

**УРОЖАЙНІСТЬ, ПЛАСТИЧНІСТЬ ТА СТАБІЛЬНІСТЬ ЯЧМЕНЮ
ОЗИМОГО У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

В. М. Гудзенко

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

Наведено результати багаторічного (2004-2012 рр.) дослідження ячменю озимого в умовах Лісостепу України. З використанням низки математично-статистичних методів оцінки параметрів пластичності і стабільності визначено норму реакції різних генотипів за врожайністю на контрастні гідротермічні умови вирощування. Виділено сорти, що характеризуються підвищеним рівнем врожайності та адаптивністю.

Ячмінь озимий, врожайність, норма реакції генотипу, адаптивність, стабільність, пластичність, гомеостатичність, селекційна цінність, рейтинг адаптивності сорту

Ячмінь – одна з провідних зернових культур у світовому землеробстві. За посівними площами та валовим виробництвом зерна він поступається лише пшениці, рису і кукурудзі. Основну частину посівних площ в Україні традиційно займав ячмінь ярий – 3,5-4,0 млн. га, озимий – вирощувався на площі 300-450 тис. га [1]. Однак останніми роками намітилась тенденція до розширення посівних площ саме ячменю озимого, які збільшились у 3,5-4,0 рази (рис. 1).

Хоча південні області країни і АР Крим залишаються й на сьогодні основними регіонами вирощування ячменю озимого, проте суттєво зросли його посіви у Лісостепу. Слід зазначити, що збільшення посівів ячменю озимого і відповідно зменшення ярого, характерне і для країн західної Європи, зокрема Франції [2]. Селекціонерами цих країн досягнуто значних успіхів у поліпшенні господарсько біологічних ознак і властивостей та морфотипу ячменю озимого в цілому. Сучасні сорти ячменю озимого фірм Secobra (Cartel, Maskara, Wintmalt, Nektaria, Salamandra), Syngenta (Winsome, Flagon, Purdey, Suzuka, Sequel), Nickerson (Cassata, Pearl), KWS (KWS-Cassia, Saffron) та ін., мають високий потенціал врожайності, стійкість до вилягання та хвороб [3]. Ряд сортів (Wintmalt, Maskara, Purdey, Cassata, Pearl, Winsome, Vanessa, Esterel, Cartel) відзначаються високими пивоварними властивостями, добре адаптовані до умов Західної Європи де на високих агрофонах і при достатньому рівні зволоження формують високі врожаї.

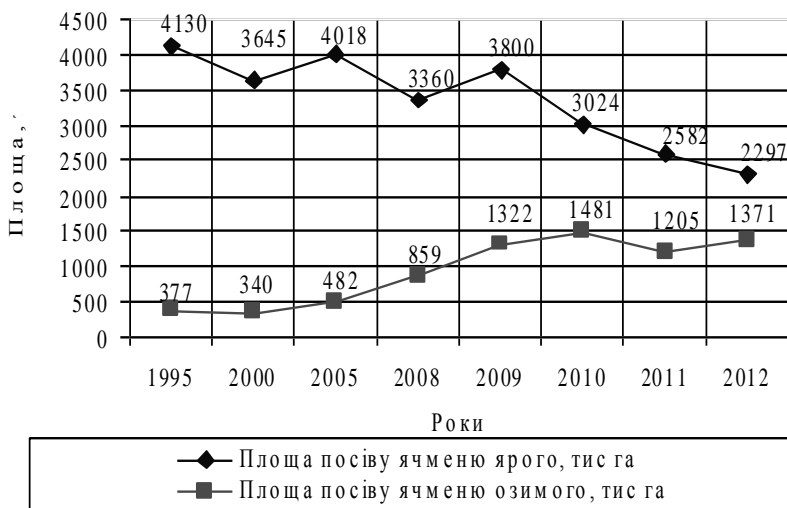


Рис. 1. Динаміка посівних площ ячменю в Україні, тис га, 1995-2012 рр.

