СРОКИ СЕВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.А. Радченко, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

Т.Л. Ганоцкая, младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А.Ф. Радченко, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов, ORCID ID: 0000-0001-8407-7619;

С.С. Бабанина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, ORCID ID: 0000-0002-4018-5957

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isg.krym@gmail.com

Анализ погодных условий Крымского региона в осенний период вегетации озимой пшеницы свидетельствует о потеплении климата и в связи с этим о необходимости корректировки оптимальных сроков сева. Цель исследований – оценка урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от разных сроков сева. Объектом исследований служили пять сортов озимой пшеницы при посеве в 5 сроков – с 1 октября по 30 ноября с интервалом 15 дней. Полевые опыты сопровождали соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и анализами, согласно Методике Госсортоиспытания. Статистическую обработку в опытах проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову. Исследования проводили в течение трех лет, из которых два периода вегетации (2017–2018 гг. и 2019–2020 гг.) были засушливыми, один (2018–2019) – благоприятным для развития озимых зерновых культур. Согласно результатам дисперсионного анализа установлены достоверные различия по влиянию всех трех факторов (сорт, срок и год) и их взаимодействия во всех комбинациях на формирование урожайности. Наибольшее влияние на формирование урожайности оказали срок посева (33%) и взаимодействие срока и года (49%). В 2018 г. наиболее оптимальным для всех изучаемых сортов был второй срок сева (15.10), в 2019 г. – первый (1.10), а в условиях 2020 г. поздние сроки сева были более благоприятными, а как оптимальный отмечен 4-й срок (15.11). Средняя урожайность всех сортов при оптимальных сроках сева составила 4,0; 5,5 и 3,46 т/га соответственно. На содержание белка в зерне достоверное влияние оказывали факторы срок посева, год и их взаимодействие. Их вклад в проявление этого признака составил 29, 14 и 23% соответственно; на содержание клейковины – 29, 16 и 21 % соответственно.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), срок сева, сорт, качество зерна, урожайность, содержание клейковины, продуктивность.

Для цитирования: Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф., Бабанина С.С. Сроки сева и их влияние на урожайность и качества зерна сортов озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6(78). С. 95–103. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-95-103.

SOWING DATES AND THEIR EFFECT ON PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF THE WINTER WHEAT VARIETIES

L.A. Radchenko, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director on research work, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

T.L. Ganotskaya, junior researcher of the laboratory for seed production and varietal study of new genotypes, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A.F. Radchenko, senior researcher of the laboratory for seed production and varietal study of new genotypes, ORCID ID: 0000-0001-8407-7619;

S.S. Babanina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for biotechnology, ORCID ID: 0000-0002-4018-5957

Research Institute of Agriculture in Crimea, 295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya str., 150; e-mail: isg.krym@gmail.com

The analysis of the Crimean weather conditions during the autumn vegetation period of winter wheat indicates climate warming and, in this regard, the necessity to adjust the optimal sowing dates. The purpose of the current study was to estimate the productivity and grain quality of winter bread wheat varieties depending on different sowing dates. The objects of the study were five winter wheat varieties sown in 5 dates from October 1 to November 30 with an interval of 15 days. Field trials were conducted with appropriate observations, records, measurements and analyzes, according to the methodology of the State Variety Testing. Statistical processing of the trials was carried out by the B.A. Dospekhov's method of dispersion and correlation analyzes. The study was carried out through three years, two vegetation periods of which (2017–2018 and 2019–2020) were dry, one period (2018–2019) was favorable for the development of winter grain crops. According to the results of the analysis of variance, there have been identified significant differences in the effect of all three factors ('variety', 'length' and 'year') and their correlation in all combinations on the productivity formation. The factors 'sowing date' (33%) and 'correlation between date and year' (49%) had the greatest influence on the productivity formation. In 2018, the most optimal for all studied varieties was the second sowing date (15.10), in 2019 it was the first (1.10), and under the conditions of 2020, the later sowing dates were more

favorable, and the 4th period was marked as optimal (15.11). The mean productivity of all varieties at the optimum sowing dates was 4.0; 5.5 and 3.46 t/ha, respectively. The factors 'sowing date', 'year', and the correlation between them significantly influenced protein percentage in grain. Their effect on the manifestation of the above trait was 29%, 14% and 23%, respectively; on gluten content it was 29%, 16% and 21%, respectively.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), sowing date, variety, grain quality, productivity, gluten content.

Введение. Продуктивность озимой пшеницы в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий. В последние годы климат становится более континентальным, усиливается его аридность. Такие изменения требуют пересмотра некоторых позиций в традиционных технологиях возделывания озимой пшеницы, в частности её сроков сева (Грабовец и др., 2016). Срок сева – наиболее важный элемент в технологии выращивания озимых зерновых культур, который зависит в основном от погодных условий предпосевного и посевного периодов, типа почв, особенностей сорта и других факторов (Иванов, 2015; Chauhan et al, 2020; Upadhyay et al., 2020). Высокая изменчивость этих факторов в различных природно-географических зонах нашей страны не позволяет заранее определить календарные и оптимальные сроки посева озимой пшеницы. Существующие рекомендации не всегда отвечают условиям зоны. В зависимости от времени посева озимая пшеница к моменту прекращения осенней вегетации может находиться в различном состоянии – от прорастающих семян до хорошо раскустившихся растений (Ирмулатов и др., 2021). Практика выращивания озимой пшеницы в Крыму показывает, что своевременное получение дружных всходов и нормальное развитие растений в осенний период – важнейшее условие получения высокой урожайности зерна (Радченко и др., 2016). Изменяя сроки сева, можно регулировать продолжительность межфазных периодов, доводить растения до нужного возрастного состояния к уходу в зиму (Зеленский, 2006).

Анализ погодных условий Крымского региона в осенний период вегетации озимой пшеницы свидетельствует о потеплении климата и в связи с этим о необходимости оптимизации продолжительности осенней вегетации озимой пшеницы и корректировки оптимальных сроков ее посева (Радченко и др., 2019).

Цель исследований – оценка урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от разных сроков сева.

Материалы и методы исследований.

Исследования по изучению урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от сроков сева проводили на опытном поле ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенном в центральной степной зоне Крыма в 2017–2020 гг. по паровому предшественнику при общепринятой для зоны технологии. Объектом исследований служили пять сортов озимой пшеницы разной интенсивности: Аксиныя – интенсивного типа; Лидия, Багира, Безостая 100 – универсального использования; Аскет – полунтенсивного типа. Сорта Аксиныя, Лидия, Аскет являются селекционными достижениями

ФГБУН «АНЦ «Донской», сорт Багира – селекции ФГБУН «Северокавказский аграрный научный центр», Безостая 100 – ФГБУН «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». В исследованиях изучали 5 сроков сева: с 1 октября по 30 ноября с интервалом 15 дней. Учётная площадь делянок составляла 25 м². Размещение делянок систематическое в четырёхкратной повторности.

Уборку урожая проводили комбайном Wintersteige Classic в фазе полной спелости пшеницы с последующим взвешиванием зерна. Проведение полевых опытов сопровождалось соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и анализами, согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Статистическую обработку в опытах проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (Доспехов, 2014). Содержание белка и клейковины в зерне пшеницы определяли с помощью анализатора зерна Инфраматик 9500.

Почвы места исследования представлены черноземами южными, слабо гумусированными, развитыми на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах с содержанием гумуса (по Тюрину) в пахотном горизонте 2,4–2,7%.

Климат района проведения исследований – континентальный, засушливый, с большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2 °С. Гидротермический коэффициент 0,5–0,7. Годовое количество осадков по среднемноголетним данным составляет 426 мм (Николаев, 2016).

Погодные условия осени 2017 г. отличались от среднемноголетних критически недостаточным количеством влаги и повышенным температурным режимом. Средняя температура воздуха превышала норму в ноябре на 1–2 °С, а в декабре почти на 7 °С. Прекращение осенней вегетации отмечали 9 января 2018 г. при среднемноголетней дате 1 декабря. Условия зимнего периода 2017–2018 гг. и весны были неблагоприятными из-за значительного недобора осадков. На момент возобновления весенней вегетации количество продуктивной влаги в метровом слое почвы составляло 80 мм. С третьей декады апреля установилась сухая по-летнему жаркая погода со средней температурой воздуха 15–16 °С, что на 4 °С выше среднемноголетних значений. Продуктивных осадков не было до периода созревания зерна.

Условия осени 2018 г. были благоприятными для получения своевременных всходов и дальнейшего развития озимых зерновых культур до прекращения осенней вегетации, которое фиксировали 13 ноября (на 2 недели раньше

многолетних сроков). Метеорологические условия в период перезимовки озимых культур характеризовались повышенным температурным режимом, что привело к многократному возобновлению вегетации озимой пшеницы и улучшению состояния растений поздних сроков сева. За зимний период выпало около 200 мм атмосферных осадков, существенно пополнив запасы почвенной влаги. Возобновление весенней вегетации отмечали 26 февраля, раньше среднемноголетнего показателя на две декады. Влагозапасы метрового слоя почвы к началу весны составляли 160 мм. Всего за вегетацию озимых выпало 558,9 мм осадков, что на 130,9 мм больше нормы, однако в период налива зерна влаги было недостаточно.

Вегетационный период 2019–2020 гг. характеризовался жесткими погодными условиями, в первую очередь, по причине отсутствия продуктивных осадков в течение длительного периода. Недостаточное количество осадков сопровождалось повышенным температурным режимом осеннего периода: в сентябре и октябре на 1,6 и 2,8 °C выше нормы, в первой декаде ноября средняя температура воздуха превышала норму на 7–12 °C. Продуктивные осадки выпали лишь в декабре (40 мм), поэтому всходы озимых культур стали появляться к концу декабря. Посевы медленно вегетиро-

вали в течение всего зимнего периода. В зимний период сложились неблагоприятные условия для накопления влаги. В начале весенней вегетации в метровом слое почвы продуктивной влаги было менее 100 мм. Начало весны отличалось повышенным температурным режимом (до 25,4–27,1 °C), а третья декада марта и начало апреля – ночными заморозками в воздухе до -7,5...-8,3 °C, а на поверхности почвы – до -11 °C. Наблюдали значительное количество дней с сильными ветрами, за весенний период (с 1 марта по 30 мая) было 45 дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже, что на 27 дней больше среднемноголетнего показателя. Гидротермический коэффициент за весенний период 2020 года составил 0,25. Во второй и третьей декадах июня выпало около 80 мм осадков, что привело к затягиванию уборки почвы на две недели, снижению продуктивности и ухудшению качества зерна пшеницы.

Результаты и их обсуждение. Длительность периода от посева до всходов при оптимальных условиях составляет 7–8 дней. При недостаточном количестве влаги появление всходов задерживается, а при её отсутствии семена гибнут, что вызывает изреженность посевов. В условиях осени 2017 г. период «посев-всходы» был растянут и составлял от 18 до 28 дней (табл. 1).

**1. Длительность периода «посев-всходы» озимой пшеницы
в разные по погодным условиям годы**
**1. Length of the period 'sowing-sprouts' of winter wheat in the years
with different weather conditions**

Срок сева	Сельскохозяйственный год					
	2017–2018		2018–2019		2019–2020	
	дата всходов	продолжительность периода «посев-всходы», дней	дата всходов	продолжительность периода «посев-всходы», дней	дата всходов	продолжительность периода «посев-всходы», дней
01.10	18.10	18	11.10	10	25.12	86
15.10	06.11	21	24.10	9	25.12	71
01.11	19.11	19	13.11	13	25.12	55
15.11	13.12	28	07.12	22	25.12	40
30.11	28.11	28	15.12	15	10.01	40

Появление всходов при посеве 1 и 15 октября сдерживалось недостатком влаги, в более поздние сроки – недостатком тепла.

Условия осени 2018 г. способствовали своевременному получению всходов при посеве в октябре – через 10–12 дней. При посеве в поздние сроки на появление всходов оказывала влияние температура, периодическое повышение которой способствовало более активному прорастанию семян. Длительность периода от посева до всходов составляла 22 и 15 дней при посеве 15 и 30 ноября. Всходы всех изучаемых сортов появлялись одновременно.

Осенняя засуха 2019 г. не способствовала появлению всходов, вследствие чего семена находились в почве от 86 дней при посеве 1 октября до 40 – при посеве 15 ноября и взошли 25 декабря после выпадения продуктивных осадков. Посевы 5-го срока сева (30.11) отмечали 10 января 2020 г.

Густота продуктивного стеблестоя – одна из основных составляющих продуктивности озимой пшеницы, которая в значительной степени зависит от сроков сева. В 2018 г. в среднем по сортам густота стеблестоя была максимальной при втором сроке сева (436 шт./м²) (табл. 2).

