

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кондратенко Е.П.¹, Егушова Е.А.¹, Константинова О.Б.¹, Пикулина О.И.¹, Тюкало Г.Н.²

¹ ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», Кемерово, Россия (650056, Кемерово, ул. Марковцева, 5), e-mail: Egushova@mail.ru

² Кемеровский гидрометеоцентр, Кемерово, Россия (650060, Кемерово, бульвар Строителей, 34 «Б»)

В статье дана оценка перспективным сортам озимой пшеницы по урожайности, экологической стабильности и пластичности. По результатам оценки урожайности сортов озимой пшеницы на территории Кемеровской области установлено, что в среднем по изучаемым сортам урожайность за 2008–2012 гг. составила 26,6 ц/га ($V=47,3\%$). Варьирование урожайности озимой пшеницы по годам находится в пределах от 7,0 до 63,4 ц/га. Разность урожайности между годами составила 56,1 ц/га, между сортами – 10,8. Установлено, что определяющим фактором при формировании продуктивности являются условия года (92 %), на долю сорта приходится 4,2 %. На основании проведенных исследований выделен сорт селекции ГНУ СИБНИИРС Россельхозакадемии, обладающий высокой пластичностью, стабильностью в условиях лесостепи Кемеровской области. Наиболее стабильным и пластичным оказался сорт Новосибирская 51, об этом говорят следующие показатели: низкий коэффициент вариации (19 %), высокая гомеостатичность (38,1) и стрессоустойчивость ($U_2 - U_1 = -6,2$). Среднеспелый сорт мягкой озимой пшеницы Новосибирская 51 показал себя как наиболее адаптивный к условиям возделывания в данной экологической нише.

Ключевые слова: сорт, пшеница, урожайность, стабильность, пластичность, гомеостатичность.

PRODUCTIVITY ESTIMATES, ECOLOGICAL STABILITY AND PLASTIC-NESS OF NEW VARIETIES OF WINTER WHEAT IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE ZONE OF THE KEMEROVO REGION

Kondratenko E.P.¹, Egushova E.A.¹, Konstantinova O.B.¹, Pikulina O.I.¹, Tyukalo G.N.²

¹ Kemerovo state agricultural Institute, Kemerovo, Russia (650056, Kemerovo, Markovtseva street, 5), e-mail: Egushova@mail.ru

² Kemerovo weather service, Kemerovo, Russia (650060, Kemerovo, Builders Boulevard, 34 «B»)

In article the estimation of promising varieties of winter wheat yield, environmental stability and plasticity. The evaluation of yield of winter wheat varieties on the territory of the Kemerovo area it is established, that on the average in studied varieties yield for 2008–2012 was 26,6 centner/ha ($V=47,3\%$). The variation-of winter wheat yield by year is in the range of 7,0 to 63,4 centner/ha, the Difference in yield between years amounted to 56,1 centner/ha, between varieties and 10,8. It is established that the determining factor in the formation of productivity is least in terms of the year (92 %), the share of crops account for 4,2 percent. Based on the results of studies identified a variety breeding GNU, SINNERS RAAS, the region gives high flexibility, stability in conditions of forest-steppe of the Kemerovo area. The most stable and plastic was sort of Novosibirskya 51, this is indicated by the following indicators: low coefficient of variation (19 %), high Homeo-static (38,1) and stress ($U_2 - U_1 = -6,2$). Mid-grade soft winter wheat Novosibirskya 51 proved to be the most adaptive to conditions of cultivation in this ecological niche.

Keywords: variety, wheat, productivity, stability, flexibility, homeostasis.

Введение

С увеличением темпов роста населения человечество вынуждено наращивать сельскохозяйственное производство, основой которого является зерновое хозяйство. В связи с этим в последнее время большое внимание во всем мире уделяется возделыванию озимых зерновых культур.