Частина сортів ячменю озимого, що використовуються у зерновиробництві України, характеризуються нестабільністю за роками у зв'язку з низьким потенціалом врожайності, недостатньою посухостійкістю, сприйнятливістю до хвороб та схильністю до вилягання, а втрати врожаю зерна ячменю озимого від несприятливих умов перезимівлі є ще суттєвішими. Відомо, що адаптивний потенціал генотипу досить тісно пов'язаний з конкретними екологічними умовами, а тому оцінка сортів ячменю озимого у Лісостепу України є на сьогодні актуальним завданням.

Досліди закладали на полях селекційної сівозміни МПП у 2004-2012 рр. у відповідності до «Методики державного сортовипробування» [4]. Об'єктом досліджень були 24 генотипи ячменю озимого, створені у різні роки в селекційних установах України, Росії та Чехії. Зокрема, сорти селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МПП) – Бемір 2, Радон, Миронівський 93, Рицар, Зубен, Миронівський 87, Паллідум 77, Борисфен, Ковчег, Сейм, Тутанхамон та Жерар; Селекційно-генетичного інституту – НЦНС НААН (СГІ-НЦНС) – Одеський 165, Росава, Тамань, Основа та Манас; Кримської ДСГДС НААН – Онега і Югодар, Краснодарського НДІСГ ім. П. П. Лук'яненко – Вавілон та Циклон; два сорти і селекційна лінія з Чехії (Осева Ексімпо Прага) – Kromoz, Luxog та SG-L-72. Сівбу проводили сівалкою СН-10Ц в оптимальні строки: 25 вересня – 1 жовтня. Облікова площа ділянки – 10 м², повторність – триразова. Норма висіву – 4,5 млн/га. Для поглибленої оцінки реакції генотипу на зміну умов вирощування використали одні з найбільш поширених як у вітчизняній, так і світовій селекційній практиці математично-статистичні підходи розрахунку па-

раметрів адаптивності. Зокрема, коефіцієнт екологічної пластичності (b_i) визначали за К. W. Finlay, G. N. Wilkinson [5], показник стабільності (σ^2_{di}) за S. A. Eberhart, W. A. Russell [6], показники гомеостатичності (Hom) та селекційної цінності (Sc) за В. В. Хангільдіним, М. А. Литвиненком [7], загальну адаптивну здатність (ЗАЗ), варіансу специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{САЗi}$), відносну стабільність генотипу (Sgi), селекційну цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації (Kgi) та параметри середовища, як фону для оцінки генотипів за А. В. Кільчевським, Л. В. Хотильовою [8]. Ранжирування виконували згідно з Дж. У. Снедекором [9], розрахунок рейтингу адаптивності сорту (РАС) за В. А. Власенком [10]. Детально значення кожного з параметрів адаптивності описані у названих джерелах і наших публікаціях [11-13]. Тому надалі зосередимось переважно на обговоренні отриманих результатів.

Погодні умови 2004-2012 рр. характеризувались контрастними гідротермічними показниками впродовж вегетації ячменю озимого, що сприяло оцінці потенціалу врожайності та норми реакції сортів на їх зміну. Про це переконливо свідчать параметри середовища (табл. 1). Найсприятливішим для росту і розвитку рослин ячменю був 2004 р., у якому досліджувані генотипи сформували найвищу середню врожайність по досліді ($u+dk$) – 7,50 т/га, найгіршими – 2011 р. та 2007 р. – 3,06 т/га та 3,11 т/га відповідно. Найвищою диференціюючою здатністю ($\sigma^2_{ДЗСк}$) середовища характеризувались 2009, 2004 та 2006 рр., найнижчою – 2008 р. Найвища відносна диференціююча здатність (Sek) відмічена у 2006-2007 рр., найнижча – у 2008 р.

Таблиця 1

Параметри середовища (року) як фону для оцінки генотипів, 2004-2012 рр.