2. Урожайность и количество продуктивных стеблей сортов пшеницы озимой

2. Productivity and the number of productive stems of the winter wheat varieties

Сорт (фактор В)	Годы					
	2018		2019		2020	
	количество продуктивных стеблей, шт./м ²	урожайность, т/га	количество продуктивных стеблей, шт./м ²	урожайность, т/га	количество продуктивных стеблей, шт./м ²	урожайность, т/га
1-й срок посева (фактор А)						
Аскет	404	3,4	558	5,6	299	3,1
Лидия	446	3,6	657	5,5	174	2,5
Багира	366	4,1	629	5,8	159	2,2
Аксинья	369	3,6	561	4,7	339	3,4
Безостая 100	380	4,1	654	5,9	245	2,8
Средняя	393	3,8	612	5,5	243	2,8
2-й срок посева (фактор А)						
Аскет	413	3,6	588	4,4	326	2,7
Лидия	435	3,9	570	4,9	369	3,1
Багира	434	4,2	504	5,6	305	2,6
Аксинья	410	3,9	522	4,7	363	3,1
Безостая 100	486	4,2	567	5,9	378	2,8
Средняя	436	4,0	550	5,1	348	2,9
3-й срок посева (фактор А)						
Аскет	414	3,1	329	1,9	365	3,0
Лидия	450	3,6	299	2,8	423	3,1
Багира	407	3,9	437	3,4	444	3,2
Аксинья	438	3,5	374	2,3	350	3,6
Безостая 100	360	4,0	302	2,9	312	3,6
Средняя	414	3,6	348	2,7	379	3,2
4-й срок посева (фактор А)						
Аскет	402	2,7	206	1,7	473	3,3
Лидия	482	2,8	270	2,6	356	3,5
Багира	368	3,2	267	2,7	473	3,4
Аксинья	476	3,1	272	1,8	422	3,7
Безостая 100	354	3,3	297	2,0	434	3,5
Средняя	416	3,0	262	2,1	432	3,5
5-й срок посева (фактор А)						
Аскет	416	2,0	257	1,5	360	2,9
Лидия	399	2,4	230	2,0	512	3,2
Багира	339	2,5	272	1,9	362	3,3
Аксинья	401	2,4	227	1,3	365	3,2
Безостая 100	368	2,6	251	1,3	420	3,3
Средняя	385	2,4	247	1,7	404	3,2
НСР _{0,5 фактора А}	43	0,1	57	0,3	17	0,1
НСР _{0,5 фактора В}	43	0,1	7	0,3	15	0,1
НСР _{0,5 А×В}	97	0,3	27	0,6	37	0,2

При 3-м и 4-м сроках она снижалась незначительно, а при первом и пятом была достоверно меньше и составляла 393 и 385 шт./м² соответственно. Максимальную густоту продуктивного стеблестоя в 2019 г. отмечали при первом сроке сева (612 шт./м²), что объясняется благоприятными условиями осени 2017 г., которые способствовали получению своевременных всходов и кущению. Чем позднее осуществляли посев, тем ниже был их продуктивный стеблестой и при позднем севе составил всего 247 шт./м². Густота продуктивного стеблестоя в 2020 г. была наиболее низкой при посеве в первый срок и в среднем по сортам составляла 243 шт./м², увеличивалась с каждым последующим сроком сева и максимального значе-

ния (404 шт./м²) достигла при посеве в поздний срок (30.11). Наиболее сильную реакцию на неблагоприятные условия осени 2019 г. зафиксировали у сорта Багира, который был значительно изрежен при посеве в ранние сроки (159 и 305 шт./м² при 1-м и 2-м сроках соответственно). При посеве в поздние сроки густота стеблестоя сорта Багира была на уровне и даже выше других сортов (при посеве 31.10 – 444 шт./м²).

Согласно результатам дисперсионного анализа установлены достоверные различия по влиянию всех трех факторов (сорт, срок и год) и их взаимодействия во всех комбинациях на формирование урожайности (табл. 3, рис. 1).

3. Результаты дисперсионного анализа по урожайности озимой пшеницы 3. Results of the analysis of variance for winter wheat productivity

Источник дисперсии	SS	Degr. of	MS	F	p
Сорт	8,965*	4	2,241*	18,73*	0,000000*
Срок	118,938*	4	29,734*	248,54*	0,000000*
Год	4,387*	2	2,193*	18,33*	0,000000*
Сорт × Срок	4,199*	16	0,262*	2,19*	0,006122*
Сорт × Год	11,490*	8	1,436*	12,01*	0,000000*
Срок × Год	174,329*	8	21,791*	182,15*	0,000000*
Сорт × Срок × Год	7,765*	32	0,243*	2,03*	0,001615*
Ошибка	26,918	225	0,120	—	—

* – достоверно на уровне значимости $p \leq 0,05$.

Наибольшее влияние на формирование урожайности оказали срок посева (33%) и взаимодействие срока и года (49%). Это свидетель-

ствует о необходимости выбора правильного срока посева в зависимости от сложившихся условий в конкретный год.

