УДК 633.111.1:631.559.2:575.167(574.2) doi: 10.15389/agrobiology.2018.1.103rus

ПОДБОР СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*Triticum aestivum* L.) ПО АДАПТИВНОСТИ К УСЛОВИЯМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

Г.Т. СЫЗДЫКОВА[1], С.Г. СЕРЕДА[2], Н.В. МАЛИЦКАЯ[3]

Среди зерновых культур в Акмолинской области, расположенной в Северном Казахстане, 78 % площади посева занимает яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.). При ее средней урожайности 1,4-1,8 т/га можно получать высококачественное зерно с повышенным содержанием белка, что служит определяющим фактором при возделывании сильных пшениц. В настоящее время важное значение приобретает поиск резервов для повышения урожайности культуры и улучшения качества зерна. Ведущая роль в этом отводится сорту, поскольку на его долю в общем приросте урожайности приходится 20 % и более. Целью нашей работы было выделение сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по комплексу признаков, максимально адаптированных к условиям Северного Казахстана, а также оценка взаимосвязи между элементами структуры продуктивности среднеспелых сортов и конечной урожайностью зерна. Эксперимент закладывали по паровому предшественнику на опытном поле Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова (Республика Казахстан) в 2011-2013 годах. Материалом служили перспективные сорта яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) среднеспелой группы спелости, созданные в Карагандинском НИИ растениеводства и селекции (Карагандинская 22, Карагандинская 29, Карагандинская 70, Секе, Сары-Арка, Степная 60). В качестве стандарта использовали зарегистрированный в Акмолинской области сорт Светланка. Оценивали продолжительность межфазных и вегетационных периодов, динамику развития узловых корней, урожайность и основные элементы ее структуры. Условия степной зоны Акмолинской области оказали благоприятное влияние на развитие узловых корней у сортов Карагандинская 22 (5,5 шт/растение), Степная 60 (4,5 шт/растение), Секе (5,2 шт/растение). Число узловых корней увеличивалось с фазы кущения до фазы полной спелости зерна. В засушливых условиях степной зоны важное значение имеет продолжительность вегетационного периода. Среди изучаемых сортов оптимальную продолжительность вегетационного периода наблюдали у сорта Карагандинская 22 (94 сут). В среднем по сортам этот показатель составил 96 сут. Климатические условия в вегетационный период благоприятно повлияли на формирование основных компонентов урожайности. По ее величине выделялись сорта, превосходящие стандарт Светланка (1,8 т/га): Карагандинская 22 (4,0 т/га), Сары-Арка (3,6 т/га), Степная 60 (3,4 т/га). Основными элементами структуры урожая у исследуемых сортов были число растений на 1 м^2 (230-282 шт/м^2), число продуктивных стеблей (201-333 шт/м^2), число зерен в колосе (20-30 шт.), масса 1000 зерен (36,4-49,6 шт.). При отборе сортов по адаптивности в условиях степной зоны Акмолинской области основное внимание следует уделять озерненности колоса (r = 0,86±0,13) и массе 1000 зерен (r = 0,76±0,12). Для создания модели сорта среднеспелой группы в этой зоне продолжительность периода вегетации должна составлять 96 сут, озерненность колоса — 25-30 шт., масса 1000 семян средней крупности — 33-36 г, крупной — более 38-45 г, продуктивная кустистость — 1,1-1,2, урожайность — 3,0-4,0 т/га.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, узловые корни, урожайность, элементы структуры продуктивности.

Яровая мягкая пшеница — ведущая зерновая культура в северных областях Республики Казахстан, где ее посевные площади, по последним данным, составляют 13,5 млн га. Возделываемые сорта выделяются высоким качеством зерна, не уступающим мировым стандартам. Однако из-за крайне изменчивых погодных условий урожайность зерна по годам сильно колеблется (от 0,4 до 2,7 т/га), что свидетельствует о пониженной биологической продуктивности климата (1).

Сорта — основа производства любой растениеводческой продукции. Они во многом определяют зональные технологии возделывания, величину, качество, энергоэкономичность получаемой продукции (2). В современных экономических и климатических условиях основные требования к сортам — высокая урожайность, возможность возделывания по энергосберегающим технологиям, экологическая устойчивость к стрессам,

пластичность, высокое качество зерна, выносливость к поражению патогенами и вредителями (3, 4). Предпосылкой для успешного создания таких сортов может быть разная реакция растений на изменения условий внешней среды, находящаяся под генетическим контролем (5). Так, засухоустойчивость сорта зависит от геномов родителей, особенно если один из них относится к дикорастущему родственному виду (6, 7).

Адаптационная способность помогает сорту раскрыть его потенциальную урожайность (8). Регион Северного Казахстана по плодородию почв, их оптимальной влагообеспеченности и продолжительности светового дня подходит для возделывания яровой мягкой пшеницы. Эти условия позволяют выращивать высокоурожайные сорта с высоким содержанием белка. Внутризональная принадлежность сортов влияет на структуру урожая (8). Способность к адаптации дает преимущество сортам в увеличении числа узловых корней, коэффициента продуктивной кустистости, озерненности и урожайности зерна. Так, сорта Карагандинской селекции показали хорошие результаты по вышеперечисленным показателям в Акмолинской области.

В представленном исследовании мы впервые определили основные признаки и параметры модели среднеспелого сорта яровой мягкой пшеницы для степной зоны Акмолинской области по продолжительности межфазного и вегетационного периодов, числу узловых корней и основным элементам структуры урожайности.

Целью работы было выделение сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по комплексу признаков, максимально адаптированных к условиям Северного Казахстана, а также оценка взаимосвязь между элементами структуры продуктивности у среднеспелых сортов и конечной урожайностью зерна.

Методика. Эксперимент закладывали по паровому предшественнику на опытном поле Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова (Республика Казахстан) в 2011-2013 годах. Площадь учетной площадки составляла 3 м^2, общая площадь — 5 м^2. Повторность 4-кратная. Варианты размещали рендомизированно. Посев осуществляли в оптимальные сроки (18-20 мая) вручную с нормой высева 350 всхожих зерен на 1 м^2. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный с содержанием гумуса 3,6 %, pH 6,0-6,5.

Материалом служили перспективные сорта яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) среднеспелой группы, созданные в Карагандинском НИИ растениеводства и селекции: Карагандинская 22, Карагандинская 29, Карагандинская 70, Секе, Сары-Арка, Степная 60. В качестве стандарта использовали зарегистрированный в Акмолинской области сорт Светланка. Оценивали продолжительность межфазных и вегетационных периодов, динамику развития узловых корней, урожай и основные элементы его структуры: число растений, число продуктивных стеблей, продуктивную кустистость, число зерен в колосе, массу 1000 зерен.

Экспериментальные данные анализировали статистически в программе Microsoft Excel 2010. При определении средних (*M*) вычисляли их стандартные ошибки (±SEM). Рассчитывали наименьшую существенную разность ($НСР_{0.05}$), а также коэффициенты вариации (*Cv*, %) и корреляции (*r*) по Б.А. Доспехову (9).

Результаты. Влияние агрометеорологических условий на урожайность сортов яровой пшеницы в годы исследований было неодинаковым. Так, гидротермический коэффициент (ГТК) в 2011 и 2012 годах (соответственно 1,2 и 1,1) был близок к среднемноголетнему показателю (0,9) в

зоне, а в 2013 году, который оказался избыточно увлажненным, ГТК составлял 2,9.

Отрицательное влияние экстремальных условий весенне-раннелетней засухи мягкая пшеница лучше переносит в период кущения, но ее продуктивность сильно снижается, если воздействие приходится на стадию выхода в трубку, когда происходит закладка и дифференциация колоса (V-VII этапы органогенеза). В условиях степной зоны Северного Казахстана, где постоянно наблюдается засуха, более адаптированы к местным условиям сорта пшеницы с удлиненным периодом кущения (11, 12). Формирование урожая зависит от продолжительности первой половины вегетации (13).

В годы исследования среднее значение продолжительности вегетационного периода у среднеспелых сортов составило 98,28±1,88 сут (табл. 1). Из-за сложившихся климатических условий межфазный период всходы—колошение длился 41 сут. Отсутствие осадков в первой половине лета ускорило прохождение этого периода. Удлинение периода колошение—созревание (50-57 сут) было связано с понижением температуры в июле и ливневыми дождями во II декаде августа. Среди изученных сортов самый короткий (94 сут) вегетационный период имел сорт Карагандинская 22 (табл. 1). Удлинение вегетационного периода происходит при избыточном увлажнении (13). ГТК в период наблюдений был избыточным (среднем за 3 года — 1,7).