Рік	$u+dk$	dk	$\sigma^2(GxE)_{ek}$	$\sigma^2_{ДЗСк}$	Lek	Sek	Kek
2012	5,05	1,88	7,86	21,77	0,36	9,25	1,77
2011	3,06	-17,97	7,56	15,50	0,49	12,87	1,26
2010	3,34	-15,15	9,73	16,04	0,61	11,98	1,30
2009	5,66	8,03	21,89	49,03	0,45	12,37	3,99
2008	5,62	7,59	14,51	10,40	1,39	5,74	0,85
2007	3,11	-17,45	21,24	25,10	0,85	16,10	2,04
2006	4,22	-6,35	23,03	45,70	0,50	16,01	3,72
2005	6,34	14,87	6,94	20,94	0,33	7,21	1,70
2004	7,50	26,41	23,78	48,97	0,49	9,33	3,98

Найвищу врожайність (5,60-5,41 т/га) у середньому за 2004-2012 рр. мали сорти Тутанхамон, Жерар, Сейм та Борисфен (табл. 2). Решта відчутно поступались їм. Слід відмітити, що сорти Жерар, Тутанхамон та Борисфен відзначились і найвищим значенням максимальної врожайності за даний період ($\max=8,73-8,61$ т/га).

Таблиця 2

Середня врожайність, норма реакції генотипу, пластичність та стабільність сортів ячменю озимого в умовах МП, 2004-2012 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Lim, т/га		R, т/га	Hom	Sc	bi	σ_{di}^2
		min	max					
Тутанхамон	5,60	3,88	8,71	4,83	19,52	2,50	1,01	1,43
Жерар	5,56	3,13	8,73	5,60	16,74	2,00	1,16	1,81
Сейм	5,41	3,41	7,39	3,98	21,22	2,50	0,87	0,84
Борисфен	5,40	2,98	8,61	5,63	16,73	1,87	1,07	3,43
Основа	5,08	3,06	7,79	4,73	17,30	2,00	0,94	0,95
Паллідум 77	5,00	2,84	7,98	5,14	14,14	1,78	1,12	0,93
Миронівський 87	4,99	3,37	7,53	4,16	16,22	2,23	0,97	1,02
Миронівський 93	4,96	2,99	7,16	4,17	15,93	2,07	0,98	0,66
Онега	4,94	2,76	7,57	4,81	15,14	1,80	1,02	0,87
Ковчег	4,89	2,77	7,49	4,72	14,60	1,81	1,02	1,82
Циклон	4,89	2,76	7,49	4,73	14,70	1,80	1,03	1,01
Кромоз	4,89	2,55	8,20	5,65	12,21	1,52	1,24	1,09
Лухог	4,87	2,79	8,36	5,57	12,62	1,62	1,19	1,26
Рицар	4,85	3,15	6,54	3,39	19,11	2,34	0,77	1,19
Одеський 165	4,83	2,87	7,54	4,67	13,87	1,84	1,05	1,69
Манас	4,80	2,93	6,97	4,04	15,74	2,02	0,90	2,01
Зубен	4,80	1,63	7,93	6,30	11,91	0,99	1,19	3,57
Росава	4,73	2,79	6,93	4,14	14,84	1,90	0,95	1,06
Югодар	4,63	2,65	6,55	3,90	14,09	1,87	0,95	1,36
SG-L-72	4,58	2,48	7,49	5,01	12,47	1,52	1,07	0,79
Тамань	4,53	2,59	7,29	4,70	12,96	1,61	0,94	4,98
Вавілон	4,47	2,67	6,42	3,75	14,49	1,86	0,86	1,12
Радон	4,31	2,83	7,01	4,18	13,26	1,74	0,87	1,42
Бемір 2	4,09	2,19	6,28	4,09	11,96	1,43	0,83	3,67

HP₀₅

0,24

Найширший розмах варіювання врожайності відмічено у сорту Зубен – R=6,30 т/га, що пов'язано з його незадовільною перезимівлею у 2009/2010 р. і як наслідок низькою врожайністю – 1,63 т/га.