Озимые культуры имеют важное значение в увеличении производства зерна. В основных районах возделывания они дают более высокие урожаи зерна, чем яровые. Озимые культуры при хорошем развитии с осени лучше, чем яровые, используют весенние запасы влаги и питательных веществ. Весной они быстро наращивают вегетативную массу и меньше страдают от весенних засух [4].

Озимая пшеница принадлежит к числу наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Зерно богато клейковинными белками и другими ценными веществами, поэтому оно широко используется для продовольственных целей, в особенности в хлебопечении и кондитерской промышленности, а также для производства макарон, крупы, вермишели и других продуктов. Пшеничные отруби – высококонцентрированный корм для всех видов сельскохозяйственных животных [2].

В Кемеровской области на сегодняшний день возделываются преимущественно яровые зерновые культуры, под которыми занято 653 тыс. га. Их доля в структуре посевных площадей составляет 96,8 % и только 3,2 % – под озимыми. В частности под посев озимых культур в Кемеровской области в 2013 году было выделено 24330 га посевных площадей, из них 60,4 % составляет озимая рожь, 34,5 % – озимая пшеница, 1,8 % – озимый ячмень и 3,3 % – озимый тритикале.

Положительные особенности озимой пшеницы обуславливают стремление поиска исследований возможности ее выращивания в нетрадиционных зонах, к которым относится Кемеровская область.

Как известно, попытки перенести опыт других регионов, широко занимающихся производством данной культуры, часто заканчиваются неудачей. С позиции адаптивного растениеводства проблема требует решения, исходя из изучения продуктивности в конкретных условиях произрастания.

В настоящее время основной задачей становится создание экологически пластичных сортов, обеспечивающих достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях возделывания и ее стабильность в стрессовых условиях [1, 3, 6, 7].

К сожалению, несмотря на достаточный срок сортоиспытания сортов озимой пшеницы, практически отсутствуют научные данные об особенностях формирования ее урожайности в данных агроэкологических условиях.

Анализ показывает, что озимая пшеница не только не получает распространение в посевах хозяйств Кемеровской области, но ее сортоиспытание весьма ограничено.

Вопросы экологической пластичности сортов озимой пшеницы в условиях данного региона изучены недостаточно. В связи с этим была поставлена цель исследований – дать всестороннюю оценку по параметрам урожайности, экологической стабильности и пластич-

ности сортам озимой пшеницы селекции ГНУ СИБНИИСХ, ГНУ СИБНИИРС и института цитологии и генетики СО РАН.

Объекты и методы исследования. Исследования выполнены на полях Яшкинского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ), расположенного в лесостепной природно-климатической зоне Кемеровской области.

Почвы зоны в основном светло-серые лесные, содержание гумуса составляет 1,6–3,4 %, подвижного фосфора и калия – 6 и 10 мг на 100 г [5].

Территория Яшкинского ГСУ относится к умеренно-прохладному, умеренно-увлажненному агроклиматическому подрайону. Зима холодная и продолжительная.

Весной характерно стремительное нарастание тепла, приводящее к интенсивному таянию снега. Глубоко промерзшие зимой почвы медленно оттаивают весной, за счет чего значительная часть талых вод не впитывается в почву. Это негативно отражается на запасах продуктивной влаги в почве. Возможен возврат холодов до минус 6–8 °С, часто сопровождающихся выпадением снега.

Лето в основном жаркое. Средняя температура в июле составляет +18,3 °С. Сумма положительных температур выше +10 °С колеблется от 1600 °С до 1800 °С. Сумма осадков за май-август по среднегодовым данным составляет 450 мм.

Продолжительность периода с температурой воздуха выше 0 °С составляет 188 дней, выше +5 °С – 153 дня, выше +10 °С – 112 дней. Продолжительность безморозного периода – 96 дней, вегетационного – 153 дня.

Для сравнительной характеристики урожайности сортов озимой пшеницы за период с 2008 по 2012 год использовались результаты испытания сельскохозяйственных культур на Яшкинском ГСУ.