1. Продолжительность (сут) **межфазных периодов и вегетации у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)** (Республика Казахстан, 2011-2013 годы)

Сорт	Всходы—кущение	Кущение—выход в трубку	Выход в трубку—колошение	Колошение—спелость	Вегетационный период
Светланка (стандарт)	12	14	16	57	99
Карагандинская 70	13	14	16	56	99
Секе	13	15	16	55	99
Карагандинская 22	14	15	15	50	94
Степная 60	14	14	14	57	99
Карагандинская 29	14	14	15	56	99
Сары-Арка	14	14	15	56	99
M±SEM	13,42±0,48	14,28±0,48	15,28±0,75	55,28±2,42	98,28±1,88
$НСР_{0,05}$	0,08	0,07	0,07	0,14	0,20

Коэффициент вариации в среднем за 3 года составил для периода всходы—колошение 16,1 %, колошение—восковая спелость — 21,4 %, за весь вегетационный период — 9,2 % и зависел от метеоусловий и генетических особенностей сортов. Результаты наших исследований показали достаточно высокую положительную корреляционную зависимость между длительностью вегетационного периода и урожайностью яровой мягкой пшеницы (r = 0,83±0,18). Ранее Р.К. Кадиков с соавт. (14) сделали вывод, что во влагообеспеченный год с умеренным температурным режимом среднеспелый сорт показывает высокую урожайность зерна.

От характера, роста и развития, распространения и других морфоструктурных характеристик корневой системы зависит степень снабжения надземных органов водой и элементами почвенного питания, которая влияет на устойчивость и продуктивность растений (15). По числу узловых корней мы выявили сортовые различия, на проявление которых существенно влияют как условия среды, так и генетические особенности растений. Аналогичные выводы сделаны другими авторами на примере генотипов Sonora и Currawa (16, 17). В работе A.M. Manschadi с соавт. (18) засушливый сорт Seri M 82 по сравнению со стандартом Hartog имел компактную корневую систему.

В условиях частой весенне-летней засухи важное значение приобретает время заложения и роста узловых корней и позднее их отмирание в конце вегетации. Наши исследования среднеспелых сортов показали, что закладка узла кущения у большинства из них начиналась в период появления четвертого листа. В работах зарубежных авторов есть сведения, что узловые корни можно различить в период третьего листа, поскольку они расширены в диаметре и формируются из узла кущения под другим углом (18). У сортов яровой мягкой пшеницы в фазу кущения на одно растение приходилось от 1,9 (Карагандинская 29) до 3,3 шт. узловых корней (Карагандинская 22), а у стандарта Светланка — 2,6 шт. Среднее значение числа узловых корней составило 2,78±0,45 шт/растение (табл. 2). По данным M. Watt (19), у яровой пшеницы наблюдалось появление одного узлового корня, редко двух. Поэтому агроприемы, направленные на накопление и сохранение влаги в верхних слоях почвы, будут способствовать лучшему развитию узловых корней (8).

Рост и развитие корневой системы, как и другие морфофизиологические признаки, всегда варьируют (8). У пшеницы по доле влияния на урожай зерна на такой признак, как формирование узловых корней, приходится 50 % (20). В фазу выхода в трубку мы наблюдали наибольшее нарастание узловых корней (3,9 шт.) у растений сорта Карагандинская 22, тогда как наименьшее значение показателя было у сорта Карагандинская 29 (2,5 шт.). Среднее значение по сортам по этому признаку составило 3,27±0,42 шт/растение. В период колошения наибольшее число узловых корней отмечали у сортов Карагандинская 22 и Секе — соответственно 4,6 и 4,1 шт/растение, среднее значение было 3,75±0,45 шт/растение. В фазу молочной спелости лучшими показателями характеризовались сорта Секе и Карагандинская 22 — 4,9 и 5,2 шт/растение при среднем значении 4,58±0,44 шт/растение.

По данным В.К. Мовчан (цит. по 20), сорта, способные образовывать большое число зародышевых корней (5 и более), обладают сравнительно высокой засухоустойчивостью, дают стабильные урожаи и могут быть использованы при создании новых продуктивных генотипов.

