

УДК 633.1:631.52(571.6)
ГРНТИ 68.35.29

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11002

Зенкина К.В., мл. науч. сотр.,
Асеева Т.А., член-корреспондент РАН, гл. науч. сотр.,
ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН «ДВНИИСХ»,
г. Хабаровск, Хабаровский край, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЕЛЕКЦИОННЫЕ ЛИНИИ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

© Зенкина К.В., Асеева Т.А., 2020

Резюме. Основной проблемой в селекции является повышение эффективности отбора исходного материала, поэтому использование селекционных индексов позволяет оптимизировать комплексную оценку сортообразцов по основным хозяйственно биологическим признакам. В работе использовали следующие индексы: мексиканский, канадский, финно-скандинавский, линейной плотности колоса, отношения крупности семян к числу зерен в колосе, продуктивности и перспективности растений. В результате исследований установлено, что новые селекционные линии тритикале яровых форм в условиях Дальневосточного региона (Хабаровский край) реализуют свой потенциал продуктивности значительно выше стандартного сорта Укро. Выделены наиболее перспективные селекционные линии тритикале с высокой урожайностью и оптимальным формированием количественных признаков и структурных элементов продуктивности. Максимальная урожайность в агроэкологических условиях региона – 13,4 т/га сформировалась у высокопродуктивного сортономера 1548-19 (Укро х ДальГАУ 1). Наибольшая реализация потенциальной урожайности у селекционных образцов 1546-19 (Укро х Лана) и 1548-19 (Укро х ДальГАУ 1) обусловлена продуктивностью колоса за счет значительного количества и массы зерен в колосе (6,2 и 7,9 т/га соответственно). Высокая взаимосвязь индекса линейной плотности колоса с урожайностью генотипов тритикале ($r=0,574$) свидетельствует о значительном влиянии продуктивности колоса на формирование данного признака. В результате комплексной оценки селекционных индексов выделена перспективная линия ярового тритикале 1546-19 (Укро х Лана), отличающаяся высокой селекционной ценностью и оптимальной системой адаптивных реакций к условиям вегетации.

Ключевые слова: яровое тритикале, селекционные линии, селекционные индексы, исходный материал, дальний восток.

УДК 633.1:631.52(571.6)

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11002

**K.V. Zenkina, Junior Research Worker,
T.A. Aseeva, the Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Leading Research Worker,
The Far-Eastern scientific-research institute of agriculture,
Khabarovsk, Khabarovsk Krai, Russia**

PROMISING TRITICALE BREEDING LINES FOR THE FAR EASTERN REGION

Abstract. The main problem in selection is to improve the efficiency of selection of the source material (base line), so the use of selection indexes allows you to optimize the comprehensive assessment of variety species main economic and biological characteristics. The following indices were used: Mexican, Canadian, Finno-Scandinavian, linear density of the ear, the ratio of seed size to the number of grains in ear, productivity and potential of plants. As a result of research, it was found that new breeding lines of triticale of spring forms in the climates of the Far Eastern Region (Khabarovsk

Territory) realize their productivity potential significantly higher than the standard Ukro variety. In the course of the research we identified the most promising triticale breeding lines with high yield and optimal formation of quantitative characteristics and structural elements of productivity. The maximum crop yield (13.4 t/ha) in agricultural environment of the region was produced by the highly productive variety number 1548-19 (Ukro x Dalgau 1). The greatest realization of the potential crop yield in breeding species 1546-19 (Ukro x Lana) and 1548-19 (Ukro x Dalgau 1) was due to the productivity of the ear having large number and weight of grains in the ear (6.2 and 7.9 t / ha, respectively). High relationship between the index of linear ear density and crop yield of triticale genotypes ($r=0.574$) indicates a significant influence of ear productivity on the formation of this characteristic. Comprehensive assessment of selection indices showed a promising line of spring triticale - 1546-19 (Ukro x Lana), having high selection value and an optimal system of adaptive reactions to vegetation conditions.

Keywords: spring triticale, selection lines, selection indices, source material, far east.