В качестве объекта исследований использованы шесть перспективных среднеспелых мягких сортов озимой пшеницы: Омская 4 (оригинатор – ГНУ Сибирский НИИСХ), Кулундинка (оригинатор – институт цитологии и генетики СО РАН), Бийская озимая (оригинатор – ГНУ Сибирский НИИСХ), Новосибирская 9 (оригинатор – ГНУ СибНИИРСРоссельхозакадемии), Новосибирская 40 (оригинатор – ГНУ СибНИИРСРоссельхозакадемии), Новосибирская 51 (оригинатор – ГНУ СибНИИРСРоссельхозакадемии). За стандарт был принят сорт Омская 4.

Агротехника возделывания на Яшкинском сортоиспытательном участке общепринятая в Кемеровской области. Предшественник – черный пар. Площадь деланки – 25 м², повторность четырехкратная. Все сорта изучались на естественном фоне без внесения удобрения и без защиты посевов от вредных организмов.

Экологическую пластичность сортов определяли по Эберхарту и Расселу (в изложении В.З. Пакудина) [6].

Показатель гомеостатичности (Ном) вычисляли по В.В. Хангильдину [8] по формуле:

$$Nom = \frac{x^2}{\sigma(x_{opt} - x_{lim})},$$

где x – средняя урожайность, ц/га;

x_{opt} – среднее значение урожайности на оптимальном фоне, ц/га;

x_{lim} – среднее значение урожайности на лимитированном фоне, ц/га;

σ – стандартное отклонение.

Годы проведения исследований различались по гидротермическому режиму (табл.1), что позволило всесторонне оценить адаптивность изучаемых сортов озимой пшеницы к климатическим условиям лесостепной зоны Кемеровской области.

Метеорологические условия 2008 года в начальный период весенней вегетации (май) для озимой пшеницы характеризовался низкой влагообеспеченностью. Июнь был теплым и достаточно влажным. Репродуктивный период проходил при низкой влагообеспеченности и повышенной температуре, что отрицательно сказалось на урожайности пшеницы.

Таблица 1. Динамика суммы осадков и суммы эффективных температур за период май-август, 2008–2012 гг.

Месяц	Показатель									
	Сумма осадков, отклонения в % к норме					Сумма эффективных температур, отклонения от нормы, °С				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Май	43	133	80	42	94	+79	+54	-19	+108	+15
Июнь	242	161	42	132	90	+104	-16	-18	+207	+160
Июль	53	75	180	120	69	+124	-13	-74	+120	+238
Август	76	101	55	90	90	+109	+8	-69	+89	+237

Условия 2009 года отличались достаточно хорошим увлажнением всего вегетационного периода с некоторым преобладанием осадков в начальный период вегетации и незначительным недобором тепла в репродуктивный период.

Условия для роста и развития озимой пшеницы в весенний период 2010 г. в сравнении со среднеголетними данными по влагообеспеченности были лучшими. Однако весь сельскохозяйственный год характеризовался недобором сумм эффективных температур, при избыточном увлажнении в июле.

2011 год был благоприятным для роста и развития пшеницы, характеризовался хорошим гидротермическим режимом в начальный период вегетации и в репродуктивный период.

По влагообеспеченности 2012 год характеризовался как засушливый. Для формирования урожая озимой пшеницы гидротермический режим складывался неблагоприятно, особенно в репродуктивный период. Сумма эффективных температур за июнь, июль и август превысила норму на 60, 138 и 137 % соответственно.

Результаты и обсуждения. За пять лет исследований изучаемые сорта озимой пшеницы по-разному реализовали свой генетический потенциал продуктивности.

По результатам оценки урожайности сортов озимой пшеницы на территории Кемеровской области было установлено, что в среднем по изучаемым сортам урожайность за 2008–2012 гг. составила 26, 6 ц/га ($V=47,3\%$) (табл. 2).

Установлено, что варьирование урожайности озимой пшеницы по годам находится в пределах от 7,0 до 63,4 ц/га. Разность урожайности между годами составила 56,1 ц/га, между сортами 10,8.