2. Число узловых корней (шт/растение) **у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в зависимости от фазы развития** (Республика Казахстан, 2011-2013 годы)

Сорт	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Светланка (стандарт)	2,6	3,3	3,6	4,1	4,7	5,0	5,1
Карагандинская 70	2,7	3,4	3,6	4,5	4,7	4,9	5,0
Секе	3,1	3,2	4,1	4,6	4,9	5,1	5,2
Карагандинская 22	3,3	3,9	4,6	4,8	5,2	5,3	5,5
Степная 60	3,0	3,5	3,6	3,9	4,3	4,4	4,5
Карагандинская 29	1,9	2,5	3,2	3,6	3,8	3,9	3,9
Сары-Арка	2,9	3,1	3,6	4,1	4.5	4,7	4,9
M±SEM	2,78±0,45	3,27±0,42	3,75±0,45	4,22±0,42	4,58±0,44	4,75±0,47	4,87±0,52
$НСР_{0,05}$	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,09	0,04

Изменчивость числа узловых корней у сортов до фазы выхода в трубку была небольшой (*Cv* 2,2-5,1 %). Этот показатель возрастал к фазе колошения (8,1 %), а затем немного снижался в период молочной спелости зерна (7,2 %). По числу узловых корней корреляционная связь с урожайностью у изученных сортов яровой мягкой пшеницы была средней положительной (r = 0,62±0,20). Следует отметить, что большинство сортов характеризовались ранним и дружным появлением узловых корней, формирование которых продолжалось до конца вегетации, что было связано с выпадением осадков и хорошей влагообеспеченностью почвы в годы

наблюдений. Ряд эколого-морфофизиологических параметров корневой системы можно использовать как дополнительные критерии для прогнозирования продуктивности генотипа в конкретных условиях (8).

Развитие корневой системы усиливает интеграцию элементов структуры продуктивности у перспективных сортов (21). Из семи изученных нами сортов по продуктивной кустистости выделялись Карагандинская 22 и Секе (1,2), превосходившие стандарт (1,0). По данным Е.А. Коренюк, на долю продуктивной кустистости в структуре урожайности яровой пшеницы отводится от 94,1 до 96,8 % (22). Согласно Ю.С. Красновой, урожайность зерна яровой мягкой пшеницы зависит от высокого значения продуктивной кустистости (r = 0,4±0,06). Этот признак надо включать в селекционные программы для достижения стабильной урожайности зерна (14).

Кроме того, сорта Карагандинская 22, Сары-Арка, Степная 60 выделялись более высокой массой 1000 зерен, которая напрямую зависела от температурного режима и количества осадков. Сходный эффект отмечали в полевых тестах при изучении показателей качества зерна у сортов яровой пшеницы с *Lr*-транслокациями в зависимости от температурного и влажностного режима (23). В нашем опыте коэффициент вариации массы 1000 зерен составлял 13,2 %, а сопряженная зависимость выражалась прямой корреляционной связью с урожайностью (r = 0,76±0,12). Масса 1000 зерен варьировала от 36,4 г у сорта Карагандинская 70 до 49,6 г у сорта Карагандинская 22 и в среднем составляла 42,00±5,06 г.

Подобную закономерность, отражающую высокий коэффициент наследуемости числа зародышевых корней, которое тесно коррелирует с изменением массы 1000 зерен и озерненностью колоса, отмечали ранее при изучении проявления засухоустойчивости у яровой мягкой пшеницы в Центральном Казахстане (15).

3. Элементы структуры урожая у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в зависимости от фазы развития (Республика Казахстан, 2011-2013 годы)

Сорт	Число, шт/м^2		Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
	растений	продуктивных стеблей				
Светланка (стандарт)	277	290	1,0	20	39,6	1,8
Карагандинская 70	297	201	0,6	27	36,4	2,9
Секе	230	288	1,2	27	40,2	2,5
Карагандинская 22	270	333	1,2	25	49,6	4,0
Степная 60	282	269	0,9	28	43,0	3,4
Карагандинская 29	260	280	1,0	28	37,4	2,7
Сары-Арка	233	236	1,0	33	47,8	3,7
CM±SEM	264,14±25,00	271,00±42,23	0,98±0,20	26,85±3,89	42,00±5,06	3,00±0,75
$НСР_{0,05}$	13,00	25,70	0,10	6,97	5,75	0,45