Рис. 1. Вклад факторов сорт, срок, год и их взаимодействия на формирование урожайности пшеницы
Fig. 1. The effect of the factors 'variety', 'date', 'year' and correlation between them on the formation of wheat productivity

В 2018 г. второй срок сева (15.10) был наиболее оптимальным для всех изучаемых сортов. Средняя урожайность всех сортов в этом варианте посева составила 4,0 т/га и максимальной (4,2 т/га) была у сортов Багира и Безостая 100 (табл. 2). Такую же урожайность сорта Багира и Безостая 100 обеспечили и при первом сроке сева, а также меньше других сортов снизили её при поздних сроках.

В 2019 г. оптимальным был первый срок сева (01.10) – средняя урожайность изучаемых сортов составляла 5,5 т/га. Снижение урожайности сортов при посеве 15.10 составило в среднем 0,8 т/га, или 14%. Посев в более поздние сроки (01.11, 15.11 и 30.11) способствовал формированию урожайности сортов в среднем 2,7; 2,1 и 1,7 т/га и её снижению от 54 до 73%. Следует отметить, что для сортов Безостая 100, Багира и Аксинья наиболее оптимальным, наряду с первым, был и второй срок сева (15.10). Сбор зерна сортов Безостая 100 и Аксинья при первом и втором сроках сева был одинаковым и составил 5,9 и 4,7 т/га соответственно, сорта Багира – 5,8 и 5,6 т/га соответственно. При поздних сроках сева максимальную урожайность формировали Багира и Лидия, уро-

жайность которых была достоверно выше других изучаемых сортов.

В условиях 2020 г. поздние сроки сева были более благоприятными, а как оптимальный отмечен 4-й срок (15.11). Средняя урожайность изучаемых сортов в этом варианте посева составила 3,46 т/га, что на 18 % выше первого и на 7,6 % выше последнего срока. Сорт Аксинья обеспечил максимальную урожайность при оптимальном сроке сева, которая составила 3,69 т/га. Значительное варьирование сбора зерна в зависимости от сроков сева наблюдали у сорта Багира – от 2,23 т/га при первом до 3,43 т/га при четвертом сроке.

Особое внимание в селекционных программах, над выполнением которых работают научно – исследовательские учреждения, уделяется созданию высокобелковых продуктивных сортов (Сыздникова, 2018; Nekrasova, 2020). Известно, что у одних и тех же сортов признаки могут изменяться в зависимости от природно – климатических условий определенного года (Скворцова, 2021). Наши исследования подтверждают влияние условий года исследований и срока сева на основные пока-

затели качества зерна пшеницы – содержание белка и клейковины.

Коэффициенты корреляции (r) между содержанием белка и клейковины в зерне составили в 2018 г. – 0,951 ($t_{\text{набл.}} = 21,334$, $t_{\text{табл.}} = 2,009$), в 2019 г. – 0,959 ($t_{\text{набл.}} = 23,413$, $t_{\text{табл.}} = 2,009$), в 2020 г. – 0,998 ($t_{\text{набл.}} = 115,355$, $t_{\text{табл.}} = 2,009$) (все корреляции значимы при $p \leq 0,05$). Поэтому результаты по этим двум показателям качества

имеют сходные тенденции как по годам, так и по сортам и срокам посева.

На содержание белка в зерне достоверное влияние оказывали срок посева, год и их взаимодействие. Их вклад в проявление этого признака составил 29, 14 и 23% соответственно, в содержание клейковины – 29, 16 и 21% соответственно. Остальные факторы были статистически незначимы для обоих признаков качества зерна (табл. 4, рис. 2, 3).

4. Результаты дисперсионного анализа для содержания белка и клейковины в зерне 4. Results of the analysis of variance for protein and gluten percentage in grain

Источник дисперсии	SS	Degr. of	MS	F	p
Содержание белка в зерне					
Сорт	15,60	4	3,90	2,28	0,068
Срок посева	173,60*	4*	43,40*	25,40*	0,000*
Год	83,12*	2*	41,56*	24,32*	0,000*
Сорт × Срок	24,12	16	1,51	0,88	0,591
Сорт × Год	5,40	8	0,68	0,40	0,919
Срок × Год	138,01*	8*	17,25*	10,10*	0,000*
Сорт × Срок × Год	32,25	32	1,01	0,59	0,950
Ошибка	128,17	75	1,71	–	–
Содержание клейковины в зерне					
Сорт	93,8	4	23,4	2,68	0,037
Срок	1151,5*	4*	287,9*	32,91*	0,000000*
Год	629,6*	2*	314,8*	35,99*	0,000000*
Сорт × Срок	235,7	16	14,7	1,68	0,068520
Сорт × Год	71,0	8	8,9	1,01	0,432846
Срок × Год	852,8*	8*	106,6*	12,19*	0,000000*
Сорт × Срок × Год	281,6	32	8,8	1,01	0,476027
Ошибка	656,0	75	8,7	–	–

* – достоверно на уровне значимости $p \leq 0,05$.

