

Results and discussion. The contributions of the number of primary branches, as well as the number of pods and seed weight from the central branch to the performance of winter rape plants with cylindrical habitus were largest. In plants with spherical habitus, the performance was attributed due to better branching, primary, secondary and tertiary branches as well as to the number of pods per plant.

Varieties of spherical habitus were most productive, with the sample average weight of seeds per plant 46.72 g, which is by 26.5% higher than that in varieties with cylindrical habitus of plants.

There was the closest and most significant correlation between the number of pods per plant and the number of pods from the central branch for rape plants with cylindrical habitus ($r = 0.8$). In plants with spherical habitus, this correlation was positive, but medium ($r = 0.49$).

In rape plants with cylindrical habitus sown thinly, the number of pods and the weight of seeds from the central branch did not significantly affect the weight of seeds per plant. This fact is explained by the development specificity of plants with cylindrical habitus with erectoid branch position, which does not favor additional branching. Plants with spherical habitus sown thinly branch intensely, and the central branch develops better. Therefore, there was the closest correlation between the central branch development (number of pods, seed weight) and the weight of seeds per plant.

Conclusions. Upon thinned sowing, different components contribute to the performance of plants with cylindrical and spherical habitus. In plants with cylindrical habitus, there was the closest and most significant correlation between the number of pods on the central branch and the number of pods per plant ($r = 0.80$), however, the correlation between the number of pods on the central branch and performance was insignificant ($r = 0.03$).

In plants with spherical habitus sown thinly, the correlations between all the traits under investigation (weight of seeds per plant, weight of seeds from the central branch, number of pods per plant, number of pods on the central branch) were positive and medium.

When selecting for performance, one should take into account the plant habitus and focus not only on the number of pods on the central branch, but also on the number of pods on lateral branches.

These results can be used to determine the seeding rates for rape varieties with different habitus.

Key words: winter rape, habitus, performance, central branch, weight of seeds

УДК 631.527.8:633.111.1

DOI: 10.30835/2413-7510.2020.206973

ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ ТА ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА АНАТОМІЧНИМИ ТА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНИМИ ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Гопцій В.О., Криворученко Р.В.

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, Україна

У статті наведено результати трирічних (2014–2016 рр.) досліджень з вивчення колекційних генотипів пшениці м'якої озимої різного генетичного та еколого-географічного походження за комплексом ознак анатомічної структури та морфофізіологічних ознак продуктивності. Вивчення комплексу ознак анатомічної будови стебла та колосу, листового апарату та продуктивності колоса дозволило виявити відмінність за даними ознаками у колекційних зразків пшениці м'якої озимої, що вивчалися в досліді та визначити їхні донорські властивості і селекційну цінність. Установлено різний рівень мінливості ознак ана-

томічної будови стебла та колоса, а також морфологічних ознак продуктивності. За результатами багатомірного аналізу експериментальних даних (кластерний аналіз методом К-середніх) виділено групи генотипів з різним рівнем мінливості і реалізації вивченого комплексу ознак. Виділені групи генотипів пропонується використовувати як донори комплексу цінних ознак в комбінативній селекції на високу потенційну продуктивність.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, мінливість, анатомічна будова, морфологічна ознака, селекційний індекс, кластерний аналіз

Вступ. Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) є однією з головних зернових культур світу і важливим джерелом надходження поживних речовин для людини [1, 2]. Створення сучасних конкурентоспроможних сортів пшениці м'якої озимої потребує постійного пошуку і створення вихідного матеріалу з цінним комплексом ознак продуктивності. Тому вивчення різноманіття сучасних генотипів різного генетичного походження за комплексом морфологічних ознак є важливим завданням селекційно-генетичної науки.

Аналіз літературних даних, постановка проблеми. Аналізуючи сучасний стан і перспективи розвитку селекції пшениці в світі група провідних вчених відмічає, що одним з можливих і ефективних способів підвищення потенціалу продуктивності сортів є оптимізація селекційно-генетичним шляхом балансу системи «source-sink» (донорно-акцепторної системи) рослин [3].

З позицій донорно-акцепторних відносин, донори та акцептори – це органи, тканини та процеси, які розглядаються з точки зору їх функцій синтезу, транспорту, запасання та утилізації асимілятів [4]. Однак, як зазначає автор, в межах даної концепції практично не розглядається провідна система стебла, листків та колоса, яка власне забезпечує процес транспортування асимілятів.

В сучасній науковій літературі обговорюється питання який з факторів «донор» чи «акцептор» є лімітуючим для зростання потенціалу продуктивності [5-8]. Разом з тим, в деяких роботах відзначається можлива роль провідної системи в обмеженні потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці [9]. Відмічається, що саме особливості провідної системи стрижня колоса можуть бути тим фактором, який обумовлює кількість зерен в колосі, його масу та кількість фертильних квіток в колоску [10].

Впродовж 60–80 рр. минулого сторіччя на кафедрі генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва проведено велику кількість досліджень з вивчення особливостей анатомічної будови рослин пшениці м'якої озимої в зв'язку з проблемою стійкості до вилягання, зимостійкості та продуктивності [11]. Результатом таких досліджень стала розробка морфо-анатомічного методу селекції сортів пшениці м'якої озимої на високу продуктивність та адаптивність [12]. Однак аналіз сучасної наукової літератури з проблем підвищення потенціалу продуктивності пшениці свідчить, що на сьогодні відсутні роботи з детального вивчення особливостей анатомічної структури сучасних генотипів пшениці в зв'язку з їх продуктивністю та адаптивністю. Відсутні роботи з обґрунтування використання ознак анатомічної структури рослин пшениці для вивчення особливостей вихідного та селекційного матеріалу, при плануванні схрещувань тощо.

Таким чином, вивчення особливостей мінливості і рівня прояву комплексу ознак анатомічної будови та морфологічних ознак продуктивності у сучасних генотипів пшениці м'якої озимої є актуальним завданням селекції.

