

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЗНАКА «ВЫСОТА РАСТЕНИЯ» У ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

С. В. Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

О. В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

В. Л. Чернова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Проблема устойчивости к полеганию при возделывании озимой пшеницы не теряет своей актуальности и в современных условиях. Это свойство в значительной степени связано с высотой растений. Вопрос влияния этого признака на урожайность также остается актуальным. Цель проведенных исследований – дать характеристику и выявить общие закономерности проявления признака «высота растения» в условиях юга Ростовской области. Исследования выполнены в 2013–2018 гг. в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объект исследования – коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Установлено, что изменчивость признака «высота растения» во все годы исследований была средней ($10\% < CV < 20\%$), за исключением 2015 г. ($CV = 9,8\%$), что говорит о высокой доле генотипического влияния. За годы проведения исследований большинство изученных образцов (59,2–73,3%) входило в группу короткостебельных (высота растений – от 86 до 105 см). Выявлено, что максимальную урожайность в среднем за 6 лет формировали образцы с высотой растений 81–90 и 91–100 см. Отмечены корреляционные сопряженности высоты растений с урожайностью, а также с устойчивостью к полеганию и временем колошения, причем две последние носили трендовый характер. Выделен ряд полукарликовых образцов с высокой устойчивостью к полеганию, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция).

Ключевые слова: озимая пшеница, высота растения, коллекция, образец, изменчивость, корреляция, исходный материал.

Для цитирования: Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Чернова В. Л. Изучение признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68) С. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-18-22.



THE STUDY OF THE TRAIT “PLANT HEIGHT” IN WINTER BREAD WHEAT IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

V. L. Chernova, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The problem of resistance to lodging during winter wheat cultivation is of great relevance in modern conditions. This trait largely correlates to plant height. The purpose of the current study was to characterize and identify the general patterns of manifestation of the trait “plant height” in the conditions of the south of the Rostov region. The study was conducted in 2013–2018 in the department of the breeding and seed production of winter bread wheat in the FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”. The objects of the study were the collection wheat samples of various ecological and geographical origin. There has been established that the variability of the trait “plant height” was of a medium size ($10\% < CV < 20\%$) through all the years of study, excepting the year of 2015 ($CV = 9.8\%$). This result has indicated a high degree of genotypic influence. There has been established that the maximum average yields for 6 years were produced by the samples with 81–90 and 91–100 cm of height. There has been identified a correlation between “plant height” and “productivity”, between “resistance to lodging” and “phase of head formation”. There have been identified such semi-dwarf samples with high resistance to lodging, characterized by a stable manifestation of plant height in various weather conditions as “Ling xing 99”, “Fuimai 5” (China); “Orienta” (USA); “Zlatka” (Serbia); “Minstrel”, “CO1044” (France).

Keywords: winter wheat, plant height, collection, sample, variability/changeability, correlation, initial material.

Введение. Выделение и внедрение в производство новых высокопродуктивных неполегающих сортов являются одним из основных условий интен-

сификации производства зерна. Особенно остро проблема устойчивости к полеганию стоит при возделывании озимой пшеницы на орошении и при ис-

пользовании высоких доз удобрений. Это свойство, как известно, в значительной степени связано с высотой растений, контролируемой сложной системой генов. Причинами полегания являются высокорослость и низкая прочность стебля, причем наиболее важной из них является высота растений, от которой на 80% зависит устойчивость к полеганию (Костылев и др., 2018; Каменева и др., 2019; Филиппов и др., 2019).

Опыт селекционной работы со многими зерновыми культурами доказывает, что только короткостебельные сорта полностью соответствуют требованиям интенсивного земледелия, прежде всего своей устойчивостью к полеганию и высокой продуктивностью (Наскидашвили, 1984). Применительно к озимой пшенице высокорослость растений – нежелательный признак, который можно устранить путем скрещивания среднерослых сортов с короткостебельными. Успех таких скрещиваний для создания короткостебельных сортов во многом зависит от наличия и изученности исходного материала, его разнообразия и качества.