Согласно ГОСТ 9353-2016 в зерне пшеницы первого класса качества должно быть не менее 14,5% белка на сухое вещество, второго клас-

са – 13,5%, третьего класса – 12,0%, четвертого класса – 10,0%, а в зерне 5 класса массовая доля белка не ограничивается.

Рис. 2. Вклад факторов сорт, срок и год и их взаимодействия на формирование содержания белка в зерне пшеницы

Fig. 2. The effect of the factors 'variety', 'date', 'year' and correlation between them on protein percentage in wheat grain

Рис. 3. Вклад факторов сорт, срок и год и их взаимодействия на формирование содержания клейковины в зерне пшеницы

Fig. 3. The effect of the factors 'variety', 'date', 'year' and correlation between them on gluten content in wheat grain

В засушливых условиях 2018 г. при посеве в первый, второй и третий сроки все сорта формировали зерно не выше третьего класса, за исключением сорта Аксинья первого срока сева, массовая доля белка в зерне которого была 13,5, клейковины 27,0% (второй класс), а при посеве в поздние сроки зерно всех сортов отнесено ко второму и даже первому классу (сорт Лидия – 15,2% белка и 31,5% клейковины при посеве в 5-й срок) (табл. 5).

В условиях 2019 г. также отмечали повышение массовой доли белка и клейковины при бо-

лее поздних сроках сева. Так, если в среднем по сортам она составляла 12,1 и 12,5% при посеве в первый и второй срок соответственно, то при посеве в поздние сроки – 16,1% (при 4-м сроке) и 16,5% (при 5-м сроке). Массовая доля клейковины в зерне пшеницы также увеличивалась от ранних к поздним срокам и в среднем по сортам составляла от 23,3% при посеве 1 октября до 35,8% при посеве 30 ноября. Максимальные показатели качества зерна отмечались на сорте Аксинья (18,6 и 40,6% белка и клейковины соответственно).

5. Массовая доля белка и содержание клейковины в зерне пшеницы озимой

5. Mass fraction of protein and gluten content in winter wheat grain

Сорт (фактор В)	Содержание белка в зерне, %, по годам					
	2018		2019		2020	
	белка	клейковины	белка	клейковины	белка	клейковины
1-й срок посева (фактор А)						
Аскет	12,9	25,7	11,2	21,1	13,2	26,3
Лидия	13,0	25,8	13,9	28,1	12,9	25,7
Багира	12,5	24,4	13,2	26,0	13,3	26,5
Аксинья	13,5	27,0	11,2	21,1	12,8	25,1
Безостая 100	12,1	23,3	10,9	20,2	12,9	25,7
Средняя	12,8	25,2	12,1	23,3	13,06	25,9
2-й срок посева (фактор А)						
Аскет	12,7	25,0	12,7	25,1	13,5	27,0
Лидия	12,7	25,1	12,2	23,6	12,6	24,7
Багира	11,6	21,9	11,6	22,1	12,0	23,1
Аксинья	12,7	24,8	12,6	24,7	12,7	25,0
Безостая 100	11,5	21,8	13,5	27,7	12,9	25,5
Средняя	12,2	23,7	12,5	24,6	12,7	25,1
3-й срок посева (фактор А)						
Аскет	11,5	21,8	15,7	32,9	13,1	26,0
Лидия	11,7	22,3	14,7	30,3	12,3	23,9
Багира	10,9	20,1	11,6	22,1	11,9	22,7
Аксинья	12,8	25,4	15,8	33,1	12,6	24,7
Безостая 100	11,6	22,7	14,9	30,9	12,1	23,4
Средняя	11,7	22,5	14,6	29,9	12,4	24,1
4-й срок посева (фактор А)						
Аскет	14,0	28,7	17,5	30,9	12,9	24,7
Лидия	13,9	28,2	14,3	28,8	12,0	23,1