Введение. В последнее десятилетие наблюдается нарушение биологического равновесия в посевных площадях Дальневосточного региона, в основе которого лежат генетическая однородность культивируемых растений (выращивание сои как монокультуры), а также изменение структуры подсистем агробиоценоза вследствие наращивания использования удобрений и пестицидов, что крайне отрицательно влияет на продовольственную безопасность, экологическую и экономическую устойчивость функционирования агропромышленного комплекса. Прогресс в зерновой отрасли региона возможен с повышением устойчивости самих культивируемых видов за счет ускоренной селекции и подбора культур и сортов-взаимострахователей, их адаптивного районирования и увеличения сортового разнообразия агроэкосистем. Одним из путей увеличения производства высококачественного продовольственного и кормового зерна является более полное использование потенциала новой зерновой культуры – тритикале [4]. Этот первый синтетический гибридный вид злаков (*Triticosecale Wittmack ex A. Camus*), полученный человеком путем скрещивания разных видов пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*), имеет ряд выдающихся свойств, и, по прогнозам ученых, в недалеком будущем станет одной из ведущих зерновых культур [11].

Селекционные программы должны быть ориентированы на максимальное использование благоприятных факторов внешней среды и придание сортам устойчивости к тем экологическим стрессорам, которые в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая в конкретной почвенно-климатической зоне [9]. Одной из обязательных составляющих селекционного процесса по любой культуре является наличие и проработка большого объема селекционного материала по комплексу признаков и свойств [1]. Поэтому для объективной оценки сортообразцов тритикале в условиях региона является использование селекционных индексов, которые могут быть использованы для одновременной селекции по нескольким признакам или повышения эффективности отбора по одному признаку [10].

В связи с этим, цель исследований – выделить наиболее перспективные селекционные линии тритикале с высокой урожайностью и оптимальным формированием структурных элементов продуктивности.

Материалы и методы. Основным методом создания нового исходного материала зерновых культур в условиях Дальнего Востока (Хабаровский край) является гибридизация географически отдаленных форм с последующими отборами и их дальнейшей оценкой по основным биологическим свойствам. С 2015 года развернут селекционный процесс по созданию новых

сортов ярового тритикале, адаптированных для данной экологической зоны. Оценка перспективных селекционных линий ярового тритикале проведена в 2018-2019 гг. Почвенный покров опытного поля представлен лугово-бурными оподзоленно-глеевыми тяжелосуглинистыми почвами. Агротехника возделывания – общепринятая. Полевые наблюдения и учеты проводили в полном соответствии с методикой полевого дела [2] и методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Градации признаков описаны согласно дескрипторам из Международного классификатора СЭВ (род *Triticum* L.) [6].

Проведена оценка линий ярового тритикале по селекционным индексам: МИ – мексиканский индекс, КИ – канадский индекс, ФСИ – финно-скандинавский индекс, ЛПК – индекс линейной плотности колоса, ИКЧ – индекс отношения крупности семян

к числу зерен в колосе, ИПР – индекс продуктивности растений, ИП – индекс перспективности [3,5,8].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью дисперсионного и корреляционного анализов в системе Statistica 10.0 («StatSoft, Inc.», США).

Результаты и обсуждения. Погодные условия Дальневосточного региона отличаются резкими изменениями гидротермического режима в основные периоды роста и развития растений. В результате дисперсионного анализа установлено значительное влияние экологического фона и генетического потенциала образцов при 5% уровне значимости ($F_{факт} > F_{крит}$) (табл. 1). Условия внешней среды в период активной вегетации вносят значительный вклад фактора В (среда) в общую дисперсию урожайности селекционных линий тритикале – 75,3%.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа урожайности селекционных линий ярового тритикале

Источник вариации	SS	Df	MS	$F_{факт.}$	$F_{крит.}$	Доля вклада фактора, %
Фактор А (генотип)	124218,1	3	41406,02	19,95092	2,654237355	24,7
Фактор В (среда)	377721,7	182	2075,394			75,3
Итого	501939,8	185				

Примечание: SS – сумма квадратов отклонений, Df – число степеней свободы, MS – дисперсия, $F_{факт.}$ – фактическое значение отношения Фишера, $F_{крит.}$ – критическое значение отношения Фишера

Новые селекционные линии тритикале в условиях региона реализуют свой потенциал продуктивности значительно выше районированного стандартного сорта Укро (табл. 2). По совокупности полученных результатов высокой урожайностью обладают следующие образцы по мере убывания: 1548-19 (Укро х ДальГАУ 1), 1549-19 (Укро х Приморская 108), 1546-19 (Укро х Лана), 1547-19 (Укро х Эритроспермум). У генотипа 1548-19 (Укро х ДальГАУ 1) отмечена максимальная урожайность – 13,4 т/га вследствие формирования большого количества зерна и массы семян с колоса. В условиях окружающей среды селекционная

линия 1546-19 (Укро х Лана) отличается относительно высоким и наиболее стабильным формированием урожая – 6,2 т/га, $V=20\%$.

Уровень продуктивности тритикале яровых форм в условиях Дальнего Востока обусловлен главнейшими структурными элементами урожайности – количество, вес и крупность зерен в колосе.

Количество зерен в главном колосе существенно зависит от фертильности цветков и числа колосков. Сортообразец 1547-19 (Укро х Эритроспермум) характеризуется стабильным количеством колосков в главном колосе – 23 штуки ($V=0\%$).

Таблица 2

Продуктивность селекционных линий ярового тритикале

Признак		Образцы ярового тритикале				
		Стандарт	1546-19	1547-19	1548-19	1549-19
		Укро	(Укро х Лана)	(Укро х Эритро-спермум)	(Укро х ДальГАУ 1)	(Укро х Приморская 108)
Высота растений, см	min	100	120	120	125	120
	max	121	140	140	145	140
	X	112	130	130	135	130
	V,%	8	11	11	10	11
Длина колоса, см	min	8	9	10	10	9
	max	10	12	12	14	11
	X	9	11	11	11	10
	V,%	9	8	7	13	8
Число колосков в главном колосе, шт.	min	21	23	23	23	21
	max	23	27	23	29	25
	X	23	25	23	25	23
	V,%	5	5	0	7	6
Количество зерен в главном колосе, шт.	min	38	39	38	20	35
	max	46	63	48	72	47
	X	41	52	43	50	42
	V,%	10	15	8	38	8
Вес зерна с главного колоса, г	min	1,34	1,87	1,56	0,85	1,47
	max	2,09	2,84	2,28	3,32	2,41
	X	1,65	2,39	1,90	2,21	2,01
	V,%	19	16	13	40	13
Масса 1000 зерен, г	min	31,9	39,4	41,5	42,6	43,2
	max	43,1	40,4	42,7	43,4	45,0
	X	36,8	39,9	42,1	43,0	44,1
	V,%	14	2	2	1	3
Урожайность, т/га	min	1,1	3,4	2,2	2,2	2,9
	max	4,2	8,6	8,4	13,4	10,6
	X	2,6	6,2	5,1	7,9	6,4
	V,%	39	20	28	28	28

Примечание: X – среднее значение признака, V – коэффициент вариации

Озерненность и масса зерна с колоса изучаемых генотипов тритикале варьировала в широких пределах – от 20 до 72 штук и от 0,85 до 3,32 г соответственно, что свидетельствует об их высокой степени зависимости от климатических условий. Наибольшее количество зерен в главном колосе и максимальный вес зерна с колоса сформировала селекционная линия 1546 (Укро х Лана). Оптимальные условия региона в период налива зерна способствуют формированию высокой массы 1000 зерен у линии 1549-19 (Укро х Приморская 108) – 44,1 г.

Изменчивость отдельных компонентов, участвующих в формировании урожая тритикале, обусловлена существенным

влиянием условий вегетации, поэтому эффективность селекционных программ по созданию адаптивных сортов достигается за счет использования селекционных индексов как маркеров продуктивности растений. По результатам проведенных расчетов высокое значение индекса продуктивности растений, рассчитанного по длине, числу зерен и весу зерна с колоса отмечено у образцов 1546 (Укро х Лана) и 1548-19 (Укро х ДальГАУ 1). По комплексу селекционных индексов выделена селекционная линия 1546 (Укро х Лана), отличающаяся высокой селекционной ценностью и оптимальной системой адаптивных реакций к условиям вегетации.

