

УДК 633.111"324":631.524.85.527

Адаптивна здатність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за довжиною стебла

Лозінський М. В., кандидат сільськогосподарських наук

*Білоцерківський національний аграрний університет
Україна, 10117, м. Біла Церква, пл. Соборна, 8/1, Київська область
e-mail: lozinskk@ukr.net*

Мета. Визначити параметри адаптивності пшениці м'якої озимої за довжиною стебла, виявити зв'язок довжини стебла з елементами структури врожайності. **Методика.** У 2011–2013 рр. досліджували 11 селекційних номерів пшениці м'якої озимої конкурсного випробування Білоцерківської дослідно-селекційної станції. Параметри адаптивності за довжиною стебла розраховували за загальноприйнятими методиками. Для узагальненої оцінки використовували показник «рейтинг адаптивності». Гідротермічні умови років досліджень значно вплинули на ріст і розвиток рослин пшениці озимої впродовж онтогенезу. **Результати.** Коефіцієнт варіації довжини стебла у середньорослих форм ($V = 20,5\%$) перевищував цей показник у напівкарликів (14,8%). На формування довжини стебла у досліджуваних генотипів найбільший вплив мають умови року: 68,04% у напівкарликів, 83,30% у середньорослих форм. За показником гомеостатичності у групі напівкарликів виділились номери 26 КС і 44 КС, а серед середньорослих – 29 КС, 12 КС, 42 КС і 54 КС. За селекційною цінністю всі досліджувані напівкарликові селекційні номери перевищили стандарт Білоцерківська напівкарликова, а у групі середньорослих стандартам Перлина Лісостепу та Подоланка поступались лише 7 КС і 8 КС. За загальною адаптивною здатністю порівняно зі стандартами виділились напівкарлики 24 КС, 22 КС і 44 КС і середньорослі генотипи 42 КС, 29 КС, 54 КС і 12 КС. Показники селекційної цінності генотипу вищі за стандарт мали всі напівкарлики, а серед середньорослих генотипів перевищили стандарти номери 29 КС, 42 КС, 12 КС і 54 КС. Оцінка селекційних номерів пшениці м'якої озимої за окремими параметрами пластичності і стабільності засвідчила їх різну реакцію на зміну умов вирощування за довжиною стебла, а відтак і їх різну цінність у селекції на адаптивність. **Висновки.** Довжина стебла пшениці м'якої озимої має значний вплив на формування елементів структури врожайності в умовах Лісостепу України, що підтверджується коефіцієнтами кореляції. На формування довжини стебла у досліджуваних генотипів найбільше впливали умови року. У рейтингу адаптивності за довжиною стебла перше місце серед напівкарликів посів селекційний номер 44 КС (лісостеповий екотип / лісостеповий екотип), а у групі середньорослих генотипів – 42 КС (степовий екотип / лісостеповий екотип). Їх рекомендовано використовувати як вихідний матеріал у селекційних програмах для підвищення адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої в умовах лісостепової зони України.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, селекційний номер, екотип, довжина стебла, кореляційний зв'язок, параметри адаптивності, рейтинг адаптивності сорту

Вступ. Важливим фактором зростання і стабілізації врожайності сільськогосподарських культур, особливо у несприятливих умовах, є не лише створення і впровадження у виробництво сортів і гібридів з високим потенціалом урожайності, а й підвищення їх екологічної стійкості.

Пшениця вирощується по всьому світу і займає серед зернових культур важливе місце як одна з основних продовольчих культур [1, 2]. В Україні площа посіву пшениці озимої (*T. aestivum* L.) щорічно становить близько 5,6 млн га [3].

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Стебло пшениці виконує важливі фізіологічні функції фотосинтезу і транспортування метаболітів упродовж онтогенезу рослини [4–6], а особливості його морфології й анатомії визначають стійкість рослини до вилягання і її здатність реалізувати потенціал продуктивності [5–7], засвоюючи високі дози азоту [1].

Прийнято вважати, що ріст стебла пшениці озимої розпочинається з моменту подовження першого надземного міжвузля, тобто з фази виходу у трубку (IV етап органогенезу), коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол [4, 8], і триває до початку формування зернівки (IX етап органогенезу). Довжина соломини контролюється генетично, але водночас піддається значному впливу умов навколишнього середовища [9–11]. Таким чином, прояв цієї ознаки залежить від взаємодії генотип+середовище.

У генетичному потенціалі роду *Triticum* L. встановлено більше 20 специфічних генів (*Rht*), які контролюють довжину стебла, забезпечуючи значне різноманіття пшениці м'якої за цією ознакою. Але найбільшою є інформація про 10 генів, рецесивні чи домінантні алелі яких зумовлюють короткостебловість [5, 6, 11]. За даними Морріса (цит. за Я. Леллі [12]), ці гени локалізовано в 17 хромосомах (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7A, 1, 2, 3, 4, 5, 7B, 2, 3, 4, 5D). Дані інших дослідників підтверджують [13], що всі хромосоми, за винятком 5D, впливають на довжину стебла, тому вона через складну взаємодію генів тісно пов'язана з іншими господарськи цінними ознаками і властивостями пшеничної рослини [14].

Мета досліджень – оцінити селекційні номери пшениці м'якої озимої за довжиною стебла, встановити норми їх реакції на зміну умов вирощування, визначити параметри адаптивності, виявити кореляційний зв'язок довжини стебла з елементами структури врожайності.