Сорт (фактор В)	Содержание белка в зерне, %, по годам					
	2018		2019		2020	
	белка	клейковины	белка	клейковины	белка	клейковины
Багира	13,1	26,0	15,3	26,0	11,7	22,1
Аксинья	14,3	29,2	17,3	32,8	12,9	25,3
Безостая 100	13,9	28,2	16,0	28,7	12,6	24,7
Средняя	13,9	28,1	16,1	29,4	12,4	24,0
5-й срок посева (фактор А)						
Аскет	14,4	29,4	17,1	36,6	14,4	29,4
Лидия	15,2	31,5	16,0	33,8	13,1	26,0
Багира	14,0	28,4	15,7	32,7	12,5	24,4
Аксинья	14,1	28,5	18,6	40,6	13,2	26,3
Безостая 100	13,1	25,9	16,7	35,4	13,3	26,5
Средняя	14,2	28,7	16,8	35,8	13,3	26,5
НСР _{0,5 фактора А}	1,30	3,37	1,48	3,83	1,37	3,56
НСР _{0,5 фактора В}	1,30	3,37	1,48	3,83	1,37	3,56
НСР _{0,5 А×В}	2,91	7,54	3,31	8,56	3,12	7,43

Массовая доля протеина в зерне пшеницы урожая 2020 г. варьировала от 11,7 % (4-й класс качества) до 14,4 % (2-й класс качества) и практически не зависела от сроков сева, что связано с выпадением более 100 мм осадков в период созревания зерна озимой пшеницы и влиянием повышенной влажности на его качество.

Выводы. Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы в среднем по сортам формировалась, в зависимости от условий года, в разные сроки: в 2018 году – при посеве 15 октября (4,0 т/га), в 2019 – 1 октября (5,5 т/га), в 2020 – 15 ноября (3,46 т/га). Наиболее урожайными в условиях 2018 и 2019 гг. отмечены сорта Багира и Безостая 100, в 2020 году – сорт Аксинья.

Качество зерна повышалось от ранних к поздним срокам сева и достигало максимума, в среднем по сортам, при посеве в 5-й срок (30 ноября): протеин – 14,2; 16,8; 13,3%, клейковина – 28,7; 35,8 и 26,5% в 2018, 2019 и 2020 годах соответственно. При раннем сроке сева (1 октября) наиболее качественное зерно (второго класса) формировал сорт озимой пшеницы Аксинья, при позднем сроке сева (30 ноября) – сорт Лидия, зерно которого относилось к первому классу качества.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что сроки сева в условиях степного Крыма необходимо ежегодно корректировать в зависимости от складывающихся погодных условий.

Библиографические ссылки

1. Грабовец А.И., Бирюков К.Н. Обоснование сроков посева озимой пшеницы на среднем Дону при усилении аридности среды // Земледелие. 2016. № 5. С. 39-42.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и дополн. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Авдеенко А.П. Сроки посева озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. 2006. № 4. С. 42-44.
4. Иванов В.М. Оптимизация сроков посева озимой пшеницы в Волгоградской области // Фундаментальные исследования. 2005. № 9. С. 41-42.
5. Ирмулатов Б.Р., Абдуллаев К.К., Комаров А.А., Якушев В.В. О перспективах прецизионного управления продуктивностью пшеницы в условиях Северного Казахстана // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 92-102.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
7. Николаев Е.В. Научные и практические основы повышения качества продукции растениеводства. Симферополь: Таврия, 2016. 164 с.
8. Радченко Л.А., Радченко А.Ф., Сучкова В.М. Урожайность сортов пшеницы озимой при позднем сроке сева в условиях степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3(7). С. 87-95/
9. Радченко Л.А., Радченко А.Ф., Ганоцкая Т.Л. Продуктивный потенциал сортов озимой пшеницы при различных сроках сева в условиях степного Крыма // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы IV международной научно-практической конференции. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 195-196.
10. Свирцова Ю.Г., Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Калинина Н.В. Оценка урожайности и посевных качеств у сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБУН «АНЦ «Донской» в первичном семеноводстве // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 24-28.
11. Сыздыкова Г.Т., Середя С.Г., Малицкая Н.В. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы по адаптивности к условиям степной зоны Акмалинской области Казахстана // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 1. С. 103-110. DOI:10.15389/agrobiology.2018.1.103rus.
12. Chauhan S.S., Singh A.K., Yadav S., Verma S.K. Effect of different dates of sowing on yield and yield attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars // International Journal of Chemical Studies. 2020. Vol. 8. No. 1. P. 2033-2036.