Мета і завдання досліджень. Установити особливості мінливості комплексу ознак анатомічної будови стебла та колоса, а також морфологічних ознак продуктивності у широкого набору сучасних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої різного генетичного походження.

Матеріали та методи досліджень. Колекція сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої включала 53 зразків різного еколого-географічного та генетичного походження (табл. 1). За стандарт було використано сорти Одеська 267, Богдана та Добірна.

**Сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої в колекційному розсаднику ХНАУ,
2014–2016 рр.**

Сорт, селекційна лінія	Різновид	Походження
Одеська 267, Смуглянка, Шестопавлівка, Херсонська 99, Ода, Статна, Запашна, Гордовита, Влучна, Здобна, Добірна, Райська, Дбайлива, Фермерка, Чорноброва, Білява, Кю-60, Кю-99, 80-III/7, Переяслівка, Оксана	ERSP	Україна
Національна, Венера, Харківська 105, Луганчанка, Богданна, Кю-03, Кю-07, Кю-11, Кю-35, Кю-40	LUT	
Престиж, Рос.Тарасовская, Станична	ERSP	Росія
Вольница, Красота, Маша, Фишт	LUT	
SG - S1915, Saskia, Mona	LUT	Чехія
Ebi	LUT	Німеччина
Молдова 7	ERSP	Молдова
Liryka, Izolda	LUT	Польща
Jivago	ERSP	Франція
Spartacus	ERSP	Австрія
Patriot	LUT	Канада
Alex	ERSP	Румунія
Банга, Чемпіон, Легенда	LUT	Білорусь

Польові дослідження проводили в умовах дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва в 2014–2016 роках. Облікова площа ділянок колекційного розсадника становила 2 м², повторення триразове. Розміщення ділянок в розсаднику – методом стандартів. Посів проводили сівалкою ССФК-7. Норма висіву складала 4,0 млн. схожих насінин на га, ширина міжрядь 15 см. Попередник – чорний пар.

У фазу колосіння відбирали з ділянок кожного сорту 20 головних стебел. Для аналізу анатомічної будови стебла брали верхнє та наступне міжвузля, а колоса – стрижень колоса. Матеріал фіксували в 70 % розчині етилового спирту. Для приготування препаратів використовували модифіковану на кафедрі генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва методику. Забарвлення проводили водним розчином Сафроніна. Зрізи стебел, листків та члеників стрижня колоса робили лезом безпечної бритви. Перегляд препаратів проводили при збільшенні 10x15 на бінокулярному мікроскопі «BioMed». Фотографії робили з використанням цифрової камери «TusCap», визначення лінійних розмірів анатомічних структур та площі проводили на цифрових фотографіях з використанням комп'ютерної програми «TsView 2.1».

По кожному сорту робили 20 зрізів стебел колосоносного та другого зверху міжвузля, 20 зрізів членика стрижня в середній частині колоса. При вивченні анатомії стебла визначали – кількість та розміри (площа, довжина та ширина) великих провідних пучків, кількість та розміри малих (склеренхімних) провідних пучків, товщину паренхімного шару клітин.

Визначення морфофізіологічних показників продуктивності проводили згідно методичних вказівок [13].

Аналіз елементів структури урожаю (висота рослини, довжина верхнього міжвузля, довжина колосу, кількість колосків і зерен колоса, маса зерна з колоса) проводили у відповідності до методики державного сортопробування [14]. Відбір снопових зразків проводили в фазу повної стиглості в дворазовій повторності.

Математичну обробку експериментальних даних проводили з використанням пакетів прикладних статистичних програм. Проводили варіаційний та кластерний (методом К-середніх) аналіз. Для аналізу використовували середнє по роках і повтореннях значення.

Обговорення результатів. Вивчення комплексу ознак анатомічної будови стебла та колосу дозволило нам виявити відмінність за даними ознаками у колекційних зразків пшениці м'якої озимої, що вивчалися в досліді та визначити їх донорські властивості і селекційну цінність.

У середньому за роки досліджень найбільшу відмінність серед ознак першого зверху міжвузля зразки мали за ознаками, пов'язаними з товщиною соломини та її складовими: діаметром порожнини і товщиною стінки, коефіцієнт варіації між зразками становив 14,5 % та 17,7 % відповідно. Серед зразків колекції найбільший діаметр порожнини був у лінії Кю-60 (4,35 тис. мкм), найменший – у сорту Дбайлива (2,53 тис. мкм) (табл. 2). Необхідно відзначити, що товщина стінки соломини пов'язана з товщиною паренхіми, яка може виступати в якості місця тимчасового депонування надлишку пластичних речовин, які надалі можуть бути реутилізованими в зерно [15].

Таблиця 2

Характеристика колекційних зразків пшениці м'якої озимої за анатомічною будовою першого зверху міжвузля, 2014-2016 рр.

Ознака	Середнє	Інтервал	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт варіації $V \pm S_v$
Площа провідних пучків Паренхіми, тис. мкм ²	70,83	36,15	53,15 Ебі	89,27 Кю-35	12,7 ± 1,7
Площа провідних пучків склеренхіми, тис. мкм ²	12,96	8,20	10,25 Росинка Тарасовская	18,45 Фермерка	14,0 ± 1,8
Загальна площа провідних пучків, тис. мкм ²	83,79	40,96	64,23 Ебі	105,19 Кю-35	12,6 ± 1,7
Кількість провідних пучків паренхіми, шт.	19,5	6,3	16,7 Запашна	23,0 Чорноброва	7,0 ± 0,4
Кількість провідних пучків склеренхіми, шт.	22,6	8,1	19,2 Мона	27,3 Росинка Тарасовская	8,3 ± 1,1
Індекс провідних пучків паренхіми, тис. мкм	1375,06	532,37	1092,51 Ебі	1624,88 Кю-35	13,9 ± 1,8
Індекс провідних пучків склеренхіми, тис. мкм	291,75	145,36	241,04 Добірна	402,62 80-III/2	14,2 ± 1,9
Товщина стінки соломини, тис. мкм	0,86	0,72	0,68 Національна	1,40 Райська	17,7 ± 2,4
Діаметр порожнини соломини, тис. мкм	3,60	1,82	2,53 Дбайлива	4,35 Кю-60	14,5 ± 1,9

Мінімальний рівень мінливості серед зразків був за ознаками: кількість провідних пучків склеренхіми та паренхіми (коефіцієнти варіації – 8,3 % та 7,0 % відповідно). Найбільшу кількість провідних пучків паренхіми мав сорт Чорноброва (23 шт.), а склеренхіми сорт Росинка Тарасовская (27,3 шт.). Мінімальну кількість пучків паренхіми мав сорт Запашна (16,7 шт.), а склеренхіми – сорт Мона (19,2 шт.). Розмах варіювання площі провідних пучків колосоносного міжвузля між колекційними зразками пшениці м'якої озимої був у межах 12,7 %–14,0 %. Найменша площа провідних пучків паренхіми була у сорту Ебі (53,55 тис. мкм²), а склеренхіми сорт Росинка Тарасовская (10,25 тис. мкм²).

Аналіз мінливості індексів провідних пучків паренхіми та склеренхіми у зразків свідчить, що коефіцієнти варіації цих індексів теж були середніми і дорівнювали 13,9 % і 14,2 % відповідно. Максимальні значення індексів провідних пучків паренхіми відмічене у лінії Кю-35, а в склеренхіми у лінії Кю-60, а мінімальні за цими показниками у сортів Ебі та Добірна відповідно.

Таким чином, з дев'яти ознак, які характеризують анатомічну будову першого зверху міжвузля максимальний прояв за трьома ознаками був у лінії Кю-35 – за площею провідних пучків паренхіми, загальною площею провідних пучків, індексом провідних пучків паренхіми. Сорт Росинка Тарасовская характеризувався максимальною кількістю провідних пучків склеренхіми, але малою їх площею.

Вивчення ознак анатомічної будови другого міжвузля у колекційних зразків даної групи пшениці м'якої озимої показало, що відмінність за цими ознаками була незначною або середньою (табл. 3). Низький рівень варіювання був характерним для кількості провідних пучків паренхіми і склеренхіми та діаметра порожнини соломи, коефіцієнти варіації дорівнювали 7,3 %, 9,5 %, 8,0 % відповідно.

Таблиця 3

Характеристика колекційних зразків пшениці м'якої озимої за анатомічною будовою другого міжвузля, 2014–2016 рр.

Ознака	Середнє	Інтервал	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт варіації $V \pm S_v$
Площа провідних пучків паренхіми, тис. мкм ²	73,31	34,30	56,70 Вольница	91,00 Чемпіон	13,5±1,8
Площа провідних пучків склеренхіми, тис. мкм ²	12,68	7,94	9,37 Вольница	17,31 Чемпіон	15,7±2,1
Загальна площа провідних пучків, тис. мкм ²	86,00	42,27	66,07 Вольница	108,31 Чемпіон	13,4±1,8
Кількість провідних пучків паренхіми, шт.	26,8	9,4	21,6 Запашна	31,0 SG - S1915	7,3±0,9
Кількість провідних пучків склеренхіми, шт.	21,5	8,8	18,3 Гордовита	27,1 SG - S1915	9,5±1,2
Індекс провідних пучків паренхіми, тис. мкм	1375,06	979,65	1527,95 Вольница	2507,6 Чемпіон	13,8±1,8
Індекс провідних пучків склеренхіми, тис. мкм	291,75	223,61	192,04 Оксана	415,65 Чемпіон	17,5±2,3
Товщина стінки соломини, тис. мкм	0,88	0,42	0,72 Переясловка	1,14 Райська	12,4±1,6
Діаметр порожнини соломини, тис. мкм	4,90	1,23	4,15 Запашна	5,38 Чорнобрива	8,0±1,0

Найбільше варіювання між зразками спостерігали за індексом провідних пучків склеренхіми і становило 17,5 %. Серед зразків, що вивчали в досліді з дев'яти ознак, які характеризують анатомічну будову другого міжвузля, максимальний прояв за п'ятьма ознаками мав сорт Чемпіон, а саме: площею провідних пучків паренхіми, площею провідних пучків склеренхіми, загальною площею провідних пучків, індексом провідних пучків паренхіми, індексом провідних пучків склеренхіми. Мінімальні показники за чотирма ознаками з дев'яти за анатомічною будовою другого міжвузля мав сорт Вольница – за площею провідних пучків паренхіми, площею провідних пучків склеренхіми, загальною площею провідних пучків та індексом провідних пучків паренхіми (див. табл. 3).

При вивченні колекційних зразків за площею провідних пучків паренхіми було встановлено, що коефіцієнт варіації між ними за цією ознакою становив 13,5 %. Максимальний показник за даною ознакою був у зразку Чемпіон (91,0 тис. мкм²), мінімальний – у сорту Вольница (56,7 тис. мкм²).

За товщиною стінки соломини другого міжвузля середнє значення було 0,88 тис. мкм. Коефіцієнт варіації ознаки між зразками був середнім і становив 12,4 %. Максимальне значення відмічено у сорту Райська (1,14 тис. мкм), мінімальне було виявлено у колекційного зразку Переясловка (0,72 тис. мкм) (див. табл. 3).

У таблиці 4 наведено варіювання ознак анатомічної будови стрижня колоса у колекційних зразків пшениці м'якої озимої. Відмінність за площею провідних пучків члеників стрижня колоса у вивчених сортів пшениці була середньою, про що свідчить інтервал між максимальним та мінімальним значенням ознаки – 26,84 тис.мкм² та коефіцієнт варіації, який дорівнював 12,5 %. Максимальне значення було відмічено у сорту Престиж (63,84 тис. мкм²), а мінімальне – у сорту Херсонська 99 (37 тис. мкм²). За кількістю провідних пучків члеників стрижня колосу кращим був сорт Шестопалівка (18,0 шт.), гіршим – сорт Добірна (10,3 шт.).

Таблиця 4

Характеристика колекційних зразків пшениці м'якої озимої за анатомічної будови стрижня колоса, 2014–2016 рр.

Ознака	Середнє	Інтервал	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт Варіації V±Sv
Площа провідних пучків стрижня колоса, тис. мкм ²	50,44	26,84	37 Херсонська 99	63,84 Престиж	12,5±1,6
Кількість провідних пучків стрижня колоса, шт.	13,1	7,7	10,3 Добірна	18,0 Шестопалівка	10,1±1,3

Аналіз результатів вивчення колекції пшениці м'якої озимої за комплексом морфо-фізіологічних ознак продуктивності свідчить про існування незначної мінливості між вивченими зразками пшениці (табл. 5, 6).

Найбільшу відмінність між зразками було встановлено за ознакою площі прапорцевого (першого зверху) листка (коефіцієнт варіації – 13,2 %) (табл. 5). Мінімумом було варіювання за довжиною першого та другого листа – коефіцієнти варіації 7,1 % і 6,8 %.

За ознаками площі та ширини першого зверху листа максимальне значення було в сорту Маша (28,4 см² та 2 см відповідно) а мінімальне – у сорту Spartacus.

Так, за ознаками площі та ширини другого зверху листа максимальне значення було в сорту Банга (24,3 см² та 1,5 см відповідно), мінімальна площа – у лінії Кю-99 (14,1 см²), а за шириною – у сорту Гордовита (1,0 см).

Індекс форми листа представляє собою співвідношення довжини листа до його ширини. Максимальне значення за індексом форми першого і другого листа у сорту Мона (15,5 та 22,4 відповідно). Мінімумом значення індексу першого листа у лінії Кю-11(10,5). Мінімумом значення індексу другого листа у сорту Шестепавловка (15,5).

Мінімальний прояв за трьома ознаками спостерігався у лінії Кю-99 – довжина другого листа, площа другого листа, площа першого і другого листа (табл. 5).

Висота рослини є інтегральним показником який визначає морфо-біологічний тип рослини в цілому. Колекційні зразки пшениці м'якої озимої були представлені як високорослими, так і середньо- та короткостебленими зразками. Найбільш високорослим був сорт Переясловка (101,6 см), низкорослим – зразок SG-S1915(64,2 см). Інтервал мінливості висоти рослини знаходився в межах від 101,6см до 64,2 см і становив 37,4 (див. табл. 6).

Середня довжина колосу у вивченого набору зразків становила 7,9 см, при цьому максимальним значеннями даної ознаки характеризувався сорт Легенда (10,5 см), мінімальним – лінія Кю-99 (5,7 см). За масою колоса кращим був сорт Оксана (3 г), одним з гірших – Spartacus (1,6 г).

На думку багатьох дослідників озерненість колоска є важливою ознакою для подальшого підвищення продуктивності колоса, оскільки потенційно в колоску закладається 3–5, а іноді і більше квіток, однак зернівки формуються лише в 2–3. У наших дослідженнях озерненість колоска варіювала в межах від 3,1 шт. до 2 шт., з інтервалом 1,1шт. Максимальною озерненість сорту Оксана (3,1 шт.), мінімальною – сорту Досвід (2 шт.)

Коефіцієнт варіації за масою соломини серед зразків, що вивчалися, був середнім – 14,0 %. Інтервал мінливості маси соломи у вивченій колекції становив 1,2. Найбільшою маса соломи була в сорту Легенда (2,1 г), найменшою – у лінії Кю-40 (0,9 г).

**Характеристика колекційних зразків пшениці м'якої озимої за ознаками
структури листового апарату, 2014–2016 рр.**

Ознака	Середнє	Інтервал	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт варіації $V \pm Sv$
Довжина першого зверху листка, см.	19,1	7,3	16,5 Кю-35	23,8 Переясловка	7,1±0,9
Ширина першого зверху листка, см	1,5	0,7	1,3 Spartacus	2,0 Маша	9,9±1,3
Індекс форми першого зверху листка	13,0	5,0	10,5 Кю-11	15,5 Мона	11,0±1,4
Площа першого зверху листка, см ²	18,7	13,5	14,9 Spartacus	28,4 Маша	13,2±1,7
Довжина другого зверху листка, см	22,8	8,4	18,6 Кю-99	27,0 Чорноброва	6,8±0,9
Ширина 2-го зверху листка (см)	1,2	0,5	1,0 Гордовита	1,5 Банга	8,3±1,0
Індекс форми другого зверху листка	19,0	6,9	15,5 Шестопалівка	22,4 Мона	10,1±1,3
Площа другого зверху листка, см ²	18,1	10,2	14,1 Кю-99	24,3 Банга	11,8±1,5
Площа двох верхніх листіків, см ²	36,9	23,5	29,1 Кю-99	52,6 Легенда	11,6±1,5

Коефіцієнт варіації за масою зерна з колоса між колекційними зразками пшениці м'якої озимої був середнім, але найвищим серед ознак продуктивності, які вивчалися та дорівнював 15,9 %. Максимальним прояв ознаки був у сорту Статна (2,3 г), а мінімальним – у сорту Patriot (1,2 г).

Індекс зернової продуктивності фотосинтезу (GPPH) був найвищим у зразку Статна (61,04), найнижчим – у сорту Маша (29,7). Коефіцієнт варіації за даною ознакою між зразками був середнім і дорівнював 14,3 %. За індексом атракції серед зразків колекції кращим був сорт SG - S1915 (2,36), гіршим – сорт Легенда (1,29). Коефіцієнт варіації серед зразків становив 13,4 %.

За індексом потенційної продуктивності колоса кращим був зразок Статна, який був кращим і за індексом зернової продуктивності фотосинтезу та мав найвищу масу зерна і пагона; найгіршим – лінія Кю-99, індекс потенційної продуктивності колоса у якої дорівнював 18,0. Варіювання між сортами за індексом лінійної щільності колоса (LDSI) було середнім – 12,0 %. Найвищим цей індекс був у сорту Оксана – 6,17, найнижчим – у сорту Чорноброва – 3,96. Що стосується індексу врожайності (HI), то серед зразків даної групи кращим був сорт SG - S1915 (0,86), гіршим – Patriot (0,42).

Раніше нами повідомлялось про існування в системі донорно-акцепторних відносин суттєвих взаємозв'язків між ознаками донора (листяний апарат) та системи транспорту пластичних речовин (провідна система стебла та колоса) на рівні цілісного фенотипу [16].

У межах даного дослідження нами було проведено системний аналіз мінливості комплексу вивчених ознак методом кластерного аналізу. Для проведення даного аналізу нами були попередньо розраховані індекси для кожної з вивчених ознак, як відношення значення ознаки сорту або лінії до середнього значення ознаки у всіх генотипів в досліді. Після чого визначені інтегральні індекси для кожної групи ознак, як середнє значення всіх індексів.

Представлені на рисунку 1 результати кластерного аналізу (методом К-середніх) сукупності вивчених генотипів пшениці м'якої озимої свідчать про існування кількох окремих типів мінливості комплексу вивчених ознак анатомічної будови стебла та колоса, структури листового апарату та продуктивності колоса.

Характеристика колекційних зразків пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності, 2014–2016 рр.

Ознака	Середнє	Інтервал	Мінімум	Максимум	Коефіцієнт варіації $V \pm Sv$
Висота рослини, см.	80,7	37,4	64,2 SG - S1915	101,6 Переясловка	10,6±1,4
Довжина колоса, см.	7,9	4,8	5,7 Кю-99	10,5 Легенда	9,8±1,3
Маса колоса, г	2,1	1,4	1,6 Spartacus	3,0 Оксана	12,5±1,6
Кількість колосків, шт.	16,7	5,1	14,6 Кю-11	19,9 Легенда	6,5±0,8
Кількість зерен, шт.	39,1	18	32,8 Spartacus	50,8 Переясловка	8,1±1,1
Озерненість колоска, шт.	2,3	1,1	2,0 Досвід	3,1 Оксана	9,1±1,2
Маса соломини, г	1,2	1,2	0,9 Кю-40	2,1 Легенда	14,0±1,8
Маса зерен, г	1,6	1,1	1,2 Patriot	2,3 Станичняя	15,9±1,9
Маса пагона, г	3,3	2,2	2,6 Кю-11	4,8 Станичняя	12,1±1,6
Зернова продуктивність фотосинтезу (GPPH)	43,4	31,3	29,7 Легенда	61,0 Станичняя	14,3±1,9
Індекс атракції (IA)	1,7	1,1	1,3 Національна	2,4 SG - S1915	13,4±1,8
Індекс продуктивності колоса (SPPI)	29,7	14,8	24,1 Кю-99	38,9 Станичняя	11,4±1,5
Індекс лінійної щільності колоса (LDSI)	5,0	2,2	3,9 Чорноброва	6,2 Оксана	12,0±1,6
Індекс урожайності (HI)	0,50	0,44	0,42 Patriot	0,86 SG - S1915	11,0±1,4

Установлено, що у значної частини генотипів пшениці високий рівень розвитку ознак продуктивності колоса пов'язаний з високими значеннями індексів анатомічної будови стебла та колоса – перший та четвертий кластери. До складу цих кластерів входить 20 колекційних зразків. Найбільшу цікавість представляють генотипи четвертого кластеру (Банга, Чорноброва, Кю-60, Станичняя, Легенда, Переясловка), для яких характерним був максимальний рівень розвитку групи ознак листового апарату, продуктивності та доволі високий рівень розвитку ознак анатомічної будови. В межах першого кластеру об'єднано 16 сортів: Смуглянка, Izolda, Шестопалівка, Liryka, Престиж, Харківська 105, Jivago, Alex, Ода, Фишт, Гордов, Красота, Чемпион, Райська, Луганчанка, Фермерка. Генотипи даного кластеру високий рівень продуктивності колоса та максимальний рівень розвитку ознак анатомічної структури стебла та колоса. На нашу думку, генотипи цих двох кластерів представляють цікавість для використання їх в комбінативній селекції, як донорів комплексу ознак продуктивності і анатомічної структури.

Генотипи другого та третього кластерів представляють собою два «протилежні» типи мінливості ознак продуктивності, листового апарату та анатомічної структури стебла та колоса. Так, для генотипів другого кластера мали відносно високий рівень розвитку ознак продуктивності колоса, але мінімальний – ознак анатомічної будови, а третього навпаки.

