

К.В. Зенкина, младший научный сотрудник

Т.А. Асеева, член-корреспондент РАН

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

РФ, 680521, Хабаровский край, с. Восточное, ул. Клубная, 13

E-mail: aseeva59@mail.ru

УДК 633.1:631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/2/15-18

ОТБОР СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В СП-2 В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Актуальная задача селекционной работы – создание новых высокоурожайных сортов ярового тритикале, адаптированных к условиям Среднего Приамурья. Объект исследований – 160 селекционных линий ярового тритикале (Укро х ДальГАУ 1; Укро х Приморская 108; Укро х Лана; Укро х Эритроспермум). В результате исследований установлено существенное влияние погодных факторов окружающей среды на реализацию потенциальной продуктивности селекционных линий тритикале в СП-2, доля вклада «среда» составила 77 %. В стрессовых условиях вегетации выделены два скороспелых сортообразца тритикале – 128 (Укро х Приморская 108) и 219 (Укро х Эритроспермум). Высокой устойчивостью к фузариозу колоса характеризовались номера 104 (Укро х Лана), 205 (Укро х Лана), 206 (Укро х Лана). Среднесортная урожайность селекционных линий тритикале в СП-2 составила 2,8 т/га, у стандартных сортов тритикале Укро и пшеницы Хабаровчанка – 2,4 т/га. Для эффективного отбора перспективных генотипов проведена дифференциация селекционных линий ярового тритикале по урожайности и ее структурным элементам с помощью методов многомерного статистического анализа (кластерный анализ). В результате исследований изучаемые линии тритикале сгруппированы в 4 кластера по критерию наибольшего сходства: I кластер – 33 образца, II и III кластер – по 24 сортономера, IV кластер – 79 селекционных линий. Образцы второго кластера (Укро х ДальГАУ 1 – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; Укро х Лана – 178, 181, 185, 188, 182; Укро х Приморская 108 – 122, 123; Укро х Эритроспермум – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230) отличаются максимальными значениями основных хозяйственно ценных признаков продуктивности в сложных гидротермических условиях Среднего Приамурья.

Ключевые слова: яровое тритикале, селекционный питомник, селекционные линии, отбор, кластерный анализ, Среднее Приамурье.

K.V. Zenkina, junior researcher

T.A. Aseeva, Corresponding member of RAS

Far Eastern Agricultural Research Institute

RF, 680521, Khabarovskij kraj, s. Vostochnoe, ul. Clubnaya, 13

E-mail: aseeva59@mail.ru

SELECTION OF SPRING TRITICALE BREEDING LINES IN SP-2 UNDER THE MIDDLE AMUR REGION STRESS CONDITIONS

An urgent task of breeding work is the creation of new high-yielding varieties of spring triticale, adapted to the conditions of the Middle Amur region. The object of research is 160 breeding lines of spring triticale (Ukro x DalGAU 1; Ukro x Primorskaya 108; Ukro x Lana; Ukro x Erythrosperrum). As a result of the research, a significant influence of weather factors of the environment on the realization of the potential productivity of breeding lines of triticale in SP-2 was established, the share of the contribution «environment» was 77 %. Under stressful growing conditions, two early ripening varieties of triticale were identified – 128 (Ukro x Primorskaya 108) and 219 (Ukro x Erythrosperrum). Numbers 104 (Ukro x Lana), 205 (Ukro x Lana), 206 (Ukro x Lana) were characterized by high resistance to Fusarium spike. The average yield of the selection lines of triticale in SP-2 was 2.8 t/ha, in the standard varieties of triticale Ukro and wheat Khabarovchanka – 2.4 t/ha. For the effective selection of promising genotypes, the differentiation of breeding lines of spring triticale by yield and its structural elements was carried out using the methods of multivariate statistical analysis (cluster analysis). As a result of the research, the studied triticale lines were grouped into 4 clusters according to the criterion of the greatest similarity: cluster I – 33 samples, cluster II and III – 24 nomers, cluster IV – 79 selection lines. Samples of the second cluster (Ukro x DalGAU 1 – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; Ukro x Lana – 178, 181, 185, 188, 182; Ukro x Primorskaya 108 – 122, 123; Ukro x Erythrosperrum – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230) are distinguished by the maximum values of the main economically valuable indicators of productivity in the complex hydrothermal conditions of the Middle Amur region.