13. Nekrasova O.A., Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop // E3S Web of Conferences. 2021. v. 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127301027/>

14. Upadhyay P., Krishna S., Thakur P., Agrawal N., Yadav P., Prasad L. C., Vinod M. Identification of genetic variability and diversity in selected wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm under three different dates of sowing // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2020. Vol. 9. P. 82–86. 10.22271/phyto.2020.v9.i2b.10836.

Reference

1. Grabovec A.I., Biryukov K.N. Obosnovanie srokov poseva ozimoy pshenicy na srednem Donu pri usilenii aridnosti sredy [Justification of the sowing dates of winter wheat in the middle Don with increasing aridity of the environment] // Zemledelie. 2016. № 5. S. 39–42.

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 the study results)]. Izd. 5-e, pererab. i dopoln. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

3. Zelenskij N.A., Zelenskaya G.M., Avdeenko A.P. Sroki poseva ozimoy pshenicy [Sowing dates of winter wheat] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2006. № 4. S. 42–44.

4. Ivanov V.M. Optimizatsiya srokov poseva ozimoy pshenicy v Volgogradskoj oblasti [Optimization of dates of winter wheat of winter wheat in the Volgograd region] // Fundamental'nye issledovaniya. 2005. № 9. S. 41–42.

5. Irmulatov B.R., Abdullaev K.K., Komarov A.A., Yakushev V.V. O perspektivah precizionnogo upravleniya produktivnost'yu pshenicy v usloviyah Severnogo Kazakhstana [On the prospects of precision control of wheat productivity in the conditions of Northern Kazakhstan] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2021. T 56. № 1. S. 92–102.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops]. Moskva: OOO «Gruppa Kompanij More», 2019. Vyp. 1. 384 s.

7. Nikolaev E.V. Nauchnye i prakticheskie osnovy povysheniya kachestva produkcii rastenievodstva [Scientific and practical basis for improving the crop production quality]. Simferopol': Tavriya, 2016. 164 s.

8. Radchenko L.A., Radchenko A.F., Suchkova V.M. Urozhajnost' sortov pshenicy ozimoy pri podzimnem sroke seva v usloviyah stepnogo Kryma [Productivity of winter wheat varieties during the early winter sowing period in the steppe Crimea] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2016. № 3 (7). S. 87–95

9. Radchenko L.A., Radchenko A.F., Ganockaya T.L. Produktivnyj potencial sortov ozimoy pshenicy pri razlichnykh srokah seva v usloviyah stepnogo Kryma [Productive potential of winter wheat varieties at different sowing dates in the steppe Crimea] // Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoj nauki: materialy IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Simferopol': IT «ARIAL», 2019. S. 195–196.

10. Skvorcova YU.G., Filenko G.A., Firsova T.I., Kalinina N.V. Ocenka urozhajnosti i posevnykh kachestv u sortov ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBUN «ANC «Donskoj» v pervichnom semenovodstve [Estimation of productivity and sowing qualities of winter bread wheat varieties developed by the FSBSI «ARC «Donskoj» in primary seed production] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 5(77). S. 24–28.

11. Syzdykova G.T., Sereda S.G., Malickaya N.V. Podbor sortov yarovoj myagkoj pshenicy po adaptivnosti k usloviyam stepnoj zony Akmalinskoj oblasti Kazakhstana [Selection of the spring bread wheat varieties according to adaptability to the conditions of the steppe zone of the Akmalinsk region of Kazakhstan] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2018. T. 53. № 1. S. 103–110. DOI:10.15389/agrobiol.2018.1.103rus.

12. Chauhan S.S., Singh A.K., Yadav S., Verma S.K. Effect of different dates of sowing on yield and yield attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars // International Journal of Chemical Studies. 2020. Vol. 8. No. 1. P. 2033–2036.

13. Nekrasova O.A., Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop // E3S Web of Conferences. 2021. v. 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127301027/>

14. Upadhyay P., Krishna S., Thakur P., Agrawal N., Yadav P., Prasad L.C., Vinod M. Identification of genetic variability and diversity in selected wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm under three different dates of sowing // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2020. Vol. 9. P. 82–86. 10.22271/phyto.2020.v9.i2b.10836.

Поступила: 14.12.21; принята к публикации: 18.02.21.

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. Радченко Л.А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Га-ноцкая Т.Л. – сбор полевых и лабораторных данных, подготовка рукописи; Радченко А.Ф. – подготовка опыта, сбор полевых и лабораторных данных; Бабанина С.С. – анализ данных и интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.