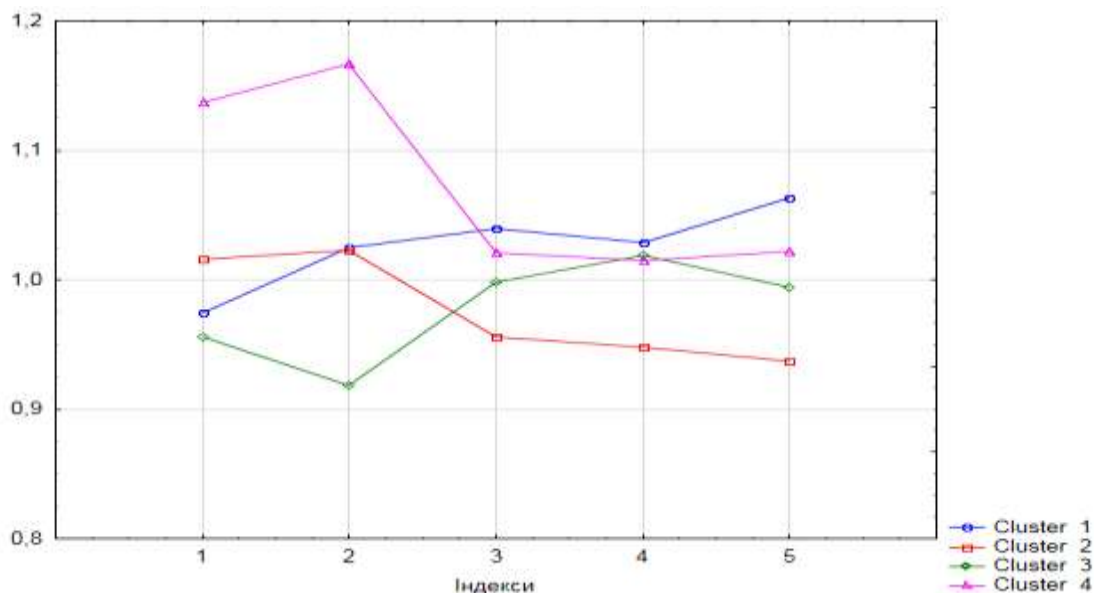


Рисунок 1. Середні для кластерів значення індексів груп ознак анатомічної будови, структури листового апарату та продуктивності колекційних зразків пшениці м'якої озимої, в середньому за роки досліджень.

Примітки. 1 – індекс структури листового апарату, 2 – індекс продуктивності, 3 – індекс анатомічної будови першого міжвузля, 4 – індекс анатомічної будови другого міжвузля, 5 – індекс анатомічної будови колоса.

До складу другого кластера входить 16 (Одеська 267, Національна, Рос.Тарасовская, Молдова 7, Вольница, Венера, Херсонська 99, Ebi, Saskia, Статна, Маша, Добірна, Мона, Білява, Кю-07, Оксана), третього – 15 генотипів (SG - S1915, Spartacus, Patriot Запашна, Влучна, Богданна, Здобна, Досвід, Дбайлива, Кю-03, Кю-11, Кю-35, Кю-40, Кю-99, 80-III/7) (див. рис. 1). Цікавим є якісний склад третього кластеру – це переважно сорти селекції IP ім. В.Я. Юр'єва та селекційні лінії. Таким чином, генотипи третього кластеру можуть бути донором ознак анатомічної структури, а другого – продуктивності колоса.

Висновки. Встановлено особливості вивченого набору генотипів пшениці м'якої озимої за рівнем мінливості і розвитку комплексу ознак анатомічної структури стебла та колоса, структури листового апарату і продуктивності колоса. За результатами проведеного аналізу експериментальних результатів виділено сорти та лінії з максимальним рівнем реалізації окремих ознак та їх комплексу. Встановлено, що ознаки анатомічної будови стебла та колоса мають неоднаковий рівень мінливості серед вивченого набору генотипів. Так, максимальний рівень мінливості анатомічної будови першого зверху міжвузля виявлено за ознаками, пов'язаними з товщиною соломини та її складовими: діаметром порожнини і товщиною стінки, коефіцієнт варіації між зразками становив 14,5 % та 17,7 % відповідно. Мінливість анатомічної структури другого зверху міжвузля мала низький або середній рівень, найбільшу варіабельність виявляли ознаки провідних пучків склеренхіми. За ознаками листового апарату максимальний рівень мінливості відмічений за площею прапорцевого, наступного за ним листків, та їх загальною площею. Серед ознак продуктивності колоса високий рівень мінливості виявлено за ознаками маси – колоса, зерна з колоса, стебла та пагона в цілому.

Результати кластерного аналізу дозволили виділити групи генотипів, які поєднують високий рівень реалізації всього комплексу вивчених ознак. Одержані результати свідчать про існування певного зв'язку між ознаками анатомічної структури стебла і колоса та морфофізіологічних ознак продуктивності. Очевидно, що існування подібного взаємозв'язку може бути використано в селекції на потенційну продуктивність пшениці м'якої

озимої. Виділені групи сортів і ліній можуть бути використані в комбінативній селекції як донори цінного комплексу ознак.