Матеріал і методика. Упродовж 2011–2013 рр. досліджували 11 селекційних номерів пшениці м'якої озимої конкурсного сортовипробування (КС) Білоцерківської дослідно-селекційної станції (БЦ ДСС), створених шляхом гібридизації форм різних екотипів. Від схрещування сортів степового екотипу з лісостеповим отримано селекційні номери 7 КС (Донецька 48 / Веселка), 8 КС (Донецька 48 / Білоцерківська інтенсивна), 42 КС (Повага / Перлина Лісостепу), 29 КС (Луганчанка / Білоцерківська 71/03), 26 КС (Роставиця / Дріада 1), 24 КС (Білоцерківська 47 (скверхед) / Одеська 162). Шляхом гібридизації сортів лісостепового екотипу з лісостеповим отримано 12 КС (Елегія / Перлина Лісостепу), 44 КС

(Київська 8 / Роставиця), 54 КС (Веселка / Миронівська 65), а також номери з участю сорту Century (США) – 22 КС (Донецька безоста (степовий екотип) / Century), 17 КС (Напівкарлик 3 (лісостеповий екотип) / Century). Стандарти – Білоцерківська напівкарликова (БЦ н/к), Перлина Лісостепу (Пер. Ліс.) селекції БЦ ДСС та Подолянка (Под.) спільної селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН та Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ. Досліди закладали відповідно до методик державного сорто випробування [15]. Попередник – горох. Агротехніка загальноприйнята для зони Лісостепу.

Біометричні аналізи і ступінь кореляційних зв'язків між елементами структури врожайності визначали у триразовій повторності за середнім зразком з 25 рослин, відібраних на початку повної стиглості пшениці. Силу зв'язку між ознаками визначали за запропонованою Ю. Л. Гужовим зі співробітниками [16] шкалою: $r < 0,3$ – зв'язок між ознаками слабкий, $0,3 < r < 0,5$ – помірний, $0,5 < r < 0,7$ – значний, $0,7 < r < 0,9$ – сильний, $r > 0,9$ – дуже сильний, близький до функціонального. Розподіл селекційних номерів за висотою рослини проводили відповідно до класифікатора [17].

Середню арифметичну, розмах мінливості (min–max), дисперсію (S^2) і коефіцієнт варіації (V, %) визначали за П. Ф. Рокицьким та Б. О. Доспеховим [18, 19]. Параметри адаптивності за довжиною стебла розраховували за загальноприйнятими методиками. Коефіцієнт екологічної пластичності (bi) визначали за К. W. Finlay, G. N. Wilkinson [20], показник гомеостатичності (Hom) і селекційну цінність (Sc) – за В. В. Хангільдіним, М. А. Литвиненком [21], загальну адаптивну здатність (ЗАЗ), варіансу взаємодії «генотип-середовище» ($\sigma^2(G \times E)_{gi}$), варіансу специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2 CAZi$), коефіцієнт нелінійності (Lgi), відносну стабільність генотипу (Sgi), селекційну цінність генотипу (СЦГі) та коефіцієнт компенсації-дестабілізації (Kgi) – за А. В. Кільчевським, Л. В. Хотильовою [22]. Узагальнюючи оцінки адаптивного потенціалу селекційних номерів, застосували ранжування за Дж. У. Снедекором [23] та розрахунки рейтингу адаптивності сорту (РАС) за В. А. Власенком [24]. Результати експериментальних даних обробляли за допомогою комп'ютерних програм Excel і Statistica 6.0. Для комплексної оцінки умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Селянінова [25].

Гідротермічні умови, що склалися в роки досліджень, відзначалися контрастністю і значно вплинули на час відновлення весняної вегетації та ріст і розвиток рослин пшениці озимої впродовж онтогенезу. Формування довжини стебла у 2011 р. проходило за ГТК 0,63, а тривалість періоду від відновлення весняної вегетації (22 березня) до колосіння стандарту БЦ н/к (25 травня) склала 65 днів. У 2012 р. період від відновлення весняної вегетації (15 березня) до колосіння сорту БЦ н/к становив 61 день. Посуш-

ливими були III декада квітня і I декада травня, коли фактична температура повітря перевищувала середньобогаторічні показники на 7,1 і 6,0 °С відповідно. Гідротермічний коефіцієнт за період росту стебла становив 0,87. У 2013 р. метеорологічні умови в період формування довжини стебла порівняно з попередніми роками характеризувалися підвищеним температурним режимом і нерівномірним розподілом опадів. Так, у перший відновлення весняної вегетації (15 квітня) місяць ГТК становив 0,19, а в наступні 30 днів був на рівні 2,10. Період відновлення весняної вегетації до колосіння сорту БЦ н/к тривав лише 35 днів, що значно менше за попередні роки. Таким чином, умови 2013 р. прискорили проходження етапів органогенезу і значно вплинули на ріст і розвиток пшениці озимої.

Обговорення результатів. У 2011 р. довжина стебла напівкарликових селекційних номерів становила 57,2–75,2 см, середньорослих – 85,6–98,1 см. В умовах 2012 р. цей показник у середньорослих селекційних номерів був на рівні 2011 р., у напівкарликів – більшим у середньому на 5,2 см, а номери 17 КС і 22 КС перевищили 2011 р. на 13,1 і 9,4 см відповідно.

У 2013 р. умови для росту озимої пшениці були найбільш несприятливими. У напівкарликових селекційних номерів довжина стебла становила 49,4–56,0 см, що значно нижче порівняно з попередніми роками, а у середньорослих була на рівні 51,1–73,8 см, тому всі вони були віднесені до напівкарликів.

У середньому за 2011–2013 рр. довжина стебла у напівкарликових генотипів (за середньої по досліді 65,8 см) варіювала від 58,7 см (селекційний номер 26 КС) до 69,7 см (24 КС), а три селекційні номери з п'яти достовірно перевищували стандарт БЦ н/к. Найбільший розмах варіювання довжини стебла за роки досліджень серед напівкарликів мали селекційні номери 22 КС (23,8 см) і 24 КС (22,3 см) з коефіцієнтом варіації 17,4 %. Стандарт БЦ н/к (розмах мінливості 19,6 см) характеризувався найвищим коефіцієнтом варіації (18,1 %). Незначну мінливість довжини стебла відмічено у 26 КС (10,2 см) і 44 КС (14,2 см) за коефіцієнту варіації 9,0 і 11,5 % відповідно (табл. 1).

Довжина стебла у групі середньорослих селекційних номерів за роки досліджень становила 80,9 см за мінімальної 74,6 см (7 КС) і максимальної 87,9 см (29 КС). У середньому за три роки довжина стебла стандартів була на рівні 78,0 см (Пер. Ліс.) і 74,0 см (Под.). У групі середньорослих генотипів найменшою амплітудою мінливості довжини стебла характеризувалися 29 КС (23,0 см) і 12 КС (25,3 см), а найбільшу мінливість (30,3–35,8 см) мали номери 7 КС, 8 КС та стандарти Перлина Лісостепу і Подолянка. Коефіцієнт варіації довжини стебла у середньорослих форм ($V = 20,5$ %) значно перевищував цей показник у напівкарликів ($V = 14,8$ %) і був у межах від 13,8 % (29 КС) до 27,3 % (7 КС).

Таблиця 1. Параметри мінливості селекційних номерів пшениці озимої за довжиною стебла (середнє 2011–2013 рр.)

Селекційний номер	Довжина стебла x, см	Lim (см)		R, см	S ²	V, %
		min	max			
Напівкарлики						
17 КС	63,2	54,7	74,0	19,3	97,09	15,6
22 КС	68,7	56,0	79,8	23,8	143,69	17,4
24 КС	69,7	55,8	78,1	22,3	147,01	17,4
26 КС	58,7	54,4	64,6	10,2	27,77	9,0
44 КС	68,7	59,6	73,8	14,2	62,01	11,5
БЦ н/к (St)	62,5	49,4	69,0	19,6	128,05	18,1
Середньорослі						
7 КС	74,6	51,1	86,9	35,8	415,61	27,3
8 КС	74,9	53,0	87,3	34,3	361,81	25,4
12 КС	80,4	65,2	90,5	25,3	180,04	16,7
29 КС	87,5	73,8	96,8	23,0	146,33	13,8
42 КС	86,5	68,8	98,1	29,3	242,53	18,0
54 КС	81,2	64,2	90,6	26,4	217,56	18,2
Пер. Лис. (St)	78,0	57,7	90,3	32,6	314,49	22,7
Под. (St)	74,0	55,3	85,6	30,3	268,04	22,1

За результатами дисперсійного аналізу встановлено (рис. 1), що у напівкарликів найбільший вплив на формування довжини стебла мають умови року (68,04 %), потім вплив генотипу (19,41 %) та взаємодія факторів (на рівні 11,59 %).

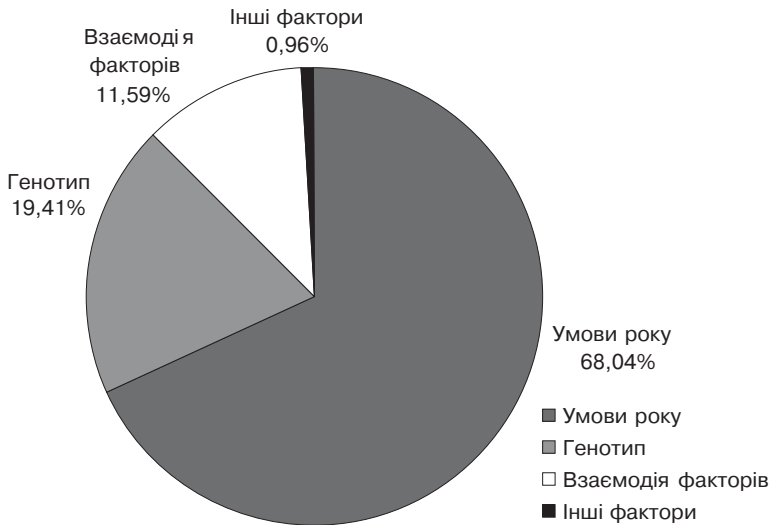


Рис. 1. Частка впливу факторів на довжину стебла у напівкарликів на час повної стиглості зерна (2011–2013 рр.)

У середньорослих генотипів порівняно з напівкарликами значно більший вплив на формування довжини стебла мав фактор «умови року» (83,30 %), менший – генотип (12,20 %), а взаємодія факторів «умови року+генотип» становила лише 3,70 % (рис. 2).

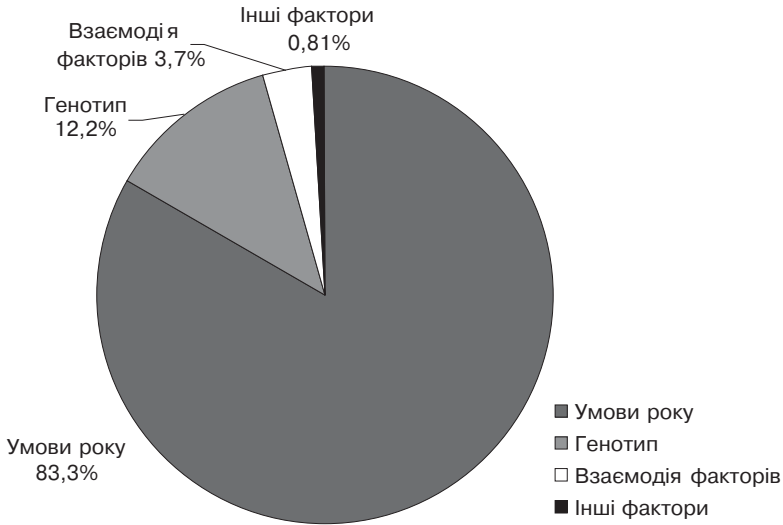


Рис. 2. Частка впливу факторів на довжину стебла у середньорослих генотипів на час повної стиглості зерна (2011–2013 рр.)

За даними О. В. Пахомеєва [26], селекція пшениці на гомеостаз дає можливість на самому початку селекційного процесу відібрати форми, що характеризуються високою стабільною продуктивністю в різних екологічних умовах. За зміни умов вирощування або фактору, що викликає стрес, кожен генотип має властиві для нього компенсаторні ефекти, які визначають його рівень гомеостазу [27].

Академік О. О. Жученко відмічає [28], що поряд з гомеостазом, який свідчить про постійність системи і можливість відновлення її за допомогою власних регуляторних механізмів у випадку порушення, необхідно враховувати ступінь гомеостатичності окремих ознак і реакцій в мінливих умовах навколишнього середовища.