Key words: spring triticale, breeding nursery, breeding lines, selection, cluster analysis, Middle Amur region.

Производство зерна – стратегический сектор экономики практически для всех стран мира, обеспечивающий продовольственную безопасность государства. [8] Зерновые продукты – основные источники углеводов в рационе человека и составляют большую часть продукции растениеводства. [11] Один из немаловажных резервов увеличения валового сбора – наличие на предприятиях оптимальной структуры посевных площадей. [2] Необходимо создание соответствующего разнообразия сортов, чтобы удовлетворить востребованность технологи-

ческой и целевой специализации и таким образом приспосабливаться к запросам рынка. [7]

Тритикале (*Triticosecale Wittm. ex A. Camus*) – относительно новая сельскохозяйственная культура, сочетающая геномы пшеницы и ржи, не имеющая аналогов в природе. [1, 10] Его считают потенциально высокопластичной культурой из-за наличия субгенома ржи. [4] С момента появления тритикале (1969 г.) мировые площади под ним возросли более чем в 7 раз, а валовой сбор зерна – в 18 раз. [9] Созданы современные сорта урожайностью 8...9 т/га. [15]

Яровое тритикале считается наиболее устойчивым к стрессовым почвенно-климатическим факторам окружающей среды в сравнении с другими зерновыми культурами [13], может быть альтернативой пшенице при условии, что будут устранены определенные его недостатки. [12, 14] В сложных климатических условиях Среднего Приамурья невозможно получать стабильно высокие урожаи яровой пшеницы, а также в полной мере раскрыть потенциал производства зерна в регионе, поэтому необходимо введение других зерновых колосовых культур, обладающих высокой продуктивностью и устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам окружающей среды. Поэтому, создание новых высокоурожайных сортов ярового тритикале, адаптированных к условиям Дальнего Востока представляет собой актуальную задачу.

Цель исследований – провести отбор селекционных линий ярового тритикале в СП-2 в стрессовых условиях Среднего Приамурья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2015 года в Дальневосточном НИИСХ изучают коллекционные образцы ярового тритикале, подбирают родительские формы и проводят гибридизацию для создания сорта, адаптированного к сложным почвенно-климатическим условиям региона. Объект исследований – 160 селекционных линий ярового тритикале (*Укро х ДальГАУ1*; *Укро х Приморская 108*; *Укро х Лана*; *Укро х Эритроспермум*). Год скрещивания – 2016, индивидуального отбора элитных колосов с F_2 – 2018, изучения СП-1 и отбора перспективных линий для СП-2 – 2019–2020. Стандарт – сорт тритикале *Укро* (рекомендован для возделывания в Дальневосточном регионе) и сорт яровой мягкой пшеницы *Хабаровчанка* (местная селекция).

Почва – лугово-бурая оподзоленно-глеявая тяжелосуглинистая. Предшественник – черный пар. Агротехника возделывания – общепринятая. Посев проводили сеялкой «ССФК-7М» на делянках площадью 4 м² рендомизировано с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен на 1 га, урожай коллекционных образцов ярового тритикале учитывали методом поделяночного обмолота комбайном «Хеге-125» с последующим взвешиванием и приведением к стандартной влажности (14 %), полевые наблюдения выполняли в соответствии с методиками полевого дела [3] и государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. [6] Градации признаков описаны согласно дескрипторам из Международного классификатора СЭВ (род *Triticum* L.). [5] Экспериментальные данные обрабатывали с помощью многомерного статистического анализа в системе Statistica 12 («StatSoft, Inc.», США).

Агротемперологические условия для посева семян селекционных линий ярового тритикале в СП-2 (2020 год) преимущественно благоприятные (II декада апреля). В течение всей вегетации растений погода была с чередованием периодов тепла и холода, а также избыточным переувлажнением почвы (рис. 1, 2, 3-я стр. обл.).

Недостаточное количество тепла в первой половине вