

of Agriculture of the Carpathian Region. For the period of 2000-2017, 944 accessions of forage grasses registered in the Central Database were included in the collection: 405 legumes (red clover – 161, alsike clover – 11) and 539 cereals (cock's-foot – 145); 591 accessions were stored in the National Depository. In-depth studies of morphological and economic traits of the accessions allowed us to create and to register a basic collection of the forage grasses gene pool, a trait collection of red clover for yield and resistance to powdery mildew (it includes 52 accessions from 5 countries), a trait collection of cock's-foot for yield and resistance to unfavorable factors (49 accessions from 8 countries) and to register valuable red clover accession No. 193 and cock's-foot accession Drogobychanka Piznia with the NCPGRU. Based on the collection accessions, cultivars were created and included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine: red clover Truskavchanka since 2016, alsike clover Prydnistrovska since 2002, cock's-foot Marichka since 2014. Since 2015, red clover cultivar Ukrainochka and cock's-foot cultivar Boikivchanka have been tested in the state scientific expert evaluation.

**Conclusions.** The creation of the genetic resource collection allowed us to study and analyze the genetic potential of the species, to identify initial material with valuable economical traits, which will significantly increase the efficiency of fodder grasses breeding.

**Keywords:** *breeding, accession, variety, Trifolium pratense L., Trifolium hybridum L., Dactylis glomerata L., Festuca rubra L., Festuca trachyphylla L., trait, seed.*

УДК 633.111.1«324»:631.527.5:631.524.86

DOI: 10.36814/pgr.2019.24.06

ОСЬМАЧКО О.М., ВЛАСЕНКО В.А., БАКУМЕНКО О.М., ТАО Є., ОШОМОК Т.В.

*Сумський національний аграрний університет*

*вул. Г. Кондратьєва, 160, Суми, 40021, Україна*

*E-mail: Lenaosmachko1978@ukr.net*

## СТІЙКІСТЬ ДО БОРОШНИСТОЇ РОСИ ЗРАЗКІВ *TRITICUM AESTIVUM* L. 4<sup>th</sup> WWSRRN СІММУТ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Вивчено впродовж 2016 – 2018 рр. 35 зразків пшениці м'якої озимої розсадника 4<sup>th</sup> WWSRRN СІММУТ за стійкістю до борошнистої роси. Визначено, що прояв мінливості достовірно найбільш залежав від генотипу – 44 %. За трьома роками досліджень з'ясовано, що найвища стійкість проявляється у середньопізніх морфотипів 7,3 бали. Проведено порівняльний аналіз різних груп стиглості, найвища частка високостійких генотипів зафіксована у середньопізній групі і становила 83 %. Виявлено 13 зразків, які суттєво перевищували стандарт. Виділено зразок Fiorina з найвищою стійкістю (8,1 балів) до патогена. Найвища урожайність була в 2017 р. (621 г/м<sup>2</sup>), середній показник за три роки досліджень заходжувався на рівні 573 г/м<sup>2</sup>. Виявлено зразки з високим ступенем резистентності проти враження збудником борошнистої роси та іншими цінними господарськими ознаками: Cv. Rodina/Ae. speltoides (10 KR), Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, ETA / K-62905=ESTER, Cv. Rodina / Ae. speltoides (10 KR).

**Ключові слова:** *пшениця озима, джерело, стійкість, патоген, борошниста роса, сорт, зразок, урожайність.*

© Осьмачко О.М., Власенко В.А., Бакуменко О.М., Тао Є., Ошомок Т.В.

## ВСТУП

Борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *Tritici*) є основним грибковим захворюванням пшениці в усьому світі. Хвороба ефективно контролюється генетичною стійкістю хазяїна, але історично патоген досить швидко долає широко розповсюджені гени стійкості. На цей час у пшениці було виявлено більше, ніж 70 генів стійкості до борошнистої роси позначені *Pm* [1, 2]. Значна кількість цих генів є похідними від культивованих, або диких споріднених видів: *Thinopyrum intermedium* (*Pm40*, *Pm43*, *PmL962*) [2-6], *Thinopyrum ponticu* (*Pm51*) [7], *Dasypyrum villosum* (*Pm21* та *Pm55*) [8] і жита (*Secale cereale*) (*Pm7*, *Pm8*, *Pm17* і *Pm20*) [9]. Збалансовані транслокації, в яких плече хромосоми пшениці поєднане з протилежним плечем гомологічної хромосоми, присутньої в донорському виді, що входить до складу третинного генофонду, є ключовим процесом у інтрогресії. Такі транслокації досить часто індукуються під час мейозу через злиття пари моносом [10]. Одними з найбільш відомих з них у пшениці є транслокація 1BL/1RS та 1AL/1RS [11, 12]. Гени які містять пшенично-житні транслокації в умовах північно-східного Лісостепу забезпечують стійкість сортам [13]. Сорти носії транслокацій вирізняються високою комбінаційною здатністю за елементами продуктивності, вони формують більш високі і сталі врожаї зерна [14-16].

Потенціал чужорідних транслокацій для створення нових сортів не вичерпаний, оскільки їх прояв багато в чому визначається генотиповим середовищем. Тому на теперішній час є актуальним пошук донорів стійкості до збудників листових хвороб серед сортів і гібридів вітчизняної, а також іноземної селекції, зокрема серед зразків розсадників CIMMYT (Міжнародний центр з поліпшення кукурудзи і пшениці) [17]. У CIMMYT зібрано понад 140 000 унікальних колекційних зразків пшениці. За своїми програмами, ця організація щороку відправляє півмільйона пакетів насіння для 600 партнерів у 100 країнах. Програми CIMMYT спрямовані на підвищення продуктивності сільського господарства країн світу. Спеціаліст з пшениці в цій програмі, лауреат Нобелівської премії Норман Борлауг, працював з мексиканськими дослідниками і фермерами для розробки генотипів пшениці, які були стійкими до хвороб і давали значно більшу врожайність, ніж традиційні сорти. Нові лінії пшениці створюють і відбирають у різних кліматичних умовах [18].

Нами було одержано від CIMMYT четвертий розсадник пшениці озимої резистентний до стеблової іржі (4<sup>th</sup> WWSRRN). Цей розсадник розпочали створювати на початку 2004 – 2005 р., коли з'явилася раса стеблової іржі Ug<sub>99</sub>, якою вражувалося 90 % світового сортименту пшениці. Тому саме в CIMMYT було вирішено створити такий розсадник [18]. Як правило чужорідні транслокації містять гени стійкості до стеблової іржі. Широке розповсюдження житніх 1RS транслокацій у комерційних сортів пшениці значною мірою пояснюється тим, що вони несуть гени стійкості до хвороб і шкідників. На 1BL/1RS транслокації знаходиться *Pm8* – ген стійкості до борошнистої роси (збудник – *Blumeria graminis*), *Sr31* – ген стійкості до стеблової іржі (збудник – *Puccinia graminis*), *Lr26* – ген стійкості до бурої іржі (збудник – *Puccinia recondita*) і *Yr9* – ген стійкості до жовтої іржі (збудник – *Puccinia striiformis*) [19]. Транслокація 1AL/1RS від сорту *Amigo* несе ген стійкості до біотипів попелиці В і С *Gb2*, кліща *Aceria tosicheilla* (Keifer) *Cm3*, ген стійкості до борошнистої роси *Pm17*, ген стійкості до стеблової іржі *SrA1R* [19, 20].

Практично до кінця XX сторіччя житній ген стійкості *Sr31* транслокації 1BL/1RS був ефективний до всіх відомих рас стеблової іржі. Про те з появою раси Ug<sub>99</sub> (ТТКСК) в Уганді, потім Кенії і з загрозою її подальшого розповсюдження ситуація змінилася. Наявність житньої транслокації 1BL/1RS і відповідно гена *Sr31* не є надійним захистом від стеблової іржі, так як ТТКСК і родинні ізоляти вірулентні до *Sr31* [21]. Одним з ряду генів, які забезпечують стійкість до раси ТТКСК стеблової іржі, є ген *SrA1R*, який знаходиться на житній транслокації 1AL/1RS від *Amigo*, він позначається *Sr1RS<sup>Amigo</sup>* [22, 23]. Саме ця транслокація містить ген стійкості до борошнистої роси *Pm17*, що дозволило припустити

гіпотезу про резистентність одержаних зразків до двох хвороб одночасно зокрема до стеблової іржі та борошнистої роси. Нами було вирішено перевірити зразки стійкі до стеблової іржі з розсадників CIMMYT щодо резистентності до борошнистої роси і виділити джерела для подальшої селекційної роботи.

**Мета дослідження:** з'ясувати імунологічні властивості зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT за стійкістю до збудника борошнистої роси в умовах північно-східного лісостепу України та виділити джерела резистентності досліджуваної ознаки.

### МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом слугували 35 зразків CIMMYT з розсадника 4<sup>th</sup> WWSRRN (winter wheat stem rust resistant nursery – розсадник зразків пшениці озимої резистентний до стеблової іржі). Закладку дослідів та фенологічні спостереження проводили відповідно до загальноприйнятих методик [24, 25]. Насіння колекційних зразків висівали ручною сівалкою CP-1 у триразовій повторності з обліковою площею ділянки – 1,2 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок – систематичне. Сівбу досліджуваних зразків проводили по попереднику гречка в допустимі строки (з 20 вересня до 2 жовтня) для північно-східного лісостепу України. Норма висіву насіння складала з розрахунку 5 млн. шт./га. Проводили припосівне внесення мінеральних добрив Суперагро N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> в нормі 100 кг/га та ранньовесняне підживлення аміачною селітрою в нормі 100 кг/га. Збирання проводили вручну. Урожай перераховували на стандартну вологість.

Оцінку стійкості рослин пшениці до збудника борошнистої роси проводили на природному інфекційному фоні з використанням сортів – накопичувачів інфекції (Кергок, Agassis) згідно загально прийнятих методик [26,27]. Для визначення врожайних властивостей сортів проводили структурний аналіз снопового матеріалу та визначали залежність елементів урожайності від зараження збудником. У ході аналізу визначали довжину стебла, масу 1000 зерен та врожайність. Обробку біометричних даних проводили математико-статистичними методами [25].

Аналіз погодних умов здійснювали за даними метеопоста Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України, який розташований на віддалі 6 км від дослідного поля [28–30]. Район досліджень характеризується помірним континентальним кліматом з теплим літом і не дуже холодними зимами з відлигами. Найбільша сума опадів за роки досліджень випадала в травні 2016 р. – 153 мм, найменша у вересні 2016 р. – 2,7 мм. Середньорічна температура повітря протягом років досліджень коливалась від +8,1 до +9,5°C. Найвищу суму активних температур зафіксовано за вегетаційний період 2015/2016 р. – 2822,2°C, найменшу в 2016/2017 р. – 2348°C. Загалом контрастні погодні умови протягом років досліджень сприяли всебічній оцінці досліджуваних зразків. Отже, погодні умови 2016 – 2018 р. характеризувались як мінливі під час вегетації, а значить зразки CIMMYT, які досліджувались у різні роки щодо враження збудником борошнистої роси, дозволили всебічно вивчити патогенний комплекс збудника і оцінити стійкість різних генотипів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами дисперсійного аналізу стійкості до збудника борошнистої роси зразків 4<sup>th</sup> WWSRRN нами виявлено різну норму реакції генотипів на зміну гідротермічних умов за роками вирощування (екоградієнт). Довірчий рівень (p-level) був меншим 0,1 % рівня значимості за обома факторами (табл. 1). Це значить, що на користь нульової гіпотези припадає майже 0 % шансів і вона відкидається. Цим доводиться, що обидва фактори, які нами вивчалися, впливали на об'єкт з імовірністю близькою до 100 %, а значить різні генотипи та умови року статистично суттєво впливають на предмет досліджень – стійкість проти борошнистої роси.

Таблиця 1. Показники дисперсійного аналізу 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT за стійкістю до борошнистої роси зразків пшениці м'якої озимої, 2016-2018 рр.

Джерело мінливості	Сума квадратів	Ступені свободи	Середні квадрати	Критерій Фішера		p-level <sup>3)</sup>	$\eta^4$ , %	HIP <sub>05</sub>
				Факт. <sup>1)</sup>	Таб. <sup>2)</sup>			
Генотип	319,24	34	9,39	15,74	1,43	1,17628E-40	43,9	0,7
Екоградієнт	12,12	2	6,06	10,15	3,05	7,14616E-05	1,7	0,21
Взаємодія генотип + екоградієнт	303,19	102	2,97	4,98	1,34	1,7833E-19	41,7	1,24
Випадкове	93,06	156	0,59	-	-	-	12,8	-
Загальне	727,64	294	-	-	-	-	100	-

Примітка: Факт.<sup>1)</sup> – критерій Фішера фактичний; Таб.<sup>2)</sup> – критерій Фішера табличний; p-level<sup>3)</sup> – довірчий рівень;  $\eta^4$  – частка впливу фактора.

За результатами дисперсійного аналізу визначена частка впливу факторів мінливості. З'ясовано, що на стійкість до борошнистої роси пшениці озимої вплив генотипу складав 44 %, екоградієнту – 2 % (найменше), взаємодія обох факторів – 42 %, а випадкової мінливості – близько 12 %. Отже, прояв мінливості аналізованої ознаки достовірно найбільш залежав від генотипу зразків і від взаємодії двох факторів.

За проходженням більшості фенофаз генотипи суттєво не відрізнялись. Проте було виділено деякі сорти, які різнилися між собою за датами колосіння. Різниця між кожною групою складала 3 доби. Загальна тривалість вегетаційного періоду різних сортів коливалась у межах 260 – 270 діб. За результатами наших досліджень зразки за тривалістю вегетаційного періоду розподілено на чотири групи. До першої групи належать три ранньостиглі зразки (Afina, HBF0290/X84W063-9-392//ARH/3/LE 2301, Dashenka), до другої – чотири середньоранні (Bezostaya, TAM200/KAUZ/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K, Rina6/4/BEZ/NAD//KZM (ES85.24)/3/F900K, MCCORMICK/Trego), до третьої – 22 середньостиглі (PBI1013.13.3/3233.35 /3 / Star // Kauz / Star, FRTL//Agri/NAC /3/ Kalyoz 17, Dulger 1//Vorona/BA, Kukuna/TAM200// Picarel 1, Vorona/ HD2402 // Steklovidnaya 24, KS920 709-B-5-11 / Burbot 4, TAM 200 / KAUZ // Goldmark /3/Betty, OK81306 / Mercan 2, ETA / K-62905=Ester, Cv. Rodina/Ae. speltoides (10 KR), OR2060395, Sultan, Voloshkova, Remeslivna та деякі інші), до четвертої – шість середньопізніх (T03/17, EC-P, SD92107-2/SD99W042, CH11.14422, Florina, Pyn/Parus/3/VPM/MOS83-11-4-8//PEW/4/Bluegil).

Імунологічний аналіз свідчить про наявність стійких до борошнистої роси зразків. Серед досліджуваної групи середній рівень стійкості коливався від 6,3 до 7,3 балів. Максимальний показник резистентності серед ранньостиглої групи спостерігали у зразка Afina (8 балів), серед середньоранньої – у TAM 200/Kauz/4/BEZ/NAD/KZM(ES8524)/3/F900K (7,8 балів), середньостиглої – Vorona/HD2402//Steklovidnaya 24 (7,9 балів), середньопізньої – CH11. 14422 (8,3 бали).

За результатами аналізу першої групи, виявлено, що середній рівень стійкості в умовах 2017 р. сягав найвищого значення і складав 7,1 балів (табл. 2), проте максимальний був 7,6 (Afina), мінімальний – 6,8 (Dashenka).

Дещо нижче значення середнього рівня стійкості було в умовах 2016 та 2018 р. – по 6,3 бали. В умовах 2016 року максимальний рівень становив 8,7 балів (Afina), мінімальний 5,0 (Dashenka), а в 2018 р. максимальний – 7,6 (Afina), мінімальний – 4,2 (HBF0290/X84W063-9-392//ARH/3/LE 2301). У середньому за три роки досліджень рівень стійкості ранньостиглих зразків становив 6,6 балів, з розмахом варіювання 0,9 бали. Найвищий рівень стійкості спостерігали впродовж трьох років у сорту Afina.

Таблиця 2. Стійкість зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT до борошністої роси залежно від групи стиглості, 2016-2018 рр.

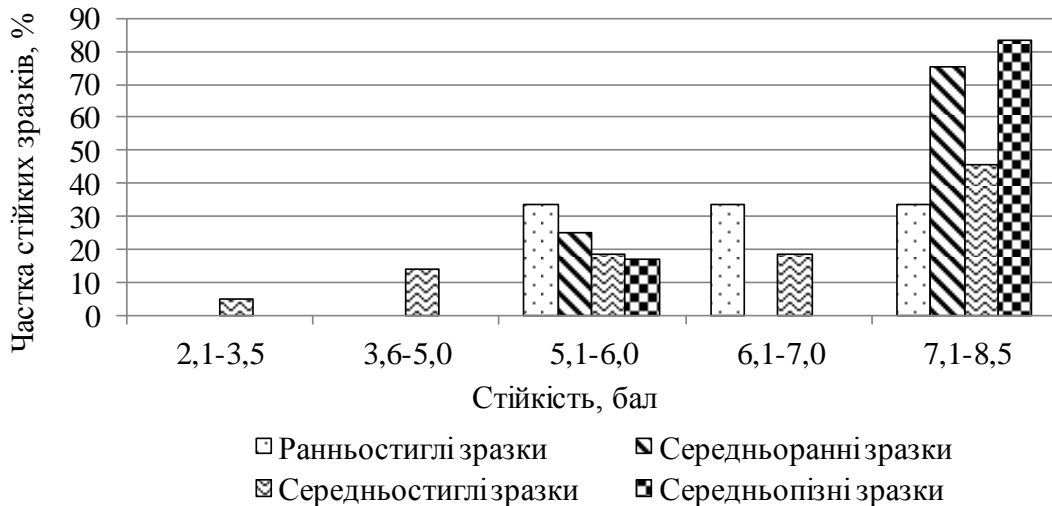
Група стиглості зразків (кількість діб від весняного пробудження до колосіння)	Кількість зразків у групі, шт.	Стійкість до борошністої роси за роками, бал				
		2016	2017	2018	$\bar{X}$	R
Ранньостиглі (58)	3	6,3	7,1	6,3	6,6	0,9
Середньоранні (61)	4	7,8	6,2	6,7	6,9	1,6
Середньостиглі (64)	22	6,0	6,8	6,1	6,3	0,8
Середньопізні сорти (67)	6	8,1	7,0	6,9	7,3	1,3
X	-	7,1	6,8	6,5	6,8	1,2
min	-	1,3	4,4	1,5	2,4	0,8
max	-	9,0	8,5	8,0	8,3	1,6

У середньоранній групі в умовах 2016 р. середній рівень стійкості був найвищим – 7,8 балів, максимальний – 9,0 (MCCORMICK/Trego), а мінімальний – 5,8 (сорт Bezostaya). У вегетаційному 2017 р. середній рівень стійкості був 6,2 балів, максимальний – 7,4 (TAM 200/Kauz/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K), мінімальний – 4,9. У 2018 р. максимальний рівень 8,0 балів також зафіксовано у TAM 200/Kauz/4/BEZ/NAD // KZM(ES8524)/3/F900K, Rina-6/4/BEZ/NAD//KZM(ES85.24)/3/F900K. За три роки досліджень середній рівень аналізованої ознаки складав 6,9 балів з розмахом варіювання 1,6. Найвищий рівень стійкості спостерігали протягом трьох років у зразка TAM 200 /Kauz /4/ BEZ /NAD // KZM(ES85 24) /3/ F900K. У цій групі стабільно вищою стійкістю виділилися також зразок – MCCORMICK / Trego Rina-6 /4/ BEZ / NAD // KZM(ES85.24) /3/ F900K.

В умовах 2015/2016 р. середній рівень стійкості у середньостиглих зразків сягав 6,0 бали, максимальний – 9,0 (OR2070182H), мінімальний – 1,3. Середній рівень стійкості у 2016/2017 р. був 6,8 балів (найвищим порівняно з іншими роками), максимальний – 8,5 (Kukuna/TAM200//Picarel-1), мінімальний – 4,4. В умовах 2017/2018 р. рівень середньої стійкості склав 6,1 балів, максимальний – 8,0 (Voloshkova, Remeslivna, Kukuna / TAM200 // Picarel-1, Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, TAM200/Kauz//Goldmark /3/Betty, Zander-17/3/YE2453/KA//1D13.1/MLT), мінімальний – 1,5. За три роки середній рівень стійкості був 6,3 бали, а розмах варіювання – 0,8. Серед цієї групи зразків протягом трьох років стабільно вищою стійкістю виділялись Kukuna / TAM200 // Picarel 1, Vorona/HD2402//Steklovidnaya 2, TAM200/Kauz//Goldmark/3/Betty, OK81306/Mercan 2, Zander 17/3/YE2453/KA//1D13.1/MLT, Trakia//MAGA74/MON/3/SHANI/4/EBVD991, ETA/K62905=Ester, Cv. Rodina/ Ae. speltoides (10 KR)), OR2060395.

У групі середньопізніх генотипів у 2016 р. спостережень середній рівень стійкості до борошністої роси був найвищим серед усіх груп стиглості і становив 8,1 балів, максимальний – 9,0 (EC-P, SD92107-2/SD99W042, Fiorina), мінімальний – 4,8. Рівень середньої стійкості в умовах 2017 р. був – 7,0 балів, максимальний – 8,5 (CH111.14422), мінімальний – 5,3. За вегетаційний період 2017/2018 р. середній рівень ознаки складав 6,9 балів (був найнижчим серед досліджуваних років), максимальний – 7,8 (Fiorina), мінімальний – 5,8. За три роки досліджень середньопізні зразки мали найвищий серед усіх груп середній рівень стійкості (7,3 балів), з розмахом варіювання – 1,3 бали. Серед сортів цієї групи упродовж трьох років високою стійкістю характеризувались – T03/17, Fiorina, CH111.14422.

Нами проведено порівняльний аналіз зразків різних груп стиглості пшениці м'якої озимої, застосовуючи такий розподіл за стійкістю до борошністої роси: 1,0 – 2,0 бали – дуже висока сприйнятливність; 2,1 – 3,5 балів – помірна сприйнятливність; 3,6 – 5,0 – слабка сприйнятливність; 5,1 – 6,0 – середня стійкість; 6,1 – 7,0 – стійкість вища за середню; 7,1 – 8,5 – висока стійкість; 8,6 – 9,0 – імунні (рис.).



**Рис. Стійкість до борошнистої роси зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT за групами стиглості, середнє за 2016 – 2018 рр.**

За результатами обліків зразків ранньостиглої групи виявлено стійкість у межах трьох груп (середньостійкі, зі стійкістю вищою за середню та з високою стійкістю) по 33 %. З дуже високою сприйнятливістю, помірною сприйнятливістю, слабкою сприйнятливістю та імунних генотипів у цій групі не зареєстрували.

Зразки середньоранньої групи розподілено на: середньостійкі – 25 % та високостійкі – 75 %. Середньостиглі зразки за стійкістю до патогена характеризувались більш широким різноманіттям, зокрема: помірна сприйнятливість – 4,5 %; слабка сприйнятливість – 13,6 %, середня стійкість – 18,2 %; стійкість вища за середню – 18,2 %; висока стійкість – 45,5 %. Середньопізні зразки розподілено за двома групами: середньостійкі – 16,7 %; високостійкі – 83,3 %.

Проведений аналіз чотирьох груп стиглості свідчить про наявність найвищої частки генотипів стійких (вище 6 балів) до збудника борошнистої роси в середньостиглих зразків, яка становила 56 %, найменше стійких зразків було серед ранньостиглої групи (8 %). Досліджувані зразки порівняли зі стандартом – сортом Подолянка – з використанням однофакторного дисперсійного аналізу. За трирічними дослідженнями виявлено 13 зразків, які суттєво перевищували стандарт (табл. 3).

Аналіз стійкості до борошнистої роси свідчить, що у вегетаційному сезоні 2015/2016 р. найвищий її рівень був у середньоранній (MCCORMICK/Trego), середньостиглій (OR2060395) та середньопізній (EC-P, SD92107-2/SD99W042, Fiorina) групах – 9,0 балів. У цьому році суттєво перевищували стандарт 20 зразків (57 %) – T03/17, SD92107-2/SD99W042, Fiorina, OR2060395 та інші. Поступалися суттєво стандарту шість зразків (17 %). Суттєво не відрізнялися від рівня стандарту дев'ять зразків (26 %).

Дослідженнями вегетаційного періоду 2016/2017 р. виявлено, що максимальний рівень стійкості (8,5 балів) був у двох групах стиглості – середньостиглій (Kukuna/TAM200/Picarel-1) та середньопізній (CH111.14422). За стійкості Подолянки (6,3 бали) перевищили її рівень 23 зразка (66 %) – Afina, Sultan, MCCORMICK/Trego, Kukuna/TAM200/Picarel-1, ETA/K-62905=Ester, T03/17, Fiorina, CH111.14422 та інші. Суттєво поступалися стандарту сім зразків (20 %) – це окремі представники середньоранньої, середньостиглої, середньопізньої груп. Зразки, які показали стійкість на рівні зі стандартом, склали 14 %, більшість з них належать до середньостиглих (Dulger-1 // Vorona /BAU, 2 / MV.Magdalena / 3 / TX96V2427, OK81306 / Mercan2, Zander17/3/YE2453/KA//1D13.1/MLT).

Таблиця 3. Характеристика зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT, які перевищували стандарт за стійкістю до борошнистої роси, 2016 – 2018 рр.

Зразки, які суттєво перевищували стандарт за трьома роками досліджень	Стійкість до борошнистої роси, бал			$\bar{X}$	R
	2016	2017	2018		
Подольанка, ст.	5,2	6,3	5,0	5,5	1,3
Remeslivna	7,0	7,4	8,0	7,5	1,0
T03/17	8,1	7,4	6,5	7,3	1,6
SD92107-2/SD99W042	9,0	7,1	6,0	7,4	3,0
Afina	8,7	7,6	7,6	7,9	1,1
Fiorina	9,0	7,4	7,8	8,1	1,6
PBI1013.13.3/3233.35/3/STAR//Kauz/ Star	5,9	8,2	8,2	7,4	2,3
Vorona/HD2402//STEKLOVI DNAYA24	8,9	6,8	8,0	7,9	2,1
TAM200/KAUZ//GOLDMARK/3/BETTY	8,0	6,8	8,0	7,6	1,3
Trakia//Maga74/MON/3/SHANI/4/EBVD99-1	8,0	7,2	7,5	7,6	0,8
TAM200/KAUZ/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K	8,2	7,4	8,0	7,9	0,7
ETA/K-62905=ESTER	8,5	7,3	7,5	7,8	1,2
Cv.Rodina/Ae. speltoides (10 KR)	8,8	7,6	7,0	7,8	1,8
MCCORMICK/Trego	9,0	9,0	6,9	7,3	3,0
$\bar{X}$	8,1	7,5	7,3	7,6	1,6
HP <sub>0,05</sub>	0,45	0,38	0,47	-	-

У 2017/2018 р. максимальний рівень стійкості був у середньоранній (TAM200/KAUZ/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K, RINA6/4/ BEZ/NAD // KZM(ES85.2)/3/F900K) і середньостиглій групах (Kukuna/TAM200//Picarel-1, Vorona/HD2402//Steklovi-dnaya 24, TAM200/KAUZ//GOLDMARK/3/Betty, Zander-17/3/YE2453/KA//1D13.1/MLT, Voloshkova) по 8 балів. Суттєво перевищили стійкість стандарту (5,0 балів) 26 (74 %) – окремі представники з усіх груп стиглості (Dashenka, Rina6/4/Bez/Nad //KZM(ES85.24)/3/F900K, MCCORMICK/Trego, PBI1013.13.3 / 3233.35 / 3 / Star // Kauz/Star, KS920709-B-5-1-1/BURBOT-4, Trakia // Maga 74/ MON / 3 / SHANI / 4 / EBVD99-1, Cv. Rodina/Ae. speltoides (10 KR), T03/17, EC-P, SD92107-2/SD99W042, Fiorina, Simano). Істотно поступались стандарту шість сортів (17 %) з першої та третьої групи. У трьох зразків стійкість не відрізнялася від показника Подольанки. Розглянувши середні показники виділених зразків, можна констатувати, що найвища стійкість до борошнистої роси виявлена у сорту Fiorina (8,1 балів).

Середній рівень урожайності в 2015/2016 вегетаційному році у ранньостиглій групі був найнижчим – 504 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 635 г/м<sup>2</sup> (Dashenka), мінімальний – 384 г/м<sup>2</sup> (табл. 4). Середня врожайність у цій групі в 2016/2017 р. склала 597 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 751 г/м<sup>2</sup> (Dashenka), мінімальна – 474 г/м<sup>2</sup>. У 2017/2018 р. середня врожайність склала 569 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 635 г/м<sup>2</sup> (Dashenka), мінімальна – 493 г/м<sup>2</sup>. Проаналізувавши три роки досліджень, з'ясувалося, що середній рівень урожайності склав 555 г/м<sup>2</sup>. Розмах варіювання в середньому по групі становив 93 г/м<sup>2</sup>. Найвищий рівень урожайності мав зразок – Dashenka. Це сорт селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Імовірно порівняно високий рівень урожайності забезпечує саме українське походження – гарна адаптивність до місцевих умов.

Таблиця 4. Норма реакції зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT різних груп стиглості за врожайністю

Група стиглості зразків	Кількість зразків у групі, шт.	Урожайність, г/м <sup>2</sup>				
		2016 р.	2017 р.	2018 р.	$\bar{x}$	R
Ранньостиглі	3	504	597	569	555	93
Середньоранні	4	573	655	536	588	119
Середньостиглі	22	508	690	566	588	183
Середньопізні сорти	6	529	544	612	561	83
$\bar{x}$	-	529	621	569	573	119
<i>min</i>	-	248	396	247	340	83
<i>max</i>	-	705	899	925	756	183

У середньоранній групі середня врожайність у 2015/2016 році склала 573 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 725 у зразка MCCORMICK/Trego, мінімальна – 445. Вегетаційний період 2016/2017 показав найвищу середню врожайність 655 г/м<sup>2</sup>, максимальну – 777 (TAM 200/Kauz/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K), мінімальну – 511. У 2017/2018 р. середня врожайність була найнижча 536 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 825 г/м<sup>2</sup> у зразка Rina 6 /4/ BEZ/NAD//KZM(ES85.24)/3/ F900K, мінімальна – 365. Середня урожайність за три роки досліджень була 588 г/м<sup>2</sup>, розмах варіювання – 119 г/м<sup>2</sup>. Найкращий рівень урожайності у середньоранній групі зафіксовано у зразка MCCORMICK/TREGO.

За вегетаційний період 2015/2016 р. середній рівень урожайності середньостиглої групи становив 508 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 705 г/м<sup>2</sup> (Remeslivna), мінімальний – 248 г/м<sup>2</sup>. Середня урожайність у 2016 – 2017 р. сягала 690 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 900 (FRTL//AGRI/NAC/3/KALYOZ-17), мінімальна – 508. У 2017 – 2018 р. середня врожайність була найнижчою за роками – 566 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 916 (Cv. Rodina/Ae. *speloides* (10 KR)), мінімальна – 248 г/м<sup>2</sup>. Середня врожайність за три роки досліджень була 588 г/м<sup>2</sup>, розмах варіювання – 183 г/м<sup>2</sup>. Найвищу врожайність за три роки у цій групі проявив зразок Cv.Rodina/Ae. *speloides* (10 KR).

У зразків середньопізньої групи в 2015/2016 р. досліджень середній рівень урожайності становив лише 529 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 651 г/м<sup>2</sup> (EC-P), мінімальний – 420 г/м<sup>2</sup>. Середня врожайність у 2016/2017 р. підвищилась до 544 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 731 г/м<sup>2</sup> (PYN/PARUS/3/VPM/MOS83-11-4-8//PEW/4/BLUEGIL), мінімальна – 396 г/м<sup>2</sup>. У вегетаційному 2017/2018 р. середня врожайність сягала 612 г/м<sup>2</sup>, максимальна – 956 (T03/17), мінімальна – 316 г/м<sup>2</sup>. Середня врожайність за три роки досліджень склала 561 г/м<sup>2</sup> з розмахом варіювання 83 г/м<sup>2</sup>. Максимальний рівень урожайності за три роки мав зразок SH111.14422.

Порівнявши результати за три роки досліджень з'ясувалося, що найвища урожайність була в 2017 р. (621 г/м<sup>2</sup>), а найменша – у 2016 р. (529 г/м<sup>2</sup>), середній показник сформувався на рівні 573 г/м<sup>2</sup>. Розмах варіювання в середньому по досліді за три роки становив 119 г/м<sup>2</sup>, мінімальний – 83 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 183 г/м<sup>2</sup>. Розглянувши середні рівні врожайності у чотирьох групах, можна констатувати, що найвища врожайність виявлена у сортів середньоранньої та середньостиглої груп по 588 (г/м<sup>2</sup>). Отже, ці групи сортів мають найкращий рівень адаптивності та реалізації потенціалу продуктивності. Варто зазначити, що найвищий потенціал урожайності проявляли кожного року різні зразки з різних груп: у 2016 р. – MCCORMICK / TREGO (середньорання), у 2017 р. – FRTL//Agri/NAC/3/Kalyoz-17 (середньостигла), у 2018 р. – T03/17 (середньопізня).

За результатом досліджень виділено зразки, які впродовж трьох років проявили стабільну стійкість до хвороби вищу за 7,5 балів суттєво перевищували стандарт за цією ознакою, а також позитивно характеризувались за іншими селекційними ознаками (табл. 5).



Таблиця 5. Характеристика кращих зразків пшениці м'якої озимої за стійкістю до борошністої роси та цінними господарськими ознаками, середнє за 2016 – 2018 рр.

Зразок	Стійкість до борошністої роси, бал	Висота рослини, см	Маса <sup>1)</sup> 1000 насінин, г	Урожайність, г/м <sup>2</sup>
Подольанка, ст.	5,5	83,5	50,0	554
Afina	7,9	86,5	45,2	473
Fiorina	8,1	71,5	44,0	448
Vorona/HD2402//STEKLOVI DNAYA24	7,9	82,5	47,2	666
TAM200/KAUZ//GOLDMARK/3/BETTY	7,6	78,5	36,0	484
Trakia//Maga74/MON/3/SHANI/4/EBVD99-1	7,6	85,0	46,4	531
TAM200/KAUZ/4/BEZ/NAD//KZM(ES85 24)/3/F900K	7,9	79,5	48,4	589
ETA/K-62905=ESTER	7,8	98,0	48,4	620
Cv.Rodina/Ae. Speltoides (10 KR)	7,8	90,0	56,0	761
$\bar{X}$	7,8	83,9	46,5	571
HP <sub>0,05</sub>	2,06	9,72	-	204

Примітка: 1) Маса 1000 насінин 2018 р.

За висотою рослин зразки розподілено на дві групи за шкалою [31]: середньорослі (81 – 110 см) – Afina, Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, Trakia //Maga7 4 / MON / 3 / SHANI / 4 / EBVD99-1, ETA / K-62905 = Ester, Cv. Rodina /Ae. speltoides (10 KR); напівкарликові (51 – 80 см) – Florina, TAM 200 /KAUZ //Goldmark /3/ Betty, TAM 200 /Kauz /4/ BEZ / NAD // KZM (ES85 24) /3/ F900K.

Маса 1000 насінин, окрім вкладу при формуванні загальної продуктивності, є одним з найважливіших ознак, що характеризує господарську та технологічну цінність зерна пшениці. За масою 1000 насінин зразки, які виділені за стійкістю до борошністої роси розподілено на три групи за шкалою [31]: низька (31 – 38 г), середня (39 – 46 г), велика (47 – 54 г), дуже велика (>54). До першої групи віднесено один зразок (TAM200 / KAUZ // Goldmark /3/ Betty), до другої – три (Afina, Fiorina, Trakia// Maga 74/ MON / 3/ SHANI / 4 /EBVD99-1), до третьої – три (Vorona / HD2402 //Steklovidnaya 24, TAM200 / Kauz /4/ BEZ/NAD // KZM (ES85 24) /3/ F900K, ETA/K-62905=Ester).

Зразки зі стійкістю до борошністої роси за врожайністю розподілено на дві групи, зокрема низькопродуктивні з продуктивністю до 500 г/м<sup>2</sup> (Afina, Fiorina, TAM200 / KAUZ // Goldmark /3/Betty), середньо-продуктивні – 500 – 750 г/м<sup>2</sup> (Vorona /HD2402 // Steklovidnaya 24, Cv.Rodina /Ae. speltoides (10 KR) Trakia // Maga74 / MON / 3 / SHANI / 4 / EBVD99-1, TAM200 /KAUZ /4/BEZ/ NAD// KZM(ES85 24)/3/F900K, ETA/K-62905=Ester). Таким чином, всебічне вивчення зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT сприяло виявленню генотипів з високим ступенем стійкості до борошністої роси та високими рівнями прояву цінних господарських ознак.