Цель проведенных исследований – дать характеристику и выявить общие закономерности проявления признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена в 2013–2018 гг. в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объект исследования – коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Большая часть изучаемых образцов (около 50%) имела российское происхождение. Из зарубежных стран максимально были представлены Украина, Германия, Франция, США, Китай, Канада, Австрия, Румыния и Венгрия.

Климат южной зоны Ростовской области характеризуется как полусухой. Среднегодовое количество осадков составляет 450–600 мм, около 2/3 из которых выпадает в теплое время при среднесуточной температуре воздуха 10 °С. Сумма активных температур за период вегетации составляет 3400–3600 °С. Гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,80–0,85. За летний период наблюдается 60–65 суховейных дней.

Погодные условия в годы проведения исследований (2013–2018) в период активной вегетации растений различались по уровню влаго-, теплообеспеченности и освещенности, что позволило более точно оценить образцы по проявлению изучаемого признака.

Опыты проводили согласно методике государственного сортоиспытания (1985) и методическим указаниям ВИР (1987). Подготовка почвы, посев и уходные мероприятия проводились в оптимальные сроки в соответствии с зональными системами. Учетная площадь деланки – 3,0 м². Повторность – однократная, стандартный сорт Ермак размещался через 10 деланок.

Обработку экспериментальных данных проводилась по Б. А. Доспехову (2011) с использованием программы Excel на персональном компьютере. Для определения степени модификационной изменчивости признака рассчитаны коэффициенты вариации (CV). Проявление признака на фенотипическом уровне проведено по среднему значению (X) и ошибке (Sx). Сопряженность признака с другими оценивали по коэффициенту корреляции (r).

Результаты и их обсуждение. За годы проведения исследований максимальное полегание образцов отмечено в 2014 г., когда среднее по опыту значение устойчивости составило 3,1 балла. В 2015 и 2013 гг. также наблюдалось значительное количество полегших образцов: средняя составила 3,3 и 3,4 балла соответственно. В последующие годы (2016, 2017 и 2018) полегание было незначительным (4,9, 4,8 и 4,8 балла).

Величина коэффициентов вариации признака «высота растения» во все годы проведения исследований была средней (10% < CV < 20%), за исключением 2015 г. (CV = 9,8%) (табл. 1), то есть изменчивость признака вне зависимости от складывающихся погодных условий была невысокой и достаточно стабильной, что говорит о большой доле генотипического влияния. Размах варьирования высоты растений по годам находился в интервале от 55 до 66 см. Максимальная высота отмечена в 2018 г. – 101,7 см, минимальная (91,6 см) наблюдалась в 2014 г.

1. Изменчивость признака «высота растений» в различные по метеорологическим условиям годы, см (2013–2018 гг.)

1. Variability of the trait "plant height" in various weather conditions, cm (2013–2018)

Год	Количество образцов, шт.	Среднее по опыту	CV, %	min	max	Размах	Sx
2013	268	92,4±0,66	11,1	63	118	55	10,30
2014	265	91,6±0,58	10,0	67	120	55	9,20
2015	232	95,1±0,66	9,8	64	120	56	9,31
2016	286	99,4±0,61	11,3	65	130	65	11,20
2017	309	98,1±0,57	10,4	64	130	66	10,20
2018	265	101,7±0,63	10,6	62	128	66	10,76

По высоте растений коллекционные образцы в годы исследований были представлены, согласно шкале В. Ф. Дорофеева (1987), следующими группами: высокорослые (свыше 120 см), среднерослые (106–120 см), короткостебельные (86–105 см), полукарликовые (61–85 см); карликовые (41–60 см) и суперкарликовые образцы (менее 41 см) отсутствовали (табл. 2). Ежегодно большинство изученных образцов входило в группу короткостебельных (59,2–73,3%). Более существенно в зависимости от погодных условий изменялись доли среднерослых (7,5–30,9%) и по-

лукарликовых образцов (6,4–25,0%). Только в условиях 2016, 2017 и 2018 гг. проявлялись высокорослые образцы.

Одной из важнейших задач для селекционеров является выявление морфологического типа растений с оптимальной высотой для определенных почвенно-климатических условий. А. М. Медведевым (2007) было установлено, что оптимальная длина соломины, с которой сочетаются устойчивость растений к полеганию и продуктивность, находится в пределах 75–100 см.

2. Распределение образцов озимой мягкой пшеницы по высоте растения (2013–2018 гг.)

2. Distribution of the samples according to "plant height" (2013–2018)

Группа	Высота, см	Год											
		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Высокорослые	>120	—	0,0	—	0,0	—	0,0	7	2,5	7	2,3	9	3,4
Среднерослые	106–120	35	13,0	22	8,3	36	15,5	67	23,4	58	18,8	82	30,9
Короткостебельные	86–105	166	62,0	189	69,4	170	73,3	188	65,7	217	70,2	157	59,2
Полукарликовые	61–85	67	25,0	59	22,3	26	11,2	24	8,4	27	8,7	17	6,4
Карликовые	41–60	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0
Количество образцов	—	268	100	265	100	232	100	286	100	309	100	265	100

Анализ урожайности групп коллекционных образцов с разной высотой растений показал, что в среднем за 6 лет исследований максимальную урожайность формировали образцы с высотой 81–90 и 91–100 см (табл. 3). Эта тенденция прослеживалась практически во все годы, за исключением 2016 и 2017 гг., ко-

гда максимальную урожайность показали образцы с высотой растений 101–120 см, что было связано со сложившимися погодными условиями. Также следует отметить, что в 2015 г. максимальная урожайность отмечена у полукарликовых образцов с высотой растений 71–81 см.

3. Урожайность разных по высоте растений коллекционных образцов озимой пшеницы, г/м² (2013–2018 гг.)

3. Productivity of winter wheat samples with various height, g/m² (2013–2018)

Группа образцов с высотой растений	Год						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	среднее
60–70	728	776	912	749	735	1163	844
71–80	713	778	1022	798	920	1290	920
81–90	752	781	994	848	941	1399	953
91–100	749	780	1012	868	978	1338	954
101–110	696	685	998	888	1002	1305	929
111–120	579	604	974	917	1008	1243	888
121–130	–	554	–	846	974	1130	876*
Среднее по опыту	724	762	1000	875	978	1307	941
Ермак, ст.	758	854	992	895	973	1405	980

*среднее за 4 года.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в условиях юга Ростовской области для получения максимального урожая оптимальной является высота растений 81–100 см, но при этом в зависимости от складывающихся погодных условий высокую урожайность могут показывать сорта как более высокорослые, так и полукарлики, что нужно учитывать при проведении отборов.

Это подтверждает проведенный корреляционный анализ. Взаимосвязь между высотой растений и урожайностью по годам носит разную направленность:

в 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. – отрицательную, а в 2016 и 2017 гг., когда преимущество имели высокорослые образцы, – положительную (табл. 4).

Наблюдаемая сопряженность высоты растения с устойчивостью к полеганию имела классическую отрицательную направленность, которая отмечена в течение всех лет проведения исследований. В качестве закономерности следует отметить и положительную корреляционную связь высоты растения с датой колошения во все годы наблюдения.

4. Коэффициенты корреляции признака «высота растений» (2013–2018 гг.)

4. Correlation coefficients of the trait "plant height" (2013–2018)

Признак	Год					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Урожайность	–0,17±0,06	–0,33±0,06	–0,03±0,07	0,31±0,06	0,32±0,05	–0,36±0,06
Устойчивость к полеганию	–0,29±0,06	–0,39±0,06	–0,32±0,06	–0,25±0,06	–0,27±0,05	–0,01±0,06
Дата колошения	0,40±0,06	0,36±0,06	0,12±0,07	0,36±0,06	0,23±0,06	0,27±0,06

С массой 1000 зерен, содержанием белка и клейковины в зерне и другими показателями корреляционные сопряженности практически во все годы были незначительными и не носили трендовой направленности.

Учитывая перечисленные закономерности, при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо использовать короткостебельные образцы с прочной соломиной, слабо изменя-

ющие высоту растения в контрастные по погодным условиям годы.

По результатам исследований выделен ряд полукарликовых образцов, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция). Эти образцы являются источниками генов короткостебельности и могут использовать-

ся в соответствующих селекционных программах. Они характеризуются разным сочетанием хозяйственных признаков (табл. 5), что расширяет возможности их практического использования. Для сравнения

также представлены показатели стандартного сорта Ермак, получившего широкое распространение в производстве.