Краще співвідношення середньої врожайності та показника екологічної пластичності відмічено у сортів Тутанхамон (5,60 т/га, bi=1,01) і Борисфен (5,40 т/га, bi=1,07). Окрім названих, за середньою врожайністю суттєво переважали інші сорти: Жерар – 5,56 т/га та Сейм – 5,41 т/га. Перший був більш чутливим до покращення умов вирощування (bi=1,16) порівняно з названими, Сейм – навпаки слабше реагував на їх зміну (bi=0,87).

Вищою стабільністю за показником середньоквадратичного відхилення теоретичних значень ознаки від фактичних ($\sigma_{dt}^2=0,66-0,87$) відзначились – Миронівський 93, SG-L-72, Сейм та Онега.

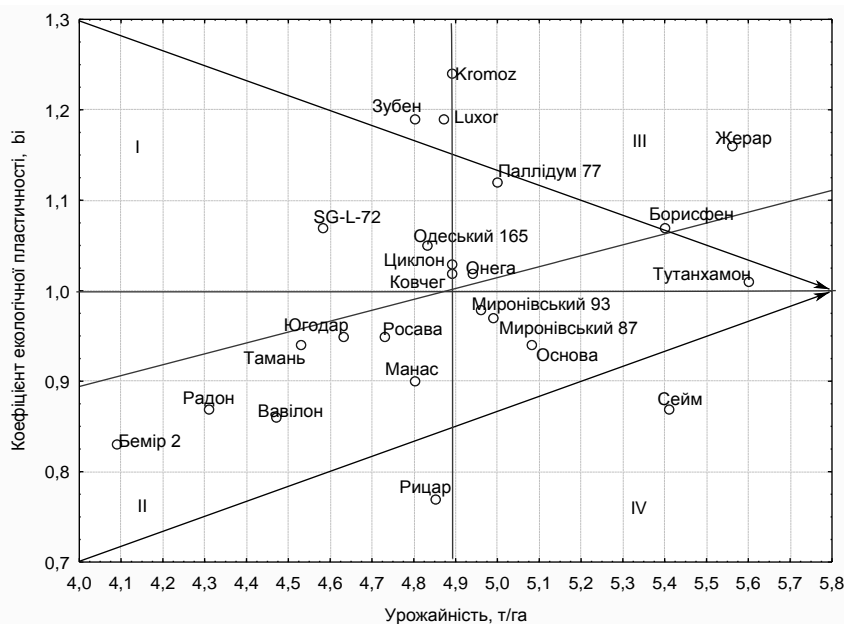


Рис. 2. Зв'язок між середньою врожайністю сортів ячменю озимого і коефіцієнтом екологічної пластичності, 2004-2012 рр.

Максимальний показник гомеостатичності (Hom) у порядку зниження мали Сейм, Тутанхамон, Рицар, Основа, Жерар та Борисфен. Найгіршими за цим параметром були Зубен, Бемір 2, Кромоз, SG-L-72 та Лухог. Поряд з параметром Hom , доцільно визначати показник селекційної цінності (Sc), що відображає трансформовану за стабільністю врожайність. Кращими за Sc були сорти – Сейм, Тутанхамон, Рицар, Миронівський 87, Миронівський 93, Манас, Основа та Жерар.

Найвищою загальною адаптивною здатністю (ЗАЗ), що свідчить про здатність генотипу підтримувати характерну величину фенотипового прояву ознаки за різних умов, характеризувались Тутанхамон, Жерар, Сейм та Борисфен (табл. 3). Найнижча ЗАЗ відмічена у сортів Бемір 2, Радон, Вавілон, Тамань та Югодар.

За варіансою специфічної адаптивної здатності (σ^2CA3i), яка більш інформативна у порівнянні з показником взаємодії генотип-середовище ($\sigma^2(G \times E)gi$), оскільки враховує компенсаційний ефект, кращу стабільність мали Рицар, Сейм, Вавілон, Бемір 2 та Радон.