Таблица 3

Характеристика селекционных линий ярового тритикале по селекционным индексам

Селекционная линия тритикале	Селекционные индексы						
	МИ	КИ	ФСИ	ЛПК	ИКЧ	ИПР	ИП
Стандарт (Укро)	0,015	4,6	0,37	0,18	0,90	7,51	0,33
1546 (Укро х Лана)	0,018	4,7	0,40	0,22	0,77	13,69	0,31
1547 (Укро х Эритроспермум)	0,015	3,9	0,33	0,17	0,98	8,29	0,32
1548 (Укро х ДальГАУ 1)	0,016	4,5	0,37	0,20	0,86	10,05	0,32
1549 (Укро х Приморская 108)	0,015	4,2	0,32	0,20	1,05	8,44	0,34

Использование селекционных индексов, имеющих достоверную корреляционную связь с урожайностью, является одним из важнейших этапов селекционной ра-

боты. С помощью корреляционного анализа установлены достоверные взаимосвязи между урожайностью нового исходного материала тритикале и различными селекционными индексами (рис. 1).

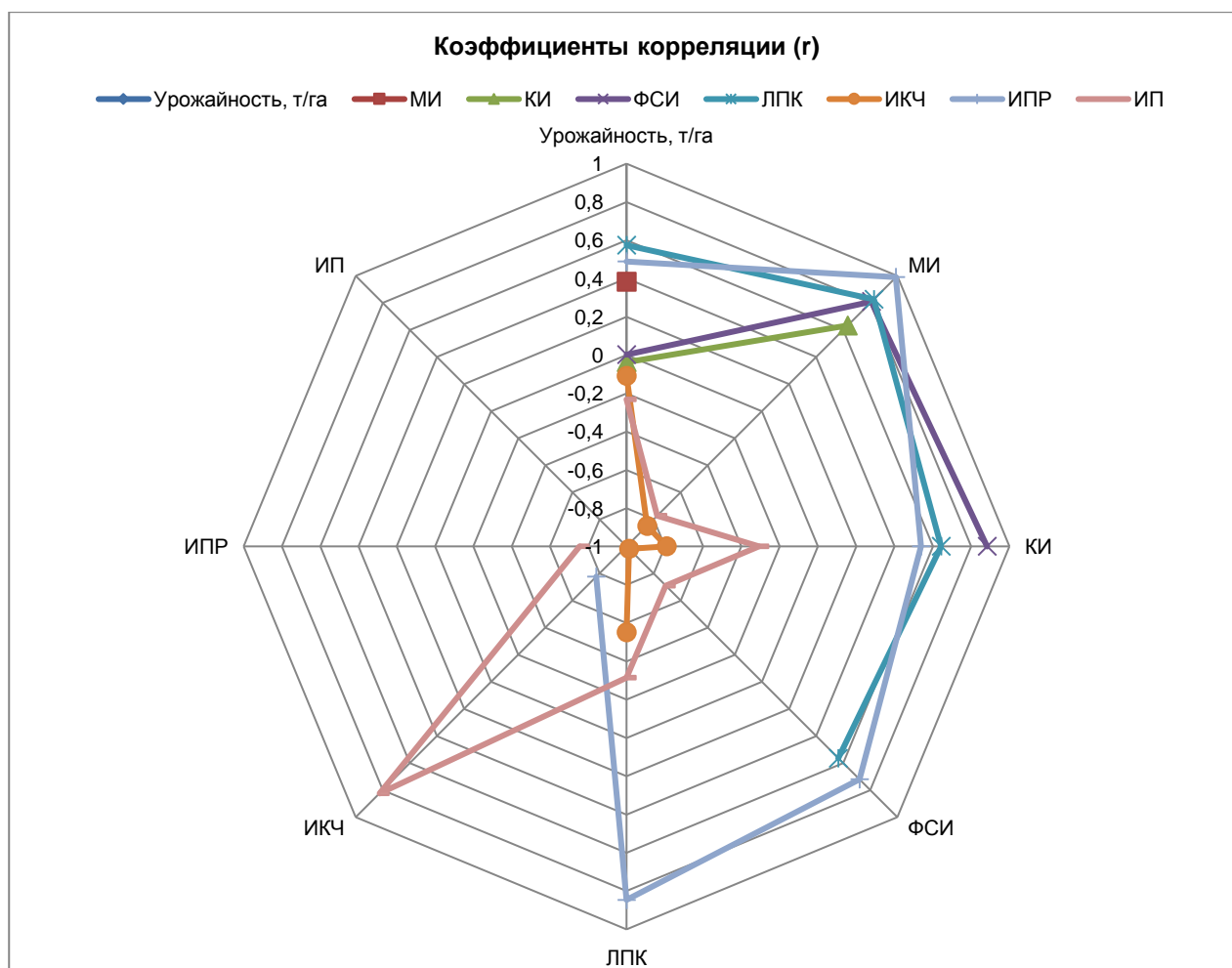


Рис. Взаимосвязь между урожайностью перспективных линий тритикале и селекционными индексами

Урожайность образцов максимально взаимодействует с индексом линейной плотности колоса ($r=0,574$), что свидетельствует о значительном влиянии длины ко-

лоса и массы зерна с колоса на формирование продуктивности селекционных линий тритикале. В результате исследований также выявлена тесная зависимость между селекционными индексами. Мексиканский

индекс связан с индексом продуктивности растений ($r=0,989$). Канадский индекс взаимосвязан с финно-скандинавским индексом ($r=0,883$), который отрицательно взаимокоррелирует с индексом количества и крупности семян в колосе ($r=-0,982$).

Таким образом, в результате исследований установлена перспективность селек-

ционных линий ярового тритикале по количественным признакам – 1546 (Укро х Лана) и 1548 (Укро х ДальГАУ 1). Отмечено, что выделенные образцы максимально реализуют свой потенциал урожайности за счет оптимального формирования основных структурных элементов продуктивности – 6,2 и 7,9 т/га соответственно.

Список литературы