Высокие значения показателей генетической гибкости у сорта Новосибирская 9 (37,7) и коэффициента вариации ($V=60\%$) указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами внешней среды.

Наибольшую среднюю урожайность имели сорта Новосибирская 9 (31,9 ц/га), Бийская озимая (30,2 ц/га) и Кулундинка (29,4 ц/га), при одновременно высокой ее изменчивости по годам.

Таблица 2. Урожайность сортов озимой пшеницы, 2008–2012 гг.

Сорт	Урожайность за период испытаний, ц/га		
	Y_2 (min)	Y_1 (max)	Средняя (x)
Омская 4 (стандарт)	8,7	55,2	24,6
Бийская озимая	9,3	56,3	30,2
Кулундинка	11,7	51,6	29,4
Новосибирская 9	12,0	63,4	31,9
Новосибирская 40	7,0	29,4	21,1
Новосибирская 51	19,4	25,6	22,8

Отмечено, что изменчивость урожайности сортов озимой пшеницы по годам высокая. Такие колебания урожайности позволяют утверждать, что агрометеорологические условия года имеют решающее значение при формировании продуктивности пшеницы.

В среднем за годы исследования высокая урожайность сортов озимой пшеницы была отмечена в 2009 году у сортов Новосибирская 9 (63,4 ц/га), Бийская озимая (56,3 ц/га), превышающая стандарт Омская 4 на 8,2 и 1,1 ц/га соответственно (рис.1).

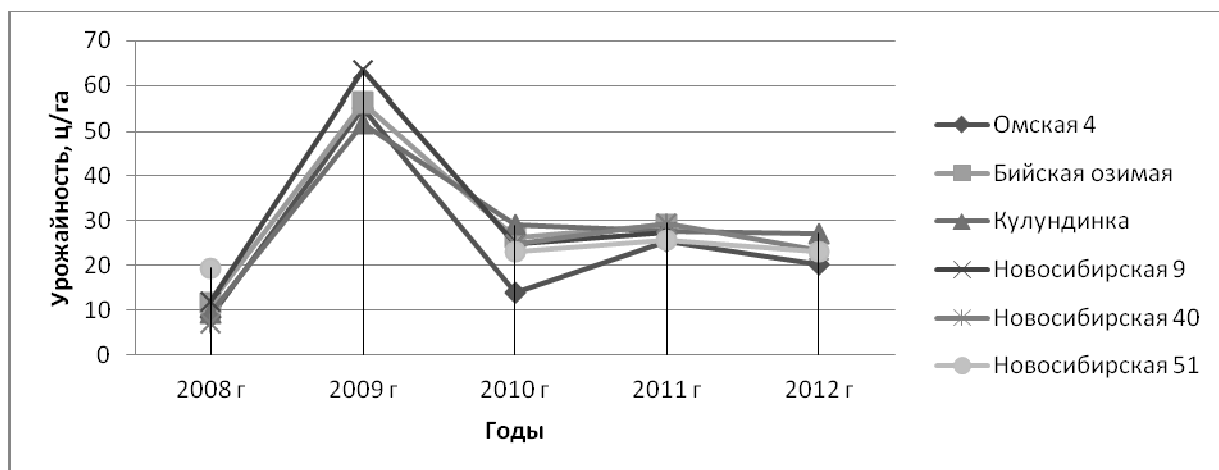


Рис. 1. Изменчивость урожайности сортов озимой пшеницы (ц/га), Кемеровская область

Анализ полученных результатов показал, что урожайность сортов озимой пшеницы зависит от факторов внешней среды. При изучении факторов, влияющих на урожайность озимой пшеницы, было установлено их неравномерное влияние. Условия года являются определяющим фактором при формировании продуктивности (92 %). На долю сорта приходится 4,2 %.

В среднем различия по урожайности сортов озимой пшеницы по годам характеризуются значениями размаха варьирования от 19 до 66 %.