Таблиця 3

Параметри адаптивної здатності та стабільності сортів ячменю озимого, 2004-2012 рр.

Сорт	3A3	$\sigma^2(G \times E)_{gi}$	$\sigma^2 CA3i$	Sgi	СЦГі	Kgi
Тутанхамон	7,25	9,99	25,80	28,67	3,16	1,07
Жерар	6,52	16,07	34,62	33,65	2,70	1,43
Борисфен	5,26	22,02	30,42	32,27	2,75	1,26
Сейм	5,34	8,52	18,97	25,45	3,32	0,78
Паллідум 77	1,20	8,58	31,15	35,32	2,32	1,29
Основа	2,05	6,87	22,22	29,33	2,82	0,92
Онега	0,66	5,39	26,00	32,61	2,49	1,07
Миронівський 87	1,12	6,22	23,50	30,72	2,66	0,97
Миронівський 93	0,77	4,03	23,67	31,05	2,62	0,98
Ковчег	0,10	11,20	26,73	33,45	2,40	1,10
Циклон	0,08	6,23	26,30	33,19	2,42	1,09
Рицар	-0,30	17,55	15,05	25,31	2,98	0,62
Kromoz	0,09	17,94	38,15	39,97	1,92	1,58
Лухог	-0,07	14,59	35,27	38,56	2,02	1,46
Одеський 165	-0,45	10,54	28,30	34,81	2,28	1,17
Росава	-1,48	6,94	22,66	31,82	2,44	0,94
Манас	-0,76	14,05	21,40	30,46	2,58	0,88
Зубен	-0,83	28,31	37,20	40,23	1,86	1,54
SG-L-72	-2,94	5,82	28,31	36,71	2,03	1,17
Югодар	-2,53	8,78	22,96	32,77	2,32	0,95
Тамань	-3,48	30,22	24,98	34,89	2,13	1,03
Вавілон	-4,05	10,50	19,00	30,82	2,38	0,79
Радон	-5,69	11,75	19,54	32,44	2,18	0,81
Бемір 2	-7,90	27,47	19,44	34,11	1,97	0,80

Відносна стабільність генотипу (Sgi) дозволяє порівнювати результати досліджень проведених із різними культурами та генотипами у різних умовах. По суті Sgi є аналогічним коефіцієнту варіації при вивченні генотипу у різних середовищах. Найнижчу Sgi мали Рицар, Сейм, Тутанхамон та Основа. Найбільшою Sgi характеризувались Зубен, Kromoz, Лухог та SG-L-72.

Для одночасної оцінки за потенціалом врожайності і стабільністю використовується показник селекційної цінності генотипу (СЦГі). За СЦГі кращими у порядку зниження були Сейм, Тутанхамон, Рицар, Основа, Борисфен та Жерар.

За показником компенсації-дестабілізації (Kgi), найбільш вираженим компенсуючим ефектом (Kgi=0,62-0,81) характеризувались сорти Рицар, Сейм, Вавілон, Бемір 2 та Радон, дестабілізуючим (Kgi=1,58-1,46) – Kromoz, Зубен, Лухог та Жерар.

Розглянуті показники пластичності та стабільності характеризують різні аспекти такого складного явища, як адаптивний потенціал сорту. Тому для узагальненої оцінки адаптивності певного генотипу є необхідність розрахунку середньозваженого показника, який би якомога повніше враховував значення різних параметрів. З цією метою можна використати групування за допомогою непараметричної статистики, що дозволяє визначити ранги за окремими показниками і розрахувати середній ранг за їх сумою [14]. Однак, як зазначає В. А. Власенко [15], потенціал продуктивності при цьому буде врахований лише частково, як одна рівноцінна з поміж інших характеристик. Тому він вважає за доцільне нормувати показник середнього значення суми рангів, розділивши на нього середню врожайність. У результаті цього потенціал продуктивності стає визначальним в інтегрованому параметрі, який запропонований під терміном “рейтинг адаптивності сорту” (РАС).

