobiology]*, no. 8, pp. 171–174.

22. Solodushko, M.M. (2011). Tryvalis' osinnoi vechetatsii ta vrozhainist psenytsi ozymoi [Duration of autumn vegetation and yield of winter wheat]. *Buletyn Instytutu zernovoho hospodarstva [Bulletin of the Institute of Grain Farming]*, no. 40, pp. 32–35.

### **Морозоустойчивость пшеницы мягкой озимой и ее связь с морфологическими особенностями**

**Пирьч А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С.**

В последние годы отмечаются значительные изменения погодных условий в период роста и развития пшеницы озимой.

Цель исследования – установить связь между уровнем морозоустойчивости сортов пшеницы мягкой озимой и их морфологическими особенностями.

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в условиях Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесла. Материалом для исследования были 19 сортов пшеницы мягкой озимой мироновской селекции. Морозостойкость растений определяли за DSTU 4749:2007, при котором растения промораживаются в камерах при температуре минус 18 и минус 20 °С, с предварительным закаливанием на открытой площадке. В качестве эталона морозоустойчивости использовали высокоморозостойкий сорт пшеницы Мироновская 808. Статистическую обработку данных проводили с учетом критерия Фишера. Морфологическое оценивание состояния растений проводили осенью после прекращения вегетации, а также весной после ее возобновления, по методике Ф.М. Куперман.

Года исследований характеризовались контрастными погодными условиями. Установлено, что большинство сортов пшеницы мягкой озимой мироновской селекции имеют высокий и средний уровни морозоустойчивости. По годам исследований прирост конуса нарастания у эталона Мироновская 808 варьировал от 0,01 до 0,42 мм. В исследуемых сортах прирост конуса нарастания варьировал в пределах 0–0,10 мм (2016–17 гг.), 0,35–0,68 (2017–18 гг.) и 0,03–0,32 мм (2018–19 гг.).

По оценке морозоустойчивости выделены ценные сорта пшеницы мягкой озимой, у которых процент живых растений по годам исследований превышает сорт-эталон Мироновская 808 или же находится на его уровне. К высокоморозоустойчивым относятся сорта – МИП Княжна, Трудивница мироновская, Легенда Мироновская, Эстафета мироновская, Вежа мироновская, МИП Днипрянка, МИП Ассоль. Сорта МИП Княжна, Трудивница мироновская, Легенда Мироновская, Эстафета мироновская, Вежа мироновская, МИП Днипрянка и МИП Ассоль в среднем за годы исследований имели прирост конуса нарастания на уровне сорта Мироновская 808. Установлено варьирование силы и направления связей между уровнем

морозостійкості і морфологічними показателями (висота рослин, довжина конуса наростання), визначеними на час припинення і відновлення вегетації пшениці озимої.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, сорт, морозостойкость, рост, развитие, конус нарастания.

#### Freezing tolerance of bread winter wheat and its relation with morphological features

Pirych A., Yurchenko T., Koliadenko S.

In recent years there have been significant changes in weather conditions during wheat growth and development.

The aim of the study was to establish the relationship between the level of freezing tolerance of bread winter wheat varieties and their morphological features.

The study was conducted during 2016–2019 at the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. 19 bread winter wheat varieties bred at Myronivka were studied. Freezing tolerance of plants was determined according to DSTU 4749:2007 which based on freezing wheat plants in chambers at -18 °C and -20 °C with pre-hardening in the open field. The high-frost-tolerant wheat variety Myronivska 808 was used as standard of freezing tolerance. Statistical data processing was performed according to Fisher's test. Morphological condition of plants was estimated in autumn after vegetation dormancy onset and in spring after its restoration according to the F.M. Kuperman method.

The research years were characterized by contrasting weather conditions. It was found that the most bread winter wheat varieties bred at Myronivka have high and medium level of freezing tolerance. Over the years of the research, the elongation of apical cone in the standard variety Myronivska 808 varied from 0.01 to 0.42 mm. In the varieties studied, the elongation of apical cone ranged within 0–0.10 mm (2016–17), 0.35–0.68 (2017–18) and 0.03–0.32 mm (2018–19).

According to the assessment of freezing tolerance, there have been identified valuable bread winter wheat varieties with percent of viable plants over the years of the research exceeding standard variety Myronivska 808 or being at the same level. The varieties MIP Kniazhna, Trudivnytsia myronivska, Lehenda Myronivska, Estafeta myronivska, Vezha myronivska, MIP Dniprianka, MIP Assol were high frost tolerant ones. On average, over the years of the research the varieties MIP Kniazhna, Trudivnytsia myronivska, Lehenda Myronivska, Estafeta myronivska, Vezha myronivska, MIP Dniprianka, and MIP Assol had elongation of apical cone at the level of the Myronivska 808 variety. The variation of the strength and direction of connections between the level of frost resistance and morphological indicators (plant height, length of the growth cone) determined at the time of termination and restoration of winter wheat vegetation was established.

**Key words:** winter wheat, varieties, freezing tolerance, growth, development, apical cone.



Copyright: Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Пірич А.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-2312-9774>

Юрченко Т.В.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0164-4003>

Коляденко С.С.

ID: <https://orcid.org/0000-0001-5341-8601>