На рисунке 2 представлен график стабильности сортов озимой пшеницы с 2008 по 2012 год. На графике отражены отклонения урожайности сортов озимой пшеницы от средней за весь пятилетний период исследований.

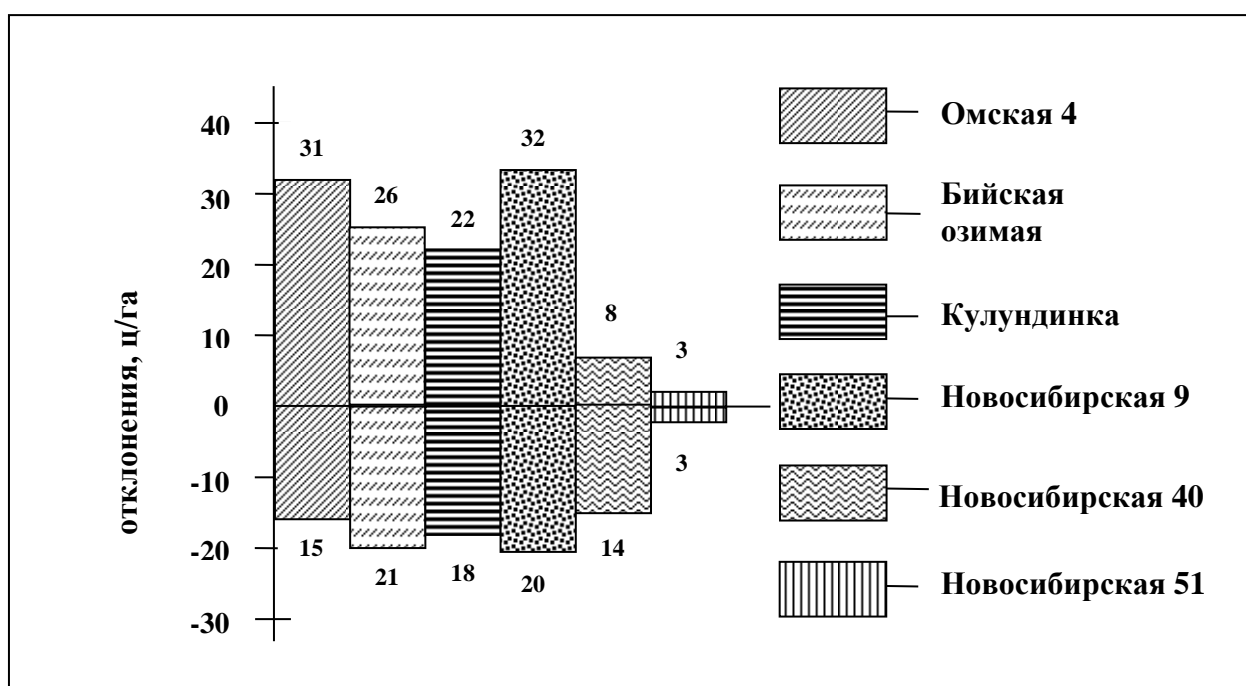


Рис. 2. Стабильность сортов озимой пшеницы, 2008–2012 гг.

Установлено, что у сорта озимой пшеницы Новосибирская 51 отклонения от средней урожайности незначительные. Они составляют $+3 \div -3$ ц/га, это говорит о стабильности сорта в условиях резкоконтинентального климата лесостепи Кемеровской области. У сорта Новосибирская 40 также следует отметить низкие колебания этого показателя $+8 \div -14$ ц/га.

Средние значения этого показателя отмечены у сортов озимой пшеницы Кулундинка ($+22 \div -18$ ц/га) и Бийская озимая ($+26 \div -21$ ц/га). Наибольшие отклонения от средней урожайности отмечены у сорта Омская 4 ($+31 \div -15$ ц/га) и сорта Новосибирская 9 ($+32 \div -20$ ц/га), это говорит о нестабильности этих сортов формировать урожайность при изменении условий выращивания.