### ВИСНОВКИ

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу визначено, що прояв мінливості за стійкістю до борошністої роси у зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN суттєво найбільш залежав від генотипу – 44 %.

За тривалістю вегетаційного періоду зразки розподілено на чотири групи: ранньостиглі – три, середньоранні – чотири, середньостиглі – 22, середньопізні – шість. Найвища частка стійких генотипів (вище 6 балів) до борошністої роси був у середньостиглих зразків і становив 56 %. Найвища стійкість виявлена в умовах 2016 р. (8,1 балів), а найнижча

– 2018 р. (7,3 бали), середній рівень за три роки склав 7,6 бали. Виділено зразок Fiorina з найвищою стійкістю (8,1 балів) до борошнистої роси.

Стабільну стійкість, вищу за 7,5 балів, упродовж трьох років проявили вісім зразків: Afina, Fiorina, Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, TAM 200 / Kauz // Goldmark /3/ Betty, Trakia // Maga 74 / MON /3/ SHANI /4/ EBVD991, TAM200 /KAUZ /4/ BEZ /NAD // KZM(ES85 24) /3/ F900K, ETA/K-62905=Ester, Cv. Rodina / Ae. speltoides (10 KR).

Найвищу врожайність зафіксовано в умовах 2017 р. (621 г/м<sup>2</sup>), а середній рівень за три роки становив 573 г/м<sup>2</sup>. При цьому розмах варіювання в середньому по досліді за три роки становив 119 г/м<sup>2</sup>, мінімальний – 83 г/м<sup>2</sup>, максимальний – 183 г/м<sup>2</sup>.

Найвища врожайність виявлена у середньоранніх та середньостиглих біотипів – по 588 г/м<sup>2</sup>, що свідчить про найкращий рівень адаптивності та реалізації потенціалу врожайності. Найвищий потенціал урожайності виявили за роками різні зразки з груп: у 2016 р. – MCCORMICK / TREGO (середньорання), у 2017 р. – FRTL // AGRI / NAC /3/ KALYOZ-17 (середньостигла), у 2018 р. – T03/17 (середньопізня).

Всебічне вивчення зразків пшениці м'якої озимої 4<sup>th</sup> WWSRRN CIMMYT дало можливість виявити генотипи з високим ступенем стійкості до борошнистої роси та цінними господарськими ознаками: Cv. Rodina / Ae. speltoides (10 KR), Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, ETA / K-62905=ESTER, Cv. Rodina / Ae. speltoides (10 KR). Вони можуть бути рекомендовані як джерела стійкості до патогена, високої адаптивності та продуктивності у програмах по створенню нового селекційного матеріалу пшениці озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wiersma A. T., Pulman J. A., Brown L. K. Identification of *Pm58* from *Aegilops tauschii*. *Theor Appl Genet*, 2017. № 130. P. 1123–1133.
2. Liu W., Koo D. H., Xia Q. Homoeologous recombination-based transfer and molecular cytogenetic mapping of powdery mildew-resistant gene *Pm57* from *Aegilops searsii* into wheat. *Theor Appl Genet*, 2017. № 130. P. 841–848.
3. He R., Chang Z., Yang Z. Inheritance and mapping of a powdery mildew resistance gene *Pm43* introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat. *Theor Appl Genet*, 2009. №118. P. 1173–1180.
4. Luo P. G., Luo H. Y., Chang Z. J. Characterization and chromosomal location of *Pm40* in common wheat: a new gene for resistance to powdery mildew derived from *Elytrigia intermedium*. *Theor Appl Genet*, 2009. № 118. P. 1059–1064.
5. Shen X. K., Ma L. X., Zhong S. F. Identification and genetic mapping of the putative *Thinopyrum intermedium*-derived dominant powdery mildew resistance gene *PmL962* on wheat chromosome arm 2BS. *Theor Appl Genet*, 2015. № 128. P. 517–528.
6. Діденко С. Ю., Реліна Л. І., Усова З. В. та ін. Створення ліній пшениці озимої м'якої з залученням генетичної плазми *Thinopyrum intermedium*. *Генетичні ресурси рослин*, 2017. № 20. P. 21-31.
7. Zeng D. Y., Hao M., Luo J. T. Amphitelic orientation of centromeres at metaphase I is an important feature for univalent-dependent meiotic nonreduction. *J Genet*. 2014. № 93. P. 531–534.
8. Zhang R, Sun B, Chen J. *Pm55*, a developmental-stage and tissue-specific powdery mildew resistance gene introgressed from *Dasyphyrum villosum* into common wheat. *Theor. Appl. Genet*, 2016. № 129. P. 1975–1984.
9. Ren T. H., Yang Z. J., Yan B. J. Development and characterization of a new 1BL.1RS translocation line with resistance to stripe rust and powdery mildew of wheat. *Euphytica*, 2009. № 169. P. 207–213.
10. Friebe B., Zhang P., Linc G. Robertsonian translocations in wheat arise by centric misdivision of univalents at anaphase I and rejoining of broken centromeres during interkinesis of meiosis II. *Cytogenet. Genome Res*, 2005. № 109. P. 293–297.

11. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. Селекційна еволюція миронівських пшениць : монографія / під заг. ред. В. А. Власенко. Миронівка, 2012. 330 с.
12. Осьмачко О. М. Селекція на стійкість проти хвороб пшениці м'якої озимої за участі пшенично-житніх транслокацій : дисертація на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук : спец. 06.01.05 – селекція і насінництво. Суми, 2018. 240 с.
13. Осьмачко О. М., Власенко В. А. Характеристика комерційних сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-генетичного походження за стійкістю проти борошнистої роси в умовах північно-східного лісостепу. Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Суми, 2016. Вип. 2 (31). С. 183–188.
14. Власенко В. А., Осьмачко О. М. Характеристика врожайності комерційних сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-генетичного походження в умовах північно-східного лісостепу України. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. Житомир, 2016. Т.1, №1 (53). С. 158–167.
15. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Комбінаційна здатність за масою 1000 насінин сортів пшениці озимої з пшенично-житньою транслокацією 1AL/1RS. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань, 2016. № 1. С. 59–63.
16. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Ефекти пшенично-житніх транслокацій на комбінаційну здатність сортів пшениці озимої. Селекція і насінництво. Вип. 113. 2018. С. 8–17.
17. Власенко В. А. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції і виведення високопродуктивних сортів пшениці в умовах лісостепу України: дисертація на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.01.05 селекція рослин. Одеса, 2008. 419 с.
18. Khondoker A. M, Pawan K.S., Sonder K, Kruseman G, Erenstein O. Averting wheat blast by implementing a 'wheat holiday': In search of alternative crops in West Bengal, India. Plos one, 2019. № 20. P. 1-19. URL: <https://www.cimmyt.org/wheat-crp/> (дата звернення 02.05.2019).
19. McIntosh R. A., Hart G. E., Devos K. M., Gale M. D., Rogers W. J. Catalogue of gene symbols for wheat. Pros. 9<sup>th</sup> Intern. Wheat Genetics Symp. Saskatoon (August 2–7 1998), Saskatchewan, Canada, 1998. Vol. 5. P. 123–145.
20. Козуб Н. О., Созінов І. О., Колючий В. Т., Власенко В. А., Собко Т. О., Созінов О. О. Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. Цитологія і генетика. 2005. 39. №4. С. 20–24.
21. Pretorius Z. A. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. tritici in Uganda. Plant Disease, 2000. 84. № 5. P. 203.
22. Olson E. L., Brown-Guedira G., Marshalf D. S., Jin Y., Mergoum M., Lowe I., Dubcovsky J. Genotyping of U.S. wheat germplasm for presense of stem rust resistance genes *Sr24*, *Sr36*, and *Sr1RS<sup>Amigo</sup>*. Crop Science, 2010. 50. P. 668–675.
23. Козуб Н. А., Созинов И. А., Собко Т. А., Колючий В. Т., Власенко В. А., Нецветаев В. П., Созинов А. А. Сорты мягкой пшеницы украинской и российской селекции с геном устойчивости к стеблевой ржавчине *SrRs<sup>Amigo</sup>*. Управление производственным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы. Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35-лет. образования Белгородского НИИСХ (15–16 июля 2010 г). Белгород : Отчий край, 2010. С. 222–225.
24. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: загальна частина. Охорона прав на сорти рослин : офіційний бюл. / гол. ред. В. В. Волкодав. К.: Алефа, 2003. Вип.1, ч.3. 106 с.
25. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985, 315 с.
26. Бабаянц Л., Мештерхази А., Бехтер Ф. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членах СЭВ. Прага, 1988. 321 с.

27. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Черняєва І. М. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навч. посібник. Х. : Ін.-т. рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
28. Журнал для запису метеорологічних спостережень метеопоста Інституту сільського господарства Північного Сходу. 2016. 12 с.
29. Журнал для запису метеорологічних спостережень метеопоста Інституту сільського господарства Північного Сходу. 2017. 12 с.
30. Журнал для запису метеорологічних спостережень метеопоста Інституту сільського господарства Північного Сходу. 2018. 12 с.
31. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. / под общ. ред. В. А. Корнейчук. Ленинград, 1989. 50 с.

#### REFERENCES

1. Wiersma AT, Pulman JA, Brown LK. 2017. Identification of *Pm58* from *Aegilops tauschii*. *Theor. Appl. Genet.* 130: 1123-1133.
2. Liu W, Koo DH, Xia Q. 2017. Homoeologous recombination-based transfer and molecular cytogenetic mapping of powdery mildew-resistant gene *Pm57* from *Aegilops searsii* into wheat. *Theor. Appl. Genet.* 130: 841-848.
3. He R, Chang Z, Yang Z. 2009. Inheritance and mapping of a powdery mildew resistance gene *Pm43* introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat. *Theor. Appl. Genet.* 118: 1173-1180.
4. Luo PG, Luo HY, Chang ZJ. 2009. Characterization and chromosomal location of *Pm40* in common wheat: a new gene for resistance to powdery mildew derived from *Elytrigia intermedium*. *Theor. Appl. Genet.* 118: 1059-1064.
5. Shen XK, Ma LX, Zhong SF. 2015. Identification and genetic mapping of the putative *Thinopyrum intermedium*-derived dominant powdery mildew resistance gene *PmL962* on wheat chromosome arm 2BS. *Theor. Appl. Genet.* 128: 517-528.
6. Didenko SYu, Relina LI, Usova ZV. 2017. Creation of bread winter wheat lines with the involvement of the genetic plasma of *Thinopyrum intermedium*. *Genet Resur Rosl.* 20: 21-31.
7. Zeng DY, Hao M, Luo JT. 2014. Amphitelic orientation of centromeres at metaphase I is an important feature for univalent-dependent meiotic nonreduction. *J. Genet.* 93: 531-534.
8. Zhang R, Sun B, Chen J. 2016. *Pm55*, a developmental-stage and tissue-specific powdery mildew resistance gene introgressed from *Dasypyrum villosum* into common wheat. *Theor. Appl. Genet.* 129: 1975-1984.
9. Ren TH, Yang ZJ, Yan BJ. 2009. Development and characterization of a new 1BL.1RS translocation line with resistance to stripe rust and powdery mildew of wheat. *Euphytica.* 169: 207-213.
10. Friebe B, Zhang P, Linc G. 2005. Robertsonian translocations in wheat arise by centric misdivision of univalents at anaphase I and rejoining of broken centromeres during interkinesis of meiosis II. *Cytogenet. Genome Res.* 109: 293-297.
11. Vlasenko VA, Kochmarskyi VS, Koliuchy VT. 2012. Breeding evolution of Myronivka wheat: monograph. Myronivka; 330 p.
12. Osmachko OM. 2018. Breeding for resistance to diseases of winter bread wheat with the involvement of wheat-rye translocations: thesis for the Academic Degree of Candidate of Agricultural Sciences: specialty 06.01.05. Breeding and Seed Production. Sumy; 240 p.
13. Osmachko OM, Vlasenko VA. 2016. Characteristics of commercial winter bread wheat varieties of different eco-genetic origin in terms of resistance to powdery mildew under the conditions of the north-eastern forest-steppe. *Visn Sum Nat Ahr Univ.* 2(31): 183-188.
14. Osmachko OM, Vlasenko VA. 2016. Characteristics of the yield capacity of commercial winter bread wheat varieties of different eco-genetic origin under the conditions of the north-eastern forest-steppe of Ukraine. *Visn Zhyt Nat Ahroekol Univ.* 1(53): 158-167.

15. Bakumenko OM, Vlasenko VA. 2016. Combining ability for 1000-seed weight of winter wheat cultivars with the wheat-rye translocation 1AL/1RS. *Visn Uman Nat Univ Sadivn.* 1: 59-63.
16. Bakumenko OM, Vlasenko VA. 2018. Effects of wheat-rye translocations on the combining ability of winter bread wheat cultivars. *Selekt i Nasin*; 113: 8-17.
17. Vlasenko VA. 2008. Development of starting material for adaptive breeding and selection of high-yielding wheat varieties in the forest-steppe of Ukraine: thesis for the Academic Degree of Doctor of Agricultural Sciences: specialty. 06.01.05. Plant Breeding. Odesa; . 419 p.
18. Khondoker A, Pawan KS, Sonder K, Kruseman G, Erenstein O. 2019. Averting wheat blast by implementing a 'wheat holiday': In search of alternative crops in West Bengal, India. *Plos one*; 20: 1-19. [Internet]. [cited 2019 Apr 7]; Available from: <https://www.cimmyt.org/wheat-crp/>
19. McIntosh RA, Hart GE, Devos KM, Gale MD, Rogers WJ. 1998. Catalogue of gene symbols for wheat. *Pros. 9<sup>th</sup> Intern. Wheat Genetics Symp.* Saskatoon, Saskatchewan, Canada; 5: 123-145.
20. Kozub NO, Sozinov IO, Koliuchyi VT, Vlasenko VA, Sobko TO, Sozinov OO. 2005. Identification of the translocation 1AL/1RS in wheat bread varieties bred in Ukraine. *Cytol Genet.* 39(4): 20-24.
21. Pretorius ZA. 2000. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease.* 84(5): 203 p.
22. Olson EL, Brown-Guedira G, Marshall DS, Jin Y, Mergoum M, Lowe I, Dubcovsky J. 2010. Genotyping of U.S. wheat germplasm for presence of stem rust resistance genes *Sr24*, *Sr36*, and *Sr1RS<sup>Amigo</sup>*. *Crop Sci.* 50: 668-675.
23. Kozub NA, Sozinov YA, Sobko TA, Koliuchyi VT, Vlasenko VA, Netsvetayev VP, Sozinov AA. 2010. Common wheat varieties bred in Ukraine and Russia carrying the gene *SrRS<sup>Amigo</sup>* of resistance to stem rust. Management of Productive Processes in Agrotechnologies of the 21<sup>st</sup> century: Reality and prospects. Abstracts of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 35<sup>th</sup> anniversary of Belgorod Research Institute of Agriculture, July 15-16. Belgorod: Otchiy Kray; 201: 222-225.
24. Methods of the state trials of plant varieties for suitability for dissemination in Ukraine: the general. *Okhorona Prav na Sorty Roslyn: official bulletin.* / under general editorship of V.V. Volkodav. 2003. K.: Alefa; 3. 106 p.
25. Dospekhov BA. 1985. Methods of field experimentation. M.: Kolos; 315 p.
26. Babayants L, Meshterkhazi A, Bekhter F. 1988. Methods of breeding and evaluation of wheat and barley for resistance to diseases in CMEA countries. Prague; 321 p.
27. Kyrychenko VV, Petrenkova VP, Cherniaieva IM. 2012. Basics of field crop breeding for resistance to harmful organisms: manual. Kh.: Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev;; 320 p.
28. Log of meteorological data records of the Institute of Agriculture of the Northern East; 2016. 12 p.
29. Log of meteorological data records of the Institute of Agriculture of the Northern East; 2017. 12 p.
30. Log of meteorological data records of the Institute of Agriculture of the Northern East; 2018. 12 p.
31. Korneychuk VA, editor. 1989. CMEA's extended harmonized classifier of the genus *Triticum L.* Leningrad; 50 p.