Число зерен в колосе зависит от погодных условий во время цветения. Увеличение количества зерна компенсируется значительным снижением его массы (до 5 %) (24, 25), однако в нашем случае были получены другие результаты. Так, у сорта Сары-Арка с увеличением числа зерен в колосе (33 шт.) повысилась масса 1000 зерен (47,8 г) и, соответственно, биологическая урожайность (3,7 т/га) (табл. 3). Коэффициент вариации числа зерен в колосе составил 23,3 %, корреляционная зависимость показала тесную связь озерненности колоса с урожайностью (r = 0,86±0,13). Вместе с тем у сорта Карагандинская 22 при озерненности 25 шт. масса 1000 зерен составила 49,6 г, урожайность — 4,0 т/га. Поэтому при отборе сортов основное внимание должно уделяться абсолютной массе зерна (40-43 г) в сочетании с таким количественным признаком колоса, как высокая озерненность (до 27 шт.) (26, 27). По озерненности наиболее адаптиро-

ванными селекционными сортами оказались Сары-Арка (33 шт.), Карагандинская 29 и Степная 60 (28 шт.).

Сорта следует размещать по высоким агрофонам, что позволит им формировать высокие урожаи благодаря отзывчивости на изменение условий среды (28). При повышении урожайности до 1,5 т/га в Республике Казахстан можно ежегодно собирать до 20-22 млн т зерна. Использование сортов яровой мягкой пшеницы карагандинской селекции в Акмолинской области в быстро меняющихся погодных условиях резко континентального климата способствует увеличению валового сбора зерна (29). Высокой урожайностью среди перспективных сортов выделился сорт Карагандинская 22 — 4,0 т/га (30). По урожайности следует также отметить сорта Сары-Арка (3,7 т/га) и Степная 60 (3,4 т/га), у которых среднее значение для биологической урожайности составило 3,00±0,75 т/га. В современных условиях сельскохозяйственного производства повышение урожайности зерна должно сочетаться с адаптивностью, экологической пластичностью и стабильностью сортов в различных экологических условиях (28).

Таким образом, у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы нами установлена тесная положительная связь между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью зерна, числом узловых корней и продуктивностью растений в годы с благоприятными погодными условиями. Корреляционная связь обнаружена также между урожайностью зерна и количественными признаками — числом зерен в колосе и массой 1000 зерен. Основными элементами структуры урожая у исследуемых сортов были число растений на 1 м^2 (230-282 шт/м^2), число продуктивных стеблей (201-333 шт/м^2), число зерен в колосе (20-30 шт.), масса 1000 зерен (36,4-49,6 шт.). Из исследуемой коллекции оптимальными по урожайности зерна для степной зоны Акмолинской области признаны сорта Карагандинская 22, Сары-Арка и Степная 60.

[1]Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,
020000 Республика Казахстан, г. Кокшетау, ул. Куанышева, 192;
[2]Карагандинский НИИ растениеводства и селекции,
100435 Республика Казахстан, Карагандинская обл.,
Бухар-жырауский р-н, с. Центральное;
[3]Северо-казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,
150000 Республика Казахстан, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86,
e-mail: natali_gorec@mail.ru ✉

Поступила в редакцию 8 декабря 2017 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [*Agricultural Biology*], 2018, V. 53, № 1, pp. 103-110

SELECTION OF SPRING SOFT WHEAT (*Triticum aestivum* L.) VARIETIES FOR THE ADAPTABILITY IN THE CONDITIONS OF STEPPE ZONE OF THE AKMOLINSK REGION, KAZAKHSTAN

G.T. Syzdykova[1], S.G. Sereda[2], N.V. Malitskaya[3]

[1]Ualikhanov Kokshetau state University, 192, st. Kuanysheva, Kokshetau, 020000 Kazakhstan;
[2]Karaganda Research Institute of Plant Growing and Breeding, v. Central, Bukhara-zhyrau Region, Karaganda Province, 100435 Kazakhstan;
[3]Kozybayev North Kazakhstan State University, 86, st. Pushkin, Petropavlovsk, 150000 Kazakhstan, e-mail natali_gorec@mail.ru (✉ corresponding author)
ORCID:
Syzdykova G.T. orcid.org/0000-0002-3511-8311 Sereda S.G. orcid.org/0000-0002-0593-5839
Malitskaya N.V. orcid.org/0000-0003-4382-2357
The authors declare no conflict of interests
Received December 8, 2017 doi: 10.15389/agrobiology.2018.1.103eng