Сорт как генетическая система специфически реагирует на внешние факторы среды. Отличительной особенностью любого сорта является совокупность свойств, определяющих его пригодность для той или иной местности, и поэтому правильный выбор сорта имеет первостепенное значение при выращивании зерновых культур.

В таблице 3 представлены параметры адаптивности сортов озимой пшеницы.

Таблица 3. Стрессоустойчивость, генетическая гибкость, коэффициент вариации и гомеостатичность сортов озимой пшеницы, 2008–2012 гг.

Сорт	Параметры адаптивности			
	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$	V, %	Ном
Омская 4 (стандарт)	-46,5	31,9	66	0,8
Бийская озимая	-47,0	32,8	56	1,2
Кулундинка	-39,9	31,6	43	1,6
Новосибирская 9	-51,4	37,7	60	1,0
Новосибирская 40	-22,4	18,2	40	2,3
Новосибирская 51	-6,2	22,5	19	38,1

В условиях резкоконтинентального климата важный показатель сортов – их устойчивость к стрессу, уровень которого определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем его величина меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта.

На основании проведенных исследований было установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имеют сорта озимой пшеницы Новосибирская 51 (-6,2) и Новосибирская 40 (-22,4). Среднее значение этого показателя отмечено у сорта Кулундинка (-39,9).

Средняя урожайность сортов в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях $(Y_1 + Y_2)/2$ характеризует их генетическую гибкость [5]. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды.

В условиях лесостепи Кемеровской области были выделены сорта озимой пшеницы, имеющие максимальное соотношение между генотипом и факторами среды. Это Новосибирская 9 (37,7), Бийская озимая (32,8), Омская 4 (31,9) и Кулундинка (31,6).

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, является гомеостаз, являющийся универсальным свойством в системе взаимоотношения генотипа и внешней среды. Гомеостаз – не что иное, как способность генотипа сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий.

Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. Таким образом, связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды.

В наших исследованиях наиболее стабильным на изменения условий выращивания оказался сорт озимой пшеницы Новосибирская 51. Об этом свидетельствуют наименьшее значение коэффициента вариации (19 %) и высокая гомеостатичность (38,1).

Большая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечены у сортов озимой пшеницы Омская 4 ($V=66$ %; $Hom=0,8$) и Новосибирская 9 ($V=60$ %; $Hom=1,0$), что говорит о нестабильности этих сортов и низкой адаптивности к условиям лесостепной зоны Кемеровской области.

Выводы. На основании проведенных исследований был выделен сорт селекции ГНУ СИБНИИРС Россельхозакадемии, обладающий высокой пластичностью, стабильностью в условиях лесостепи Кемеровской области. К наиболее стабильному и пластичному следует отнести сорт Новосибирская 51, об этом говорят следующие показатели: низкий коэффициент вариации (19 %), высокая гомеостатичность (38,1) и стрессоустойчивость ($Y_2 - Y_1 = -6,2$).

Таким образом, среднеспелый сорт мягкой озимой пшеницы Новосибирская 51 показал себя как наиболее адаптивный к условиям возделывания в данной экологической нише.

Список литературы

1. Волкова, Л.В. Пластичность и стабильность сортов селекционных форм яровой пшеницы по критериям продуктивности и качества зерна / Л.В. Волкова, В.М. Бебякин, И.В. Лыскова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 1. – С. 3-5.
2. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6 – С. 49-53.

3. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
4. Губанов, Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. – Москва: Колос, 1988. – 303 с.
5. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. Технические условия. – Введ. 30-06-1993. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 8 с.
6. Пакудин, В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений / В.З. Пакудин. – Новосибирск: Наука, 1976. – 189 с.
7. Сапега, В.А. Оценка сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности / А.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С.3-6.
8. Хангильдин, В.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – № 1. – С. 67-76.

Рецензенты:

Самаров В.М., д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово.

Пакуль В.Н., д.с.-х.н., старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе ГНУ Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Кемерово.