1. Вертий, Н.С. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов / Н.С. Вертий, А.В. Титаренко, Л.П. Титаренко, А.А. Козлов // *Нива Поволжья*. – 2016. – №2. – С.9-15.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ермолаева, Т.Я. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим показателям / Т.Я. Ермолаева, Н.Н. Нуждина, Д.В. Goverдов, Н.А. Салманова, Н.М. Федотова // *Успехи современного естествознания*. – 2019. – №7. – С. 14-20.
4. Кшникаткина, А.Н. Тритикале – перспективная культура / А.Н. Кшникаткина // *Фермер. Поволжье*. – 2015. – №4. – С.40-41.
5. Максимов, Р.А. Новый алгоритм отбора хозяйственно ценных генотипов ячменя / АПК России. – 2017. – №2. – Т.24. – С. 329-332.
6. Международный классификатор СЭВ для рода Тритикум. – Ленинград : ВИР, 1984. – 83 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. - Москва : Б. и., 1983.- Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / [подгот. М. А. Федин и др.]. - Москва : Б. и., 1989. - 194 с. : ил.
8. Манукян, И.Р. Использование селекционных индексов в комплексной оценке озимой пшеницы на продуктивность / И.Р. Манукян, М.А. Басиева, Е.С. Мирошникова // *Международный академический вестник*. – 2019. – №7. – С. 41-44.
9. Пономарев, С.Н. Адаптивно значимые признаки у сортов озимой тритикале / С.Н. Пономарев, Л.Ф. Гильмуллина, Г.С. Маннапова, С.И. Фомин // *Успехи современной науки*. – 2017. – Т.1. – №10. – С.124-129.
10. Плиско, Л.Г. Оценка селекционных линий яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам / Л.Г. Плиско, В.Н. Пакуль // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2017. – №12. – С.127-130.
11. Штефан, Г. И. Изучение селекционных линий ярового тритикале кормового направления в северном Казахстане / Г. И. Штефан // *Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Коллективная монография : в 2 т. / ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ»; [редкол.: Золина Г.Д., Ильин Л.И. и др.]. – Москва – Суздаль, 2017. – ISBN 978-5-9500162-2-6. – Том 2. – 228 с. : ил. – ISBN 978-5-9500162-4-0. – С. 39–43.*