Осьмачко Е. Н., Власенко В. А., Бакуменко О. Н., Тао Е., Ошомок Т. В.  
 Сумської національний аграрний університет  
 ул. Г. Кондратьєва, 160, Сумы, 40021, Україна  
 E-mail: [Lenaosmachko1978@ukr.net](mailto:Lenaosmachko1978@ukr.net)

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ ОБРАЗЦОВ *TRITICUM AESTIVUM* L. 4<sup>th</sup> WWSRRN СИММУТ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

**Цель.** Выяснить иммунологические свойства образцов СИММУТ 4<sup>th</sup> WWSRRN в отношении устойчивости к мучнистой росе в условиях северо-восточной лесостепи Украины и выделить источники резистентности исследуемого признака.

**Результаты и обсуждение.** Материалом служили 35 образцов СИММУТ питомника 4<sup>th</sup> WWSRRN. Оценку устойчивости растений пшеницы к мучнистой росе проводили на естественном инфекционном фоне с использованием сортов-накопителей инфекции (Керпок, Agassis) согласно общепринятых методик. Для определения урожайных свойств сортов проводили структурный анализ снопового материала. В ходе анализа определяли высоту растений, массу 1000 семян. Обработку биометрических данных проводили математико-статистическими методами. Было определено, что проявление изменчивости по устойчивости к мучнистой росе у образцов 4<sup>th</sup> WWSRRN достоверно наиболее зависело от генотипа – 44 %. По результатам трёхлетнего исследования, установлено, что самая высокая устойчивость выявлена у среднепоздних морфотипов – 7,3 балла, наименьшая – у среднеспелых – 6,3, хотя эти же образцы имели самую высокую адаптивность, поскольку размах варьирования составлял 0,8 баллов. Проведен сравнительный анализ образцов различных групп спелости. Учеты показывают, что самая высокая доля высокоустойчивых генотипов зафиксирована в среднепоздней группе и составила 83 %. Исследуемые образцы сравнили с сортом-стандартом Подолянка по устойчивости к мучнистой росе. Было выявлено 13 образцов, которые существенно превышали стандарт. Исследованиями выделено образец Fiorina с высокой устойчивостью (8,1 баллов) к патогену. Рассмотрев средние показатели по четырём группам спелости, можно констатировать, что самая высокая урожайность обнаружена у сортов среднеранней и среднеспелой групп – по 588 (г/м<sup>2</sup>). Следовательно, эти группы сортов имеют лучший уровень адаптивности.

**Выводы.** Всестороннее изучение образцов 4<sup>th</sup> WWSRRN СИММУТ на природном инфекционном фоне с использованием сортов накопителей инфекции позволило выявить образцы с высокой степенью резистентности к возбудителю мучнистой росы и другими хозяйственно-ценными признаками: Cv. Rodina / AE. Speltoides (10 KR), Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24 ETA / K-62905 = ESTER, Cv. Rodina / AE. Speltoides (10 KR). Они могут быть рекомендованы как источники устойчивости к патогену, высокой адаптивности и продуктивности в программах по созданию нового селекционного материала пшеницы мягкой озимой.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, источник, устойчивость, патоген, мучнистая роса, сорт, образец, урожайность.

Osmachko O.M., Vlasenko V.A., Vakumenko O.M., Tao Ye, Oshomok T.V.  
 Sumy National Agrarian University  
 160, H. Kondratiev str., Sumy, 40021, Ukraine  
 E-mail: Lenaosmachko1978@ukr.net

## EVALUATION OF CIMMYT'S *TRITICUM AESTIVUM* L. ACCESSIONS FROM THE 4<sup>TH</sup> WWSRRN FOR RESISTANCE TO POWDERY MILDEW IN THE NORTH-EASTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

**Aim.** To determine immunological characteristics of CIMMYT's accessions from the 4<sup>th</sup> WWSRRN for resistance to powdery mildew in the north-eastern forest-steppe of Ukraine and to select resources of resistance of the train of interest.

**Results and Discussion.** Thirty five CIMMYT's accessions from the 4<sup>th</sup> WWSRRN were taken as the test material. Resistance of wheat plants to powdery mildew was assessed on natural infectious background using varieties - infection accumulators (Keprok, Agassis) in compliance with conventional. To determine the yield capacity of the varieties, we analyzed the plant morphology in harvested sheaves. We measured the plant height and 1000-seed weight. The data were statistically processed. We found that the variability of resistance to powdery mildew in the 4<sup>th</sup> WWSRRN accessions significantly depended on the genotype – 44 %. In a three-year study, we discovered that the highest resistance was intrinsic to the middle-late group (7.3 points), and the lowest one – to the mid-ripening group (6.3 points), though these accessions had the highest adaptability because the variability was 0.8 points. We compared accessions belonging to various ripeness groups. The middle-late group contained the highest percentage of highly resistant genotypes – 83 %. The test accessions were compared with check variety Podolianka for resistance to powdery mildew. Thirteen accessions significantly exceeding the check variety were identified. We distinguished accession Fiorina with high resistance (8.1 points) to the pathogen. Having examined the averages for the 4 ripeness groups, we can state that the highest yields were produced by accessions from the mid-early and mid-ripening groups - 588 g/m<sup>2</sup>. Therefore, these groups of varieties have the best adaptability.

**Conclusions.** The comprehensive study of the CIMMYT's accessions from the 4<sup>th</sup> WWSRRN on natural infectious background using varieties - infection accumulators allowed us to single out accessions with high resistance to the powdery mildew pathogen and other economically valuable characteristics: Cv. Rodina/AE. Speltoides (10 KR), Vorona / HD2402 // Steklovidnaya 24, ETA / K-62905=ESTER, Cv. Rodina / Ae. Speltoides (10 KR). They can be recommended as sources of resistance to the pathogen, high adaptability and performance for programmes developing new breeding material of winter wheat.

**Keywords:** *winter wheat, source, resistance, pathogen, powdery mildew, varieties, accession, yield capacity.*