Для ранжирування зразків, окрім середньої врожайності, параметрів пластичності і стабільності, ми включили також мінімальну (min) та максимальну (max) врожайність за період досліджень. Вони інформують про крайні межі реалізованого потенціалу, а тому є важливими показниками норми реакції генотипів для даних градацій лімітуючих факторів. Вищі місця у рангових рядах, за показниками – x , \max та \min врожайність, ЗАЗ, СЦГі, Hom , Sc , присвоювали сортам за їх більшого числового значення, за показниками – $\sigma^2\text{CAZi}$, Sgi , σ^2_{di} при меншому. За коефіцієнтом b_i найвищий ранг надавали зразкам з $b_i=1,0$, зі зниженням по мірі віддалення від 1,0 як в сторону збільшення, так і зменшення.

Перше та друге місця у рейтингу адаптивності посіли відповідно сорти Тутанхамон та Сейм (табл. 4). Відчутно поступаючись останньому за відношенням врожайності до середнього рангу, третє місце зайняв сорт Основа. Четверте місце – Миронівський 87. Місця з п'ятого по сьоме посіли сорти Жерар, Миронівський 93 та Борисфен, що мали близькі значення за відношенням середньої врожайності (X) до середнього рангу (Y).

З огляду на суттєву перевагу сортів Тутанхамон та Сейм над іншими за врожайним та адаптивним потенціалом (про що свідчить відношення середньої врожайності до середнього рангу), є всі підстави стверджувати, що з даного набору сортів на сьогодні вони найбільш пристосовані до мінливих умов Лісостепу України. Поступаючись двом вище названим, проте кращу порівняно з іншими адаптивність продемонстрували сорти – Основа, Миронівський 87, Жерар, Миронівський 93 та Борисфен. Виділені у результаті досліджень сорти можуть бути використані як базові при розробці моделі сорту ячменю озимого для умов Лісостепу України. Не в останню чергу слід підкреслити їх цінність як джерел адаптивних ознак для залучення у схрещування.

Таблиця 4

Ранги за врожайністю, пластичністю, стабільністю та рейтинг адаптивності сортів ячменю ярого, 2004-2012 рр.

Сорт	Ранги за врожайністю і параметрами адаптивності											Y	X/Y	Рей- тинг
	X	min	max	ЗАЗ	σ^2 САСі	Sgi	СЦГі	Нom	Sc	bi	σ^2_{di}			
Тутанхамон	1	1	2	1	13	3	2	2	2	1	16	4	1,40	1
Сейм	3	2	15	3	2	2	1	1	1	10	3	4	1,38	2
Основа	5	6	8	5	7	4	4	4	7	7	6	6	0,89	3
Миронівський 87	7	3	11	7	10	6	7	7	4	3	8	7	0,75	4
Жерар	2	5	1	2	21	16	6	5	8	9	18	8	0,66	5
Миронівський 93	8	7	17	8	11	8	8	8	5	2	1	8	0,66	6
Борисфен	4	8	3	4	19	10	5	6	11	7	21	9	0,61	7
Рицар	14	4	22	14	1	1	3	3	3	13	12	8	0,59	8
Онега	9	16	9	9	14	12	10	10	15	3	4	10	0,49	9
Манас	16	9	19	16	6	5	9	9	6	8	20	11	0,43	10
Паллідум 77	6	11	6	6	20	20	16	15	17	8	5	12	0,42	11
Циклон	12	17	13	12	15	14	12	12	16	4	7	12	0,40	12
Росава	18	13	20	18	8	9	11	11	9	5	9	12	0,40	13
Ковчег	10	15	12	10	16	15	13	13	14	2	19	13	0,39	14
Одеський 165	15	10	10	15	17	18	17	17	13	5	17	14	0,35	15
Югодар	19	19	21	19	9	13	15	16	10	4	14	14	0,32	16
Вавілон	22	18	23	22	3	7	14	14	12	11	11	14	0,31	17
Лухог	13	14	4	13	22	22	21	20	19	10	13	16	0,31	18
Kromoz	11	21	5	11	24	23	23	22	22	12	10	17	0,29	19
Радон	23	12	18	23	5	11	18	18	18	9	15	15	0,28	20
SG-L-72	20	22	14	20	18	21	20	21	21	6	2	17	0,27	21
Тамань	21	20	16	21	12	19	19	19	20	6	24	18	0,25	22
Зубен	17	24	7	17	23	24	24	24	24	11	22	20	0,24	23
Бемір 2	24	23	24	24	4	17	22	23	23	12	23	20	0,21	24

Висновки. У результаті оцінки 24 генотипів ячменю озимого в умовах Лісостепу України у 2004-2012 рр. встановлено значний розмах варіювання врожайності (від 8,73 до 1,63 т/га) у залежності від гідротермічних умов року та генетичних особливостей сорту. За рейтингом адаптивності виділено сорти Тутанхамон та Сейм, які мали найоптимальніше поєднання врожайності та показників пластичності і стабільності з даного набору генотипів. Окрім них, на увагу заслуговують сорти Миронівський 87, Жерар, Миронівський 93 та Борисфен, які посіли у рейтингу адаптивності з третього по сьоме місце. Враховуючи, що сорти Тутанхамон, Сейм, Жерар, Борисфен та Основа внесені до Держреєстру України, їм слід надавати перевагу при формуванні сортового складу в господарствах Лісостепу України, що сприятиме підвищенню та стабілізації виробництва зерна ячменю. Виділені у результаті досліджень сорти необхідно взяти за основу при розробці елементів моделі сорту ячменю озимого для умов Лісостепу України, а також залучати до гібридизації як цінні джерела адаптивних ознак.

Список використаних джерел

1. *Лінчевський А. А.* 92 роки селекції ячменю в Селекційно-генетичному інституті / А. А. Лінчевський // Зб. наук. праць СГІ-НЦНС. – Одеса, 2008. – Вип. 12 (52) – С. 24-49.
2. *Madre M.* Progress in malting barley in Secobra / M. Madre // Proceedings 9th Intern. Genetic Symp., Brno, Czech Republic, 20-26 June 2004. – Brno, 2004. – Part 1. (Oral presentations). – P. 374-384.
3. HGCA recommended list. – winter barley 2010/11. – <http://www.hgca.com>.
4. Методика Державного сортопробування сільськогосподарських культур. – Київ, 2000. – 100 с.
5. *Finlay K. W.* The analysis adaptation in a plant breeding programmed / K. W. Finlay, G. N. Wilkinson // Aust. J. Agric. Res. – 1963. – V. 14. – P. 742-754.
6. *Eberhart S. A.* Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Science. – 1966. – V. 6. – P. 36-40.
7. *Хангильдин В. В.* Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. – 1981. – Вип. 1 (39). – С. 8-14.
8. *Кильчевский А. В.* Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т. XXI. – № 9. – С. 1481-1489.
9. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: Пер. с англ. В. Н. Перегудова / Дж. У. Снедекор. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
10. *Власенко В. А.* Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої /

- В. А. Власенко // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – К.: Алефа, 2006. – С. 93-103.
11. Гудзенко В. М. Оцінка адаптивного потенціалу колекційних зразків ячменю ярого за масою зерна / В. М. Гудзенко // Зб. наук. праць ННЦ „Інститут землеробства НААН”. – К.: ВП “Едельвейс”, 2011. – Вип. 3-4. – С. 193-201.
 12. Васильківський С. П. Оцінка адаптивного потенціалу ячменю ярого за продуктивною кущистістю / С. П. Васильківський, В. М. Гудзенко // Агробіологія. – 2011. – Вип. 6 (86). – С. 138-144.
 13. Гудзенко В. М. Продуктивний та адаптивний потенціал ячменю ярого в умовах правобережного Лісостепу України / В. М. Гудзенко // Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. – 2012. – Вип. 11-12. – С. 247-277.