Список використаних джерел

1. Shiferaw B., Smale M., Braun H.-J., Duveiller E., Reynolds M., Muricho G. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*. 2013. № 5(3). P. 291–317. DOI: 10.1007/s12571-013-1263-y.
2. Shewry P.R., Hey S.J. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*. 2015. № 4. P. 178–202. DOI: 10.1002/fes3.64.
3. Reynolds M. et al. Breeder friendly phenotyping. *Plant Science*. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110396.
4. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. Киев: Логос, 2004. 192 с.
5. Fischer R.A. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. *Field Crops Res.* 2008. 105. № (1–2). P. 15–21. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.04.002.
6. Sinclair T.R., Jamieson P.D. Yield and grain number of wheat: A correlation or causal relationship? Authors' response to "The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson" by R.A. Fischer. *Field Crops Res.* 2008. V. 105. No 1-2. P. 22–26. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.07.003.
7. Bustos D.V., Hasan A.K., Reynolds M.P., Calderini D.F. Combining high grain number and weight through a DH-population to improve grain yield potential of wheat in high-yielding environments. *Field Crops Res.* 2013. № 145. P. 106–115. DOI:10.1016/j.fcr.2013.01.015.
8. Aisawi K.A.B., Reynolds M.P., Singh R.P., Foulkes M.J. The physiological basis of the genetic progress in yield potential of CIMMYT spring wheat cultivars from 1966 to 2009. *Crop Sci.* 2015. № 55. P. 1749–1764. DOI: 10.2135/cropsci2014.09.060.
9. Bancal P., Soltani F. Source–sink partitioning. Do we need Münch? *J. Exp. Bot.* 2002. № 53. P. 1919–1928. DOI: 10.1093/jxb/erf037.
10. Wolde G.M., Schnurbusch T. Inferring vascular architecture of the wheat spikelet based on resource allocation in the branched head (bht-A1) near isogenic lines. *Functional Plant Biology*. 2019. № 46. P. 1023–1035. DOI: 10.1071/FP19041.
11. Тетеряченко К.Г. К вопросу о теоретическом обозначении продуктивности сортов и гибридов озимой пшеницы. Исследования по растениеводству, селекции и семеноводству: Труды Харьковского с.-х. института им. В.В. Докучаева. 1971. Т. 141. С. 98–106.
12. Тетеряченко К.Г. К вопросу о селекции мягкой озимой пшеницы на продуктивность, морозостойкость и устойчивость к полеганию. Вопросы селекции и семеноводства: Труды Харьковского с.-х. института им. В.В. Докучаева. 1975. Т. 204. С. 22–29.
13. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Вип. 2 (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Під ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 65 с.
14. Методические указания по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении. М., 1982. 27 с.
15. Кірізій Д.А., Шадчина Т.М., Стасик О.О., Прядкіна Г.О., Соколовська-Сергієнко О.Г., Гуляев Б.І., Ситник С.К. Особливості фотосинтезу і продукційного процесу у високоінтенсивних генотипів озимої пшениці. Київ: Основа, 2011. 416 с.
16. Криворученко Р.В., Гопцій В.О. Комплексна оцінка генотипів пшениці м'якої озимої за особливостями структурно-функціональної організації ознак продуктивності. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання». 2019. № 1. С. 133–147.

References

1. Shiferaw B, Smale M, Braun H-J, Duveiller E, Reynolds M, Muricho G. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*. 2013; 5(3): 291–317. DOI: 10.1007/s12571-013-1263-y.

2. Shewry PR, Hey SJ. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*. 2015; 4: 178–202. DOI: 10.1002/fes3.64.
3. Reynolds M et al. Breeder friendly phenotyping. *Plant Science*. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.110396.
4. Kiriziy DA. Photosynthesis and plant growth in the aspect of source-sink relations. Kyiv: Logos, 2004. 192 p.
5. Fischer RA. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. *Field Crops Res*. 2008; 105(1-2): 15–21. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.04.002.
6. Sinclair TR, Jamieson PD. Yield and grain number of wheat: A correlation or causal relationship? Authors' response to "The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson" by R.A. Fischer. *Field Crops Res*. 2008; 105(1-2): 22–26. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.07.003.
7. Bustos DV, Hasan AK, Reynolds MP, Calderini DF. Combining high grain number and weight through a DH-population to improve grain yield potential of wheat in high-yielding environments. *Field Crops Res*. 2013; 145: 106–115. DOI:10.1016/j.fcr.2013.01.015.
8. Aisawi KAB, Reynolds MP, Singh RP, Foulkes MJ. The physiological basis of the genetic progress in yield potential of CIMMYT spring wheat cultivars from 1966 to 2009. *Crop Sci*. 2015; 55: 1749–1764. DOI: 10.2135/cropsci2014.09.060.
9. Bancal P, Soltani F. Source–sink partitioning. Do we need Münch? *J. Exp. Bot*. 2002; 53: 1919–1928. DOI: 10.1093/jxb/erf037.
10. Wolde GM, Schnurbusch T. Inferring vascular architecture of the wheat spikelet based on resource allocation in the branched head (bht-A1) near isogenic lines. *Functional Plant Biology*. 2019; 46: 1023–1035. DOI: 10.1071/FP19041.
11. Teteryatchenko KG. On the theoretical designation of the productivity of varieties and hybrids of winter wheat. *Research on crop production, selection and seed production: Proceedings of the Kharkov Agr. Institute named after VV Dokuchaev*. 1971; 141: 98–106.
12. Teteryatchenko KG. To the issue of breeding soft winter wheat for productivity, frost resistance and lodging resistance. *Issues of selection and seed production: Proceedings of the Kharkov Agr. Institute named after VV Dokuchaev*. 1975; 204: 22–29.
13. *Methods of state variety testing of crops. No. 2 (cereals, cereals and legumes)*. Ed. VV Volkodav. Kyiv, 2001. 65 p
14. *Guidelines for the determination of certain physiological parameters of wheat plants during variety studies*. Moscow, 1982. 27 p.
15. Kiriziy DA, Shadchina TM, Stasik OO, Pryadkina GO, Sokolovskaya-Sergienko OG, Gulyaev BI, Sytnik SK Features of photosynthesis and production process in high-intensity winter wheat genotypes. Kyiv: The Basis, 2011. 416 p.
16. Kryvoruchenko RV, Hoptsi VA Comprehensive evaluation of soft winter wheat genotypes by features of structural and functional organization of performance traits. *Bulletin of KhNAU them. VV Dokuchaev. Series "Crop, breeding and seed production, horticulture and storage"*. 2019; 1: 133–147.

ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ И ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПО АНАТОМИЧЕСКИМ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Гопций В.А., Криворученко Р.В.

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, Украина

Цель и задачи. Установить особенности изменчивости комплекса признаков анатомического строения стебля и колоса, а также морфофизиологических признаков продуктивности у широкого набора современных сортов и селекционных линий пшеницы мягкой озимой разного генетического происхождения.