Abstract

The spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) planting acreage makes 78 % of the crops of

cereals grown in Akmolinsk region, the North Kazakhstan. The wheat productivity can reach 1.4-1.8 t/ha which makes it possible to harvest high yield with high grain quality and high protein level. That is important when cultivating strong wheats, the so called improvers. At the present time, searching for the reserves to increase yield and to improve grain quality in wheats is of interest. Here, the key role is given to a variety because over 20 % of an increase in the crop yield is due to varietal features. This article presents data on phenology, nodal root formation, the main yield elements, and the total yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) promising varieties Karagandinskaya 22, Karagandinskaya 29, Karagandinskaya 70, Seke, Sary-Arka, and Stepnaya 60. The estimations have been carried out according to the Kazakhstan State Crop Variety Testing protocol. Field trials were carried out in 2011-2013 using fallow land as a predecessor in the test field of Ualikhanov Kokshetau state University (Kokshetau, Kzakhstan). The conditions of the steppe zone were favorable for nodal root development which number per plant reached 5.5 for Karagandinskaya 22, 4.5 for Stepnaya 60, and 5.2 for Seke. The number of nodal roots during plant growth increased from tillering to full grain ripeness. In the arid conditions of the steppe zone the length of growing season is of importance. Among the varieties, the vegetation period was optimal in Karaganda 22 (94 days), with an average 96 day period for all the varieties studied. The main components of wheat yield were shown to be beneficially influenced by the climate conditions. The plant number per 1 m^2 at harvesting was 230-282, the productive tiller number per 1 m2 was 201-333, the seed number per ear was 20-30, and the 1000 seed weight was 36.4-49.6. Grain productivity of the varieties Karagandinskaya 22, Sary-Arka, and Stepnaya 60 was 4.0, 3.6, and 3.4 t/ha, respectively. So their yielding was higher compared to only 1.8 t/ha for the standard variety Svetlanka. During selection for adaptability in the conditions of steppe zone of the region, the main emphasis should be given to the number of kernels per ear ($r = 0.86 \pm 0.13$) and the 1000 grain weight ($r = 0.76 \pm 0.12$). In a model variety for the steppe zone of the region, the main yielding parameters must be as follows: 96 day-length of vegetation, 25 to 30 seeds per ear, productive tillering of 1.1 to 1.2, and the yield of 3.0-4.0 t/ha. The 1000 seed weight should be 33-36 g for the fraction of mid-size seeds, and more than 38-45 g for larger seeds.

Keywords: spring soft wheat, sort, nodal roots, yielding capacity, elements of the structure.

REFERENCES

1. Shestakova N.A., Didenko S.V. *Vestnik nauki Kazakhskogo GATU im. S. Seifullina*, 2007, 1(44): 47-51 (in Russ.).
2. Syukov V.V., Menibaev A.I. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2015, 4-3(17): 463-466 (in Russ.).
3. Tarasova T.A. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2009, 4(12): 21-26 (in Russ.).
4. Mergoum M., Singh P.K., Anderson J.A., Peca R.J., Singh R.P., Xu S.S., Ransom J.K. Spring wheat breeding. In: *Cereals. Handbook of Plant Breeding, vol. 3.* M. Carena (ed.). Springer, NY, 2009 (doi: 10.1007/978-0-387-72297-9_3).
5. Esimbekova M.A., Bulatova K.M., Kushanova R.Zh., Mukin K.B. *Izvestiya TSKHA*, 2015, 6: 5-18 (in Russ.).
6. Merchuk-Ovnat L., Fahima T., Ephrath J.E., Krugman T., Saranga Y. Ancestral QTL alleles from wild emmer wheat enhance root development under drought in modern wheat. *Front. Plant Sci.*, 2017, 8: 703-715 (doi: 10.3389/fpls.2017.00703).
7. Araus J.L., Slafer G.A., Royo C., Serret M.D. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 2008, 27: 377-412 (doi: 10.1080/07352680802467736).
8. Syzdykova G.T. *Model' rannespelogo sorta yarovoi myagkoi pshenitsy* [A model of the early ripening variety of spring soft wheat]. Germany, Saarbrucken, 2012.
9. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field trials]. Moscow, 1985 (in Russ.).
10. Ehdaie B., Maheepala D.C., Bekta H., Waines J.G. Phenotyping and genetic analysis of root and shoot traits of recombinant inbred lines of bread wheat under well-watered conditions. *Journal of Crop Improvement*, 2014, 28: 834-851 (doi: 10.1080/15427528.2014.948107).
11. Babkenov A.T. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2006, 3: 28-32 (in Russ.).
12. Samuilov F.D., Timoshenkova T.A. Dependence of drought resistance and productivity on leaf survival of spring wheat varieties of various origins under steppe conditions. *Russian Agricultural Sciences*, 2011, 37: 447-452 (doi: 10.3103/S1068367411060140).
13. Krasnova Yu.S., Shamanin V.P., Morgunov A.I., Petukhovskii S.L., Trushchenko A.Yu. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, 1(34): 52-60 (in Russ.).
14. Kadikov R.K., Ismagilov R.R., Nikulin A.F. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, 6(38): 63-65 (in Russ.).
15. Sereda S.G., Sedlovskii A.I., Morgunov A.I., Sereda G.A. *Biotekhnologiya, teoriya i praktika*, 2007, 2: 67-72 (in Russ.).
16. Kuijken R.C., van Eeuwijk F.A., Marcelis L.F., Bouwmeester H.J. Root phenotyping: from component trait in the lab to breeding. *J. Exp. Bot.*, 2015, 66: 5389-5401 (doi: 10.1093/jxb/erv239).