У наших дослідженнях за показником гомеостатичності (Ном) виділилися напівкарликові селекційні номери 26 КС (Ном = 654,6) і 44 КС (598,8) та середньорослі 29 КС (632,4), 12 КС (482,3), 42 КС (480,5) і 54 КС (447,0). У стандартів гомеостатичність була в межах 334,8–344,8 (табл. 2).

За селекційною цінністю (Sc) стандарт Білоцерківська н/к (Sc = 44,72) перевищили всі досліджувані напівкарликові номери, а в групі середньорослих стандартам поступалися лише номери 7 КС (43,89) і 8 КС (45,47).

За довжиною стебла всі напівкарликові селекційні номери мали вищі показники середньоквадратичного відхилення фактичних даних від теоретично очікуваних ($\sigma_{di} = 2,13-25,82$), ніж стандарт Білоцерківська н/к ($\sigma_{di} = 0,78$). У групі середньорослих селекційних номерів менші за стандарти (Перлина Лісостепу і Подолянка) значення цього показника спостерігали у 42 КС (1,23) і 12 КС (12,46).

Таблиця 2. Гомеостатичність та адаптивність селекційних номерів пшениці озимої за довжиною стебла (середнє 2011–2013 рр.)

Селекційний номер	Довжина стебла, см	Параметри адаптивності			
		Hom	Sc	bi	σ_{di}
Напівкарлики					
17 КС	63,2	405,37	46,72	1,13	5,86
22 КС	68,7	394,11	48,23	1,17	25,82
24 КС	69,7	400,67	49,80	1,56	5,28
26 КС	58,7	654,57	49,46	0,60	2,13
44 КС	68,7	598,76	55,45	1,02	5,90
БЦ н/к (St)	62,5	344,83	44,72	0,87	0,78
x	65,3	466,39	49,06	1,06	7,63
Min	58,7	344,83	44,72	0,60	0,78
Max	69,7	654,57	55,45	1,56	25,82
Середньорослі					
7 КС	74,6	273,23	43,89	0,59	75,23
8 КС	74,9	294,93	45,47	0,87	33,35
12 КС	80,4	482,15	57,95	1,45	12,46
29 КС	87,5	632,43	66,68	0,30	24,32
42КС	86,5	480,45	60,66	0,93	1,23
54 КС	81,2	447,02	57,54	0,90	19,85
Пер. Ліс. (St)	78,0	343,36	49,86	1,36	2,53
Под. (St)	74,0	334,77	47,83	1,24	19,13
x	79,6	411,04	53,74	0,96	23,51
Min	74,0	273,23	43,89	0,30	1,23
Max	87,5	632,43	66,68	1,45	75,23

Найвищою загальною адаптивною здатністю серед напівкарликів характеризувалися селекційні номери 24 КС (ЗАЗ = 98,42), 22 КС (95,39) і 44 КС (92,79) за середнього показника 85,62. Вищу ЗАЗ порівняно зі стандартами (111,75–122,15) мали середньорослі генотипи 42 КС (140,15), 29 КС (139,72), 54 КС (127,32) і 12 КС (124,35) (табл. 3).

Максимальними показниками ефекту взаємодії середовища і генотипів ($\sigma^2(G \times E)_{gi}$) за довжиною стебла характеризувалися напівкарлики 26 КС (93,47) і 17 КС (65,08) та середньорослі форми 7 КС (55,96) і 8 КС (40,21).

Найменше значення $\sigma^2\text{CAZi}$ (27,33–96,64) і, відповідно, найвищу стабільність серед напівкарликів мали селекційні номери 26 КС, 44 КС і 17 КС за $\sigma^2\text{CAZi} = 127,61$ у стандарту Білоцерківська н/к. Порівняно зі стандартами високою стабільністю у групі середньорослих генотипів характеризувалися 29 КС (145,79), 12 КС (179,60), 54 КС (217,11) і 42 КС (242,08) за середнього значення 267,86. Серед напівкарликів нижчими показниками відносної стабільності генотипу (Sgi), ніж у стандарту Білоцерківська н/к (Sgi = 18,08), характеризувались усі селекційні номери (8,90–17,41), а у групі середньорослих виділилися 29 КС (13,81), 12 КС (16,66), 42 КС (17,99) і 54 КС (18,15) за Sgi у стандарті Подолька і Перлина Лісостепу 22,10 і 22,71 відповідно.

Вищі показники СЦГі порівняно зі стандартом Білоцерківська н/к (31,19) мали всі напівкарлики (35,60–46,94). За цим показником перевищили стандарти такі середньорослі генотипи, як 29 КС (54,03), 42 КС (43,42), 12 КС (43,33) і 54 КС (40,41).

Досліджувані селекційні форми характеризувалися переважно лінійною реакцією на умови зовнішнього середовища: Lgi = 0,08–17,88 у напівкарликів і Lgi = 0,20–2,75 у середньорослих генотипів. Коефіцієнт компенсації-дестабілізації варіював по досліді від компенсуючого рівня (Kgi = 0,12) до різко вираженого дестабілізуючого (Kgi = 1,85).

Таблиця 3. Параметри адаптивної здатності та стабільності селекційних номерів пшениці озимої за довжиною стебла (середнє 2011–2013 рр.)

Селекційний номер	Довжина стебла	ЗАЗ	$\sigma^2(\text{GxE})\text{gi}$	$\sigma^2\text{CAZi}$	σCAZi	Lgi	Sgi	СЦГі	Kgi
Напівкарлики									
17 КС	63,2	79,65	65,08	96,64	9,83	6,62	15,55	35,98	0,43
22 КС	68,7	95,39	19,22	143,25	11,97	1,61	17,41	35,60	0,64
24 КС	69,7	98,42	0,99	146,56	12,11	0,08	17,37	36,18	0,65
26 КС	58,7	66,45	93,47	27,33	5,23	17,88	8,90	44,26	0,12
44 КС	68,7	92,79	27,53	61,57	7,85	3,51	11,43	46,94	0,27
БЦ н/к (St)	62,5	80,99	2,84	127,61	11,30	0,25	18,08	31,19	0,57
χ	65,3	85,62	34,86	100,43	9,72	4,99	14,79	38,36	0,45
min	58,7	79,65	0,99	27,33	5,23	0,08	8,90	31,19	0,12
max	69,7	98,42	93,47	146,56	12,11	17,8	18,08	46,94	0,64
Середньорослі									
7 КС	74,6	116,35	55,96	415,17	20,38	2,75	27,30	18,22	1,85
8 КС	74,9	115,89	40,21	361,36	19,01	2,12	25,38	22,27	1,61
12 КС	80,4	124,35	2,63	179,60	13,40	0,20	16,66	43,33	0,80
29 КС	87,5	139,72	11,23	145,89	12,08	0,93	13,81	54,03	0,65
42КС	86,5	140,15	17,17	242,08	15,56	1,10	17,99	43,42	1,08
54 КС	81,2	127,32	5,27	217,11	14,73	0,36	18,15	40,41	0,97
Пер. Ліс. (St)	78,0	122,15	23,00	314,05	17,72	1,30	22,71	28,97	1,40
Под. (St)	74,0	111,75	18,67	267,60	16,36	1,14	22,10	28,74	1,19
χ	79,6	124,71	21,77	267,86	16,16	1,24	20,51	34,93	1,19
min	74,0	111,75	2,63	179,60	12,08	0,20	13,81	18,22	0,80
max	87,5	140,15	55,96	361,36	20,38	2,75	27,30	54,03	1,85

Оцінка селекційних номерів пшениці м'якої озимої (середнє за 2011–2013 рр.) за окремими параметрами пластичності і стабільності засвідчила їх різну реакцію на зміну умов вирощування за довжиною стебла, а відтак і їх різну цінність у селекції на адаптивність. Встановлено, що серед напівкарликів першим у рейтингу адаптивності за довжиною стебла був селекційний номер 44 КС, який за більшістю параметрів адаптивності посів перше і друге місця, за загальною адаптивною здатністю – третє, за максимальним проявом ознаки – четверте, за показником σ_{di} – п'яте. Друге і третє місце в рейтингу адаптивності за середнім значенням суми рангів посіли селекційні номери 24 КС і 22 КС (табл. 4).

У групі середньорослих генотипів на перше місце за параметрами адаптивності вийшов селекційний номер 42 КС, який мав перші місця за максимальним значенням прояву ознаки, ЗАЗ, показниками bi і σ_{di} , другі – за середнім значенням довжини стебла, її мінімальним проявом, СЦГі, Sc, третє – за Sgi і Hom і четверте – за σ^2 САЗі. Друге і третє місце в рейтингу адаптивності посіли 29 КС і 12 КС

Таблиця 4. Ранги за довжиною стебла, пластичністю, стабільністю та рейтинг адаптивності селекційних номерів (середнє 2011–2013 рр.)

Селекційний номер	Ранги за довжиною стебла і параметри адаптивності											Середній ранг	Х/середній ранг****	Рейтинг
	X*	min**	max***	ЗАЗ	σ ІСАЗі	Sgi	СЦГі	Hom	Sc	bi	σ_{di}			
Напівкарлики														
44 КС	2	1	4	3	2	2	1	2	1	1	5	2	31,51	1
24 КС	1	3	2	1	6	4	3	4	2	6	3	3	21,92	2
22 КС	3	2	1	2	5	5	5	5	4	3	6	4	18,42	3
17 КС	4	4	3	5	3	3	4	3	5	2	4	4	17,36	4
26 КС	6	5	6	6	1	1	2	1	3	5	2	3	17,01	5
БЦ н/к (St)	5	6	5	4	4	6	6	6	6	4	1	5	12,97	6
Середньорослі														
42 КС	2	2	1	1	4	3	2	3	2	1	1	2	43,25	1
29 КС	1	1	2	2	1	1	1	1	1	8	6	2	38,55	2
12 КС	4	3	4	4	2	2	3	2	3	7	3	4	23,93	3
54 КС	3	4	3	3	3	4	4	4	4	2	5	4	22,87	4
Пер. Ліс.(St)	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	2	5	15,89	5
Под. (St)	8	6	8	8	5	5	6	6	6	4	4	6	12,33	6
8 КС	6	7	6	7	7	7	7	7	7	3	7	6	11,61	7
7 КС	7	8	7	6	8	8	8	8	8	6	8	7	11,08	8

Примітка: *X – середнє значення ознаки, **min – мінімальнє значення ознаки, ***max – максимальнє значення ознаки, ****Х/середній ранг – відношення середнього значення ознаки до середнього рангу за цією ознакою

Між довжиною стебла і врожайністю у напівкарликів спостерігали позитивний кореляційний зв'язок – від слабкого ($r = 0,009$) у 2011 р. до помірного

($r = 0,467$) у 2013 р і значного ($r = 0,505$) у 2012 р. У середньорослих генотипів кореляційний зв'язок між цими ознаками у 2011 і 2012 рр. був позитивним ($r = 0,139-0,304$), а в несприятливому 2013 р. – від'ємний ($r = -0,034$).

Між довжиною стебла і довжиною головного колоса у напівкарликів спостерігали нестійкий позитивний кореляційний зв'язок, який змінювався від помірного ($r = 0,375$) у 2011 р. до значного ($r = 0,533$) у 2013 р. і дуже сильного, близького до функціонального ($r = 0,929$) у 2012 р. У середньорослих генотипів між цими ознаками відмічено позитивну кореляцію ($r = 0,096-0,369$).

Між довжиною стебла і масою зерна з головного колоса у напівкарликів спостерігали позитивний кореляційний зв'язок – від слабкого ($r = 0,172$) у 2011 р. до значного ($r = 0,553-0,634$) в наступні роки. У середньорослих генотипів кореляція була слабкою позитивною ($r = 0,237-0,258$) у 2012 і 2013 рр. і від'ємною ($r = -0,235$) у 2011 р.

Дослідженнями встановлено, що довжина стебла, як кількісна ознака, позитивно впливала на формування інших складових продуктивності пшеничної рослини. У напівкарликів нами відмічено позитивну кореляцію довжини стебла з масою стебла ($r = 0,225-0,681$), масою зерна з головного колоса ($r = 0,174-0,672$), масою соломини ($r = 0,301-0,761$) і масою 1000 зерен ($r = 0,205-0,814$). У несприятливому за гідротермічними умовами 2013 р. довжина стебла досліджуваних генотипів була значно меншою, ніж у попередні роки, і кореляційний зв'язок був тіснішим (за винятком маси соломини). У середньорослих форм кореляційний зв'язок між цими ознаками був менш тісним, нами відмічено як позитивний, так і від'ємний.

Визначені коефіцієнти кореляції свідчать про позитивний зв'язок довжини стебла з надземною масою рослини у напівкарликових генотипів. У 2011 р. між цими ознаками відмічено слабкий кореляційний зв'язок ($r = 0,140$), а у 2012 і 2013 рр. він характеризувався як сильний – відповідно $r = 0,777$ і $r = 0,846$. У середньорослих генотипів між цими ознаками у 2011 і 2012 рр. було відмічено слабку від'ємну кореляцію (відповідно $r = -0,238$ і $r = -0,227$), а в несприятливому 2013 р. – слабку позитивну кореляцію ($r = 0,208$).

У напівкарликових генотипів нами встановлено від'ємний кореляційний зв'язок між довжиною стебла і щільністю колоса, який змінювався від помірного ($r = -0,409$) у 2012 р. до значного ($r = -0,598$) у 2011 р. і дуже сильного, близького до функціонального ($r = -0,955$) у найбільш несприятливому за гідротермічними умовами вегетації 2013 р.

Висновки. В умовах Лісостепу України значний вплив на формування елементів структури врожайності пшениці м'якої озимої має довжина стебла, що підтверджується встановленими коефіцієнтами кореляції, тому цю ознаку необхідно враховувати у селекційних програмах та для розробки моделі сорту.

На формування довжини стебла у досліджуваних генотипів найбільше впливали умови року, причому у середньорослих форм вплив фактору «умови року» (83,30 %) значно перевищував цей показник у напівкарликів (68,04 %).

У рейтингу адаптивності за довжиною стебла перше місце серед напівкарликів посів селекційний номер 44 КС (лісостеповий екотип / лісостеповий екотип), у групі середньорослих генотипів – 42 КС (степовий екотип / лісостеповий екотип). Для підвищення адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої в умовах лісостепової зони України ми рекомендуємо використовувати ці номери як вихідний матеріал у селекційних програмах.

Список використаних джерел

1. Шпаар Д. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование. Киев : Издательский дом «Зерно», 2012. 704 с.
2. Рослинництво. *Сільське господарство України. Статистичний збірник*. Київ : Державна служба статистики України, 2013. С. 74–110.
3. Литвиненко М. А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. *Насінництво*. 2011. № 6. С. 1–7.
4. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. IV. Физиология пшеницы / Отв. ред. П. А. Генкель. Москва : Издательство Московского ун-та, 1969. 548 с.
5. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції. Херсон : Айлант, 2012. 436 с.
6. Алиева А. Дж. Характер наследования высоты растений у гибридов пшеницы, полученных с участием карликового сорта AI-BIAN 1. *Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики культурных растений* : Материалы конференции, посвященной 120-летию со дня рождения Е. Н. Синской (Санкт-Петербург, 8–11 декабря 2009 г.) / Под общей ред. д-ра биол. наук, проф. Н. И. Дзюбенко. Санкт-Петербург : [б. и.], 2009. С. 251–254.
7. Борисенко В. А., Грищевич Г. М., Лісничук Г. М., Савчук О. І. Селекція озимої пшениці в умовах Західного лісостепу України. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*: у 4 т. / голов. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 474–480.
8. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. Москва : Колос, 1965. 568 с.
9. Цильке А. А., Качур О. Т., Садыкова С. А. Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение II. Длина стебля. *Генетика*. 1979. Т. 15, № 2. С. 273–285.
10. Уліч О. Л. Нове покоління низькорослих і напівкарликових сортів пшениць – біологічна основа високої продуктивності. *Біологічні науки і проблеми рослинництва* : Зб. наук. пр. УДАУ. Умань, 2003. Спец. вип. С. 405–410.
11. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П., Гончар О. М., Вергунов В. А. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / під. ред. В. В. Шелепова. Миронівка : [б. в.], 2007. 405 с.
12. Лелли Я. Селекція пшениці. Теорія і практика / пер. с англ. Н. Б. Ронис. Москва : Колос, 1980. 384 с.
13. Ауземус Э. Р., Мак-Нил Ф. Х., Шмидт Ю. У. Генетика и наследование. *Пшеница и ее улучшение* / пер. с англ. Н. А. Емельяновой; под ред. М. М. Якубцинера, Н. П. Козьминой, Л. Н. Любарского. Москва : Колос, 1970. С. 250–295.
14. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Озимая пшеница. Ростов-на-Дону : ООО «Издательство «Юг», 2007. 600 с.
15. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: Заг. част. Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюл. / Гол. ред. В. В. Волкодав. Київ : Алефа, 2003. Вип.1, ч. 3. 106 с.

16. Гужов Ю. Л., Кесаварао П. С., Велланки Р. К. Тритикале – достижения и перспективы селекции на основе математического моделирования. Москва : Издательство Университета дружбы народов, 1987. 232 с.
17. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Ленинград : [б. и.], 1989. 44 с.
18. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Вышэйшая школа, 1973. 320 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 1963. Vol. 14. P. 742–754.
21. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. Одесса, 1981. Вып. 1 (39). С. 8–14.
22. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*. 1985. Т. XXI, № 9. С. 1481–1489.
23. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: пер. с англ. В. Н. Перегудова Москва : Сельхозиздат, 1961. 503 с.
24. Власенко В. А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ : Алефа, 2006. № 4. С. 93–103.
25. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология. Ленинград : Гидрометеоздат, 1978. 200 с.
26. Пахомеев О. В. Адаптивный рекомбиногенез в селекции мягкой озимой пшеницы на гомеостаз для условий богары Кыргызстана. *Достижения і проблеми генетики, селекції та біотехнології*: зб. наук. пр. / НАН України, НААН України, НАМН України, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова; редкол.: В.А. Кунах (голов. ред.) та ін. Київ : Логос, 2012. Т. 3. С. 163–167.
27. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Коломієць Л. А., Маринка С. М. Підвищення продуктивного і адаптивного потенціалів пшениці м'якої озимої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ : Логос, 2008. Т. 5. С. 25–29.
28. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев : Штиинца, 1988. 767 с.
29. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Волощук С. І. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник* : зб. наук. пр. / Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Миронівка, 2016. Вип. 2. С. 98–116.

References

1. Spaar, D. (Ed.). (2012). Grain Crops: Cultivation, Harvest, Storage, and Use. Kiev: Izdatelskiy dom «Zerno». [in Russian]
2. Crop Production. In *Agriculture of Ukraine. Statistical Yearbook*. (2013). (pp. 74–110). Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [in Ukrainian]
3. Lytvynenko, M. A. (2011). Realization of wheat field potential. *Seed Production*, 6, 1–7. [in Ukrainian]
4. Genkel, P. A. (Ed.). (1969). Physiology of Crop Plants (Vol. 4: Wheat Physiology). Moscow: Publishing House of Moscow University. [in Russian]
5. Orliuk, A. P. (2012). Wheat Genetics with Basics of Breeding. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
6. Aliyeva, A. J. (2009). Inheritance pattern of plant height in wheat hybrids obtained with the participation of the dwarf variety AI-BIAN 1. In N. I. Dzyubenko (Ed.). *Genetic Resources of Cultivated Plants. Problems of Evolution and Taxonomy*: Proc. Conf.

- devoted to the 120th anniversary of Ye. N. Sinskaya (pp. 251–254). December 8–11, 2009, St. Petersburg, Russia. [in Russian]
7. Borysenko, V. A., Hrytsevych, H. M., Lisnychuk, H. M., & Savchuk, O. I. (2001). Winter wheat breeding in environments of the Western Forest-Steppe of Ukraine. In V. V. Morhun (Ed.). *Genetics and Plant Breeding in Ukraine on the Border of Millennia*. (Vol. 2, pp. 474–480). Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
 8. Nosatovskiy, A. I. (1965). Wheat. Biology. Moscow: Kolos. [in Russian]
 9. Tsil'ke, A. A., Kachur, O. T., & Sadykova, S. A. (1979). Variability of genetic parameters in diallel analysis of quantitative traits in bread spring wheat. Communication 2. The stem length. *Genetics*, 15(2), 273–285. [in Russian]
 10. Ulich, O. L. (2003). A new generation of short-stem and semi-dwarf varieties of wheat is the biological basis of high productivity. *Biological Sciences and Problems of Plant Growing, Spec. Issue*, 405–410. [in Ukrainian]
 11. Shelepov, V. V., Havryliuk, M. M., Chebakov, M. P., Honchar, O. M., & Verhunov, V. A. (2007). Wheat Breeding, Seed Growing, and Cultivar Investigation. V. V. Shelepov (Ed.). Myronivka: N.p. [in Ukrainian]
 12. Lelley, J. (1980). Wheat Breeding: Theory and Practice. (N. B. Ronis, Trans.). Moscow: Kolos. [in Russian]
 13. Ausemus, E. R., McNeal, F. H., & Schmidt, J. W. (1970). Genetics and inheritance. In K. S. Quisenberry, & L. P. Reitz (Ed.) *Wheat and Wheat Improvement* (N. A. Yemel'yanova, Trans.) (pp. 250–295). Moscow: Kolos. [in Russian]
 14. Grabovets, A. I., & Fomenko, M. A. (2007). Winter Wheat. Rostov-on-Don: Publishing House «Yug» Ltd. [in Russian]
 15. Volkodav, V. V. (Ed.). (2003). Method of State Testing of Plant Varieties on Suitability for Sissemination in Ukraine: General Part. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
 16. Guzhov, Yu. L., Kesava Rao, P. S., & Vellanki, R. K. (1987). Triticale – achievements and prospects of breeding based on mathematical modeling. Moscow: Publishing House of People's Friendship University. [in Russian]
 17. CMEA Wide-Range Unified Classifier of the Genus *Triticum* L. (1989). Leningrad: N.p. [in Russian]
 18. Rokitskiy, P. F. (1973). Biological Statistics. Minsk: Vysheyshaya shkola. [in Russian]
 19. Dospikhov, B. A. Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
 20. Finlay, K. W., & Wilkinson, G. N. (1963). The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, 14, P. 742–754.
 21. Khangil'din, V. V., & Litvinenko, N. A. (1981). Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties. *Scientific and Technical Bulletin of the All-Union Plant Breeding and Genetics Institute*, 1, 8–14. [in Russian]
 22. Kil'chevskiy, A. V., & Khotyleva, L. V. (1985). Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of environment. Communication 1. Justification of the method. *Genetics*, 21(9), 1481–1490. [in Russian]
 23. Snedecor, G. W. (1961). Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. (V. N. Peregodov, Trans.). Moscow: Sel'khozizdat. [in Russian]
 24. Vlasenko, V. A. (2006). Estimation of adaptive of bread spring wheat varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 4, 93–103. [in Ukrainian]
 25. Shul'gin, A. M. (1978). Agrometeorology and Agroclimatology. Leningrad: Gidrometeoizdat. [in Russian]
 26. Pakhomeyev, O. V. (2012). Adaptive recombinogenesis in breeding bread winter wheat for homeostasis for conditions of dry land of Kyrgyzstan. In V. A. Kunakh (Ed.). *Achievements and Problems of Genetics, Breeding and Biotechnology* (pp. 163–167). Kyiv: Lohos. [in Russian]

27. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Kolomiets, L. A., & Marynka, S. M. (2008). Improvement of productive and adaptive potentials of bread winter wheat. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, 5, 25–29. [in Ukrainian]
28. Zhuchenko, A. A. (1988). Adaptive Potential of Cultivated Plants. Chisinau: Stiinta. [in Russian]
29. Kochmarskiy, V. S., Zamlila, N. P., Vologdina, G. B., Gumeniuk, O. V., & Voloshchuk, S. I. (2016). Adaptability level of perspective lines of bread winter wheat in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Myronivka Bulletin*, 2, 98–114. [in Ukrainian]

Адаптивная способность селекционных номеров пшеницы мягкой озимой по длине стебля

Лозинский Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук

Белоцерковский национальный аграрный университет

Украина, 10117, г. Белая Церковь, пл. Соборная, 8/1, Киевская область

e-mail: lozinsk@ukr.net

Цель. Определить параметры адаптивности пшеницы мягкой озимой по длине стебля, выявить связь длины стебля с элементами структуры урожайности. **Методика.** В 2011–2013 гг. исследовали 11 селекционных номеров пшеницы мягкой озимой конкурсного испытания Белоцерковской опытно-селекционной станции. Параметры адаптивности по длине стебля рассчитывали по общепринятым методикам. Для обобщенной оценки адаптивности использовали показатель «рейтинг адаптивности». Гидротермические условия лет исследования значительно повлияли на рост и развитие растений озимой пшеницы в течение онтогенеза. **Результаты.** Коэффициент вариации длины стебля у среднерослых форм ($V = 20,5\%$) значительно превышал этот показатель у полукарликов (14,8 %). На формирование длины стебля у исследуемых генотипов наибольшее влияние имеют условия года: 68,04 % у полукарликов, 83,30 % у среднерослых форм. По показателю гомеостатичности в группе полукарликов выделились номера 26 КС и 44 КС, а среди среднерослых – 29 КС, 12 КС, 42 КС и 54 КС. По селекционной ценности все исследуемые полукарликовые селекционные номера превысили стандарт Белоцерківська напівкарликова, а в группе среднерослых стандартам Перлина Лисостепу и Подолянка уступали лишь 7 КС и 8 КС. По общей адаптивной способности по сравнению со стандартами выделились полукарлики 24 КС, 22 КС и 44 КС и среднерослые генотипы 42 КС, 29 КС, 54 КС и 12 КС. Показатели селекционной ценности генотипа, превышающие стандарт, имели все полукарлики, а среди среднерослых генотипов стандарты превысили номера 29 КС, 42 КС, 12 КС и 54 КС. Оценка селекционных номеров пшеницы мягкой озимой по отдельным параметрам пластичности и стабильности показала их разную реакцию на изменение условий выращивания по длине стебля, а следовательно, и их разную ценность в селекции на адаптивность. **Выводы.** Длина стебля пшеницы мягкой озимой имеет значительное влияние на формирование элементов структуры урожайности в условиях Лесостепи Украины, что подтверждается коэффициентами корреляции. На формирование длины стебля у исследуемых генотипов наиболее влияли условия года. В рейтинге адаптивности по длине стебля первое место среди полукарликов занял селекционный номер 44 КС (лесостепной экотип / лесостепной экотип), а в группе среднерослых генотипов – 42 КС (степной экотип / лесостепной экотип). Они рекомендованы для использования в качестве исходного материала в селекционных программах для повышения адаптивного потенциала пшеницы мягкой озимой в условиях лесостепной зоны Украины.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, селекционный номер, экотип, длина стебля, корреляционная связь, параметры адаптивности, рейтинг адаптивности сорта

Adaptive ability of breeding lines of bread winter wheat by stem length

Lozinskyi M. V., Candidate of Agricultural Sciences

Bila Tserkva National Agrarian University

8/1, Soborna Sq., Bila Tserkva city, Kyiv region, 10117, Ukraine

e-mail: lozinsk@ukr.net

Purpose. To measure adaptability parameters by stem length of bread winter wheat and to define relationship between stem length and yield components. **Methods.** In 2011–2013, 11 breeding lines of bread winter wheat of competitive testing received from Bila Tserkva Research Breeding Station were studied. Adaptability parameters by stem length were calculated by conventional methods. To get generalized estimation index “adaptability rating” was used. **Results.** Variation coefficient of stem length in medium-tall height forms ($V = 20.5\%$) exceeded this index in semi-dwarf forms ($V = 14.8\%$). Conditions of the year had the most effect on the formation of stem length in the genotypes studied: 68.04% in semi-dwarf forms and 83.30% in medium height forms. According to homeostatic index, the lines 26 and 44 in semi-dwarf group and the lines 29, 12, 42, and 54 among the medium height forms were singled out. According to breeding value, all semi-dwarf breeding lines studied have exceeded the standard Bilotserkivska napivkarlykova, and in the medium height group only the lines 7 and 8 were inferior to the standards Perlyna Lisostepu and Podolianka. For general adaptive ability (GAA) the lines 24, 22, and 44 were singled out among semi-dwarf and medium height lines 42, 29, 54, and 12 had higher GAA than the standards. All the semi-dwarfs had higher breeding value index than the standard, and among medium height genotypes the lines 29, 42, 12, and 54 have exceeded the standards. The evaluation of breeding lines of bread winter wheat by some parameters of plasticity and stability confirmed their different response to change of cultivation conditions by stem length, and in turn, different value in breeding for adaptability. **Conclusions.** Stem length of bread winter wheat has significant effect on the formation of yield components in the environments of the Forest-Steppe of Ukraine, which is proved with correlations. The weather conditions of year had the largest impact on stem length formation in the genotypes studied. In adaptability rating by stem length, the breeding line 44 (Forest-Steppe ecotype/Forest-Steppe ecotype) has taken the first place among semi-dwarfs and the line 42 (Steppe ecotype/Forest-Steppe ecotype) has in the group of medium height genotypes. They are recommended to use as source material in breeding programs to increase the adaptability potential of bread winter wheat to the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: bread winter wheat, breeding line, ecotype, stem length, correlation, adaptability parameters, adaptability rating of cultivar