References

1. Vertii, N.S., Titarenko, A.V., Titarenko, L.P., Kozlov, A.A. Selektionnye indeksy v otsenke yachmenno-pshenichnykh gibridov (Selection Indices in the Assessment of Barley-Wheat Hybrids), *Niva Povolzh'ya*, 2016, No 2, PP. 9-15.
2. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (Methods of Field Experiment), Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p.
3. Ermolaeva, T.Ya., Nuzhdina, N.N., Goverdov, D.V., Salmanova, N.A., Fedotova, N.M. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoi rzhi po khozyaistvenno-biologicheskim pokazatelyam (Comparative Assessment of Winter Rye Varieties through Economic and Biological Characteristics), *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2019, No 7, PP. 14-20.
4. Kshnikatkina, A.N. Tritikale – perspektivnaya kul'tura (Triticale is a Promising Culture), *Fermer. Povolzh'e*, 2015, No 4, PP. 40-41.
5. Maksimov, R.A. Novyi algoritm otbora khozyaistvenno tsennykh genotipov yachmenya (New Algorithm for the Selection of Economically Valuable Genotypes of Barley), *APK Rossii*, 2017, No 2, T.24, PP. 329-332.

6. Mezhdunarodnyi klassifikator SEV dlya roda Triticum (International classifier of CMEA for the Triticum Family), Leningrad, VIR, 1984, 83 p.

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Methods of the State Variety Testing of Agricultural Cultures), Gos. komis. po sortoispytaniyu s.-kh. kul'tur, Moskva, B. i., 1983, Vyp. 2: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury, [podgot. M. A. Fedin i dr.], Moskva, B. i., 1989, 194 p., il.

8. Manukyan, I.R., Basieva, M.A., Miroshnikova, E.S. Ispol'zovanie selektsionnykh indeksov v kompleksnoi otsenke ozimoi pshenitsy na produktivnost' (The Use of Selection (Breeding) Indices in a Complex Assessment of Winter Wheat Productivity), *Mezhdunarodnyi akademicheskii vestnik*, 2019, No 7, PP. 41-44.

9. Ponomarev, S.N., Gil'mullina, L.F., Mannapova, G.S., Fomin, S.I. Adaptivno znachimye priznaki u sortov ozimoi tritikale (Adaptively Significant Characteristics in the Varieties of Winter Triticale), *Uspekhi sovremennoi nauki*, 2017, T.1, No 10, PP.124-129.

10. Plisko, L.G., Pakul', V.N. Otsenka selektsionnykh linii yarovoi myagkoi pshenitsy po selektsionnym indeksam (Assessment of Breeding Lines of Spring Soft Wheat Based on the Study of Selection Indices), *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2017, No 12, PP.127-130.

11. Shtefan, G. I. Izuchenie selektsionnykh linii yarovogo tritikale kormovogo napravleniya v severnom Kazakhstane (Study of Breeding Lines of Spring Triticale of Forage Type in Northern Kazakhstan), Realizatsiya metodologicheskikh i metodicheskikh idei professora B.A. Dospekhova v sovershenstvovanii adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya. Kollektivnaya monografiya : v 2 t., FGBOU VO RGAU – MSKHA im. K.A. Timiryazeva, FGBNU «Vladimirskii NIISKh», [redkol.: Zolina G.D., Il'in L.I. i dr.], Moskva – Suzdal', 2017, ISBN 978-5-9500162-2-6, Tom 2, 228 p., il., ISBN 978-5-9500162-4-0, PP. 39–43.

Информация об авторах

Зенкина Кристина Владимировна, мл. науч. сотр., ФГБУН Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук «Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН «ДВНИИСХ»); тел. 89144047136, e-mail: polosataya-zebra@mail.ru;

Асеева Татьяна Александровна, гл. науч. сотр., член-корреспондент РАН, ФГБУН Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук «Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН «ДВНИИСХ»); 89241065299, aseeva59@mail.ru.

Information about the authors

Kristina V. Zenkina, junior Researcher, The Federal state budgetary institution of science The Khabarovsk Federal Research Centre of the Far-Eastern department of the Russian Academy of Sciences «The Far-Eastern scientific-research institute of agriculture»; 89144047136, polosataya-zebra@mail.ru;

Tatyana A. Aseeva, the Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, the Main Scientist The Federal state budgetary institution of science The Khabarovsk Federal Research Centre of the Far-Eastern department of the Russian Academy of Sciences «The Far-Eastern scientific-research institute of agriculture»; 89241065299, e-mail: aseeva59@mail.ru.