5. Характеристика коллекционных образцов – источников генов короткостебельности (среднее за 2013–2018 гг.)

5. Characteristics of the collection samples as the sources of short-stem genes (average in 2013–2018)

Образец	Страна происхождения	Урожайность, г/м ²	Высота растения, см	Устойчивость к полеганию, балл	Дата колошения, май	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %	
							белка	клейковины
Ling xing 99	Китай	947	73	4,4	10	46,6	13,85	22,1
Fuimai 5	Китай	902	70	4,8	11	43,6	12,72	21,5
Orienta	США	852	73	5,0	29	34,6	13,78	23,1
Zlatka	Сербия	940	80	4,8	16	39,2	14,22	27,4
Менестрель	Франция	1016	79	4,9	22	34,8	13,72	25,1
CO1044	Франция	991	71	5,0	18	34,3	13,90	24,2
Ермак, ст.	Россия	972	97	4,2	16	43,8	14,04	24,4

Таким образом, многолетнее изучение обширного коллекционного материала, имеющего различное эколого-географическое происхождение, позволяет проследить и выявить закономерности проявления признака «высота растения», что позволит улучшить эффективность селекционного процесса по созданию новых сортов озимой мягкой пшеницы, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства.

Выводы

1. Изменчивость признака «высота растения» во все годы проведения исследований была средней (10% < CV < 20%), за исключением 2015 г. (CV = 9,8%), что говорит о высокой доле генотипического влияния.
2. Изучаемые коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы по высоте растений распределились

на 4 группы: высокорослые (свыше 120 см), среднерослые (106–120 см), короткостебельные (86–105 см) и полукарликовые (61–85 см). Большинство из них (59,2–73,3%) было представлено короткостебельной группой.

3. В среднем за 6 лет исследований максимальную урожайность формировали образцы с высотой растений 81–90 и 91–100 см.

4. Выделен ряд полукарликовых образцов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью к полеганию, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция).

Библиографические ссылки

1. Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. Р. и др. Пшеницы мира. Л.: Колос, 1987. 560 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стереотип. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
3. Каменева А. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Одырева И. М. Оценка сортов различного экологического происхождения по основным признакам и свойствам // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-52-57.
4. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Костылева Л. М., Галаян А. Г. Анализ элементов структуры урожайности и других количественных признаков // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 12–17.
5. Медведев А. М., Медведева Л. М. Селекционно-генетический потенциал зерновых культур и его использование в современных условиях. М., 2007. 484 с.
6. Наскидашвили П. П. Межвидовая гибридизация пшеницы. М.: Колос, 1984. 256 с.
7. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Оценка сортов озимого ячменя по хозяйственно ценным признакам в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.

References

1. Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semyonova L. R. i dr. Pshenicy mira [Wheat of the world]. L.: Kolos, 1987. 560 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. 6-e izd., stereotip. M.: ID Al'yans, 2011. 352 s.
3. Kameneva A. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Makarova T. S., Dubinina O. A., Kostylenko O. A., Odyreva I. M. Ocenka sortov razlichnogo ekologicheskogo proiskhozhdeniya po osnovnym priznakam i svoystvam [Estimation of varieties of various ecological origin according to the main traits and properties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-52-57.
4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksyonov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz elementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennykh priznakov [Analysis of the yield structure elements and other quantitative traits] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 12–17.
5. Medvedev A. M., Medvedeva L. M. Selekcionno-geneticheskij potencial zernovykh kul'tur i ego ispol'zovanie v sovremennykh usloviyah [The breeding and genetic potential of grain crops and its use in modern conditions]. M., 2007. 484 s.

6. Naskidashvili P. P. Mezhhvidovaya gibridizatsiya pshenicy [Interspecific wheat hybridization]. M.: Kolos, 1984. 256 s.

7. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. Ocenka sortov ozimogo yachmenya po hozyajstvenno-cennym priznakam v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Estimation of winter barley varieties according to economically valuable traits in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.

Поступила: 03.02.20; принята к публикации: 05.03.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Чернова В. Л. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Самофалов А. П. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.