17. Narayanan S., Mohan A., Gill K.S., Prasad P.V. Variability of root traits in spring wheat germplasm. *PLoS ONE*, 2014, 9(6): 1-15 (doi: 10.1371/journal.pone.0100317).
18. Manschadi A.M., Christopher J., Hammer G.L. The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments. *Funct. Plant Biol.*, 2006, 33: 823-837 (doi: 10.1071/FP06055).
19. Watt M., Magee L.J., McCully M.E. Types, structure and potential for axial water flow in the deepest roots of field-grown cereals. *New Phytol.*, 2008, 178(1): 135-146 (doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.02358.x).
20. Semykin V.A., Pigorev I.Ya., Dolgopolova N.V. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2010, 9: 195-196 (in Russ.).
21. Wu L., McGechan M.B., Watson C.A., Baddeley J.A. Developing existing plant root system architecture models to meet future agricultural challenges. *Advances in Agronomy*, 2005, 85: 181-219 (doi: 10.1016/S0065-2113(04)85004-1).
22. Korenyuk E.A., Meshkova L.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, 5: 6-8 (in Russ.).
23. Krupnova O.V. Relation between grain weight and falling number in soft spring wheat. *Russian Agricultural Sciences*, 2010, 36: 321-323 (doi: 10.3103/S1068367410050010).
24. Rebetzke G.J., Bonnett D.G., Reynolds M.P. Awns reduce grain number to increase grain size and harvestable yield in irrigated and rainfed spring wheat. *J. Exp. Bot.*, 2016, 67(9): 2573-2586 (doi: 10.1093/jxb/erw081).
25. Griffiths S., Wingen L., Pietragalla J., Garcia G., Hasan A., Miralles D., Calderini D.F., Ankleshwaria J.B., Waite M.L., Simmonds J., Snape J., Reynolds M. Genetic dissection of grain size and grain number tradeOffs in CIMMYT wheat germplasm. *PLoS ONE*, 2015, 10(3): e0118847 (doi: 10.1371/journal.pone.0118847).
26. Fischer R.A. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. *Field Crop Res.*, 2008, 105: 15-21.
27. Atkinson J.A., Wingen L.U., Griffiths M., Pound M.P., Gaju O., Foulkes M.J., Le Gouis J., Griffiths S., Bennett M.J. Phenotyping pipeline reveals major seedling root growth QTL in hexaploid wheat. *J. Exp. Bot*, 2015, 66: 2283-2292 (doi: 10.1093/jxb/erv006).
28. Krasnova Yu.S. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, 1: 64-70 (in Russ.).
29. Musynov K.M., Babkenov A.T., Kipshakbaeva A.A., Bazilova D.S. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta imeni S. Seifullina*, 2016, 4(91): 13-20 (in Russ.).
30. Sereda G.A., Sereda S.G. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, 2008, 2(49): 32-38 (in Russ.)