Материал и методы. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в условиях опытного поля ХНАУ им. В.В. Докучаева. Коллекция генотипов пшеницы включала 45 сортов и восемь селекционных линий разного генетического происхождения. Размещение делянок – методом стандартов, повторение трехразовое. Учетная площадь делянки составляла 2 м², посев проводился сеялкой ССФК-7, норма высева – 4,0 млн. всхожих семян на га, предшественник – черный пар. повторность трехкратная. Проводили изучение анатомического строения стебля и комплекса морфобиологических признаков продуктивности. Математическая обработка результатов исследований включала вариационный и кластерный анализ.

Обсуждение результатов. По результатам трехлетних исследований установлены особенности изменчивости комплекса признаков анатомического строения стебля и колоса у 53 генотипов пшеницы мягкой озимой. Наибольшую изменчивость среди признаков верхнего междоузлия имели признаки, связанные с толщиной соломины и ее составляющими: диаметром полости и толщиной стенки соломины (коэффициент вариации составлял 14,5 и 17,7 %). Изменчивость признаков анатомического строения второго сверху междоузлия была низкой или средней.

По комплексу признаков продуктивности среди изученного набора генотипов пшеницы наблюдался различный уровень изменчивости. Среди морфобиологических признаков листового аппарата наибольшая изменчивость наблюдалась по признакам площади листьев. Среди признаков продуктивности колоса максимальный уровень изменчивости наблюдался по массе колоса и массе зерна с колоса, а также некоторым селекционным индексам.

Проведенный кластерный анализ позволил выделить группы генотипов, которые отличаются характером реализации комплекса анатомических и морфобиологических признаков продуктивности. Каждый из выделенных кластеров представляет собой отдельный морфобиологический тип, для которого характерно неодинаковый вклад отдельных признаков анатомического строения стебля и морфобиологических признаков в формирование продуктивности. Выделенные группы сортов представляют интерес для использования в качестве родительских форм в комбинационной селекции.

Выводы. В результате исследования образцов пшеницы мягкой озимой по уровню изменчивости и реализации анатомических и морфобиологических признаков установлена селекционная ценность сортов и линий, пригодных для использования в комбинационной селекции.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, изменчивость, анатомическое строение, морфобиологический признак, селекционный индекс, кластерный анализ.

PECULIARITIES OF SOFT WINTER WHEAT VARIETIES AND LINES BY ANATOMICAL AND MORPHOPHYSIOLOGICAL TRAITS OF PRODUCTIVITY

Hoptsi V.A., Krivoruchenko R.V.

Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev, Ukraine

Purpose and tasks. To establish the variability peculiarities of the complex of the traits of the anatomical structure of the stem and spike, as well as the morphophysiological traits of productivity in a wide range of modern varieties and breeding lines of soft winter wheat of different genetic origin.

Material and methods. The researches were conducted in 2015–2017 on the experimental field of KhNAU named after V.V. Dokuchayev. The collection of wheat genotypes included 45 varieties and 8 breeding lines of different genetic origin. The plots were distributed by the standard method, triple repetition. The discount area of the plot made up 2 m², the sowing was carried out with the SSFC-7 sowing machine, the seeding rate was 4.0 million of germinable seeds per ha, the predecessor was fallow land, triple repetition. The anatomical structure of the

stem and the complex of the morphophysiological traits of productivity were studied. Mathematical processing of the research results included the variational and cluster analysis.

Results and discussion. According to the results of the three-year research, the variability peculiarities of the complex of the traits of the anatomical structure of the stem and spike of 53 genotypes of soft winter wheat have been established. The greatest variability among the traits of the upper internode was associated with the thickness of the culm and its components: the diameter of the cavity and the wall thickness of the culm (the variation coefficient was 14.5 and 17.7%). The variability of the traits of the anatomical structure of the second internode from above was low or medium.

According to a set of the productivity traits, a different level of variability was observed among the studied set of wheat genotypes. Among the morphological traits of the leaf apparatus, the greatest variability was observed by the traits of the leaf area. Among the traits of the spike productivity, the maximum level of variability was observed by the weight of the spike and the mass of grain from the spike, as well as some breeding indices.

The conducted cluster analysis made it possible to identify the groups of genotypes that differ in the nature of the implementation of the complex of the anatomical and morphophysiological productivity traits. Each of the selected clusters is a separate morphobiological type, which is characterized by the uneven contribution of the individual traits of the anatomical structure of the stem and morphophysiological characteristics to the productivity formation. The selected groups of the varieties are of interest for the use as the parent forms in the combination selection.

Conclusions. As the result of the research of the soft winter wheat samples by the level of variability and the implementation of the anatomical and morphophysiological traits, the breeding value of the varieties and lines suitable for use in combination selection has been established.

Key words: winter soft wheat, variability, anatomical structure, morphophysiological traits, selection indices, cluster analysis

УДК 633.111.1: 58.02

DOI: 10.30835/2413-7510.2020.206975

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ПОХІДНИХ ВІД СИНТЕТИКІВ ГЕНОМНОЇ СТРУКТУРИ ABD

Докукіна К.І.

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Україна

Показано ефективність використання синтетиків *Triticum durum* Desf. – *Aegilops tauschii* Coss. для покращення пшениці м'якої ярої за рівнем прояву врожайності, маси зерна з колосу та маси 1000 зерен, їхньою пластичністю й стабільністю.

Ключові слова: пшениця, пластичність, стабільність, урожайність, продуктивність, маса зерна з колоса, маса 1000 зерен.

Вступ. З метою селекційного покращення пшеницю м'яку яру схрещували з синтетиками *Triticum durum* Desf. – *Aegilops tauschii* Coss., створеними у Мексиці, СІММУТ, одержано інтрогресивні лінії, які дозволяють покращити пшеницю за рівнем прояву врожайності, маси зерна з колосу та маси 1000 зерен, їх пластичністю та стабільністю.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Для селекційного покращення головного виду пшениці, що культивується у світі – м'якої перспективним є використання генів, що контролюють цінні ознаки, від дикого предкового виду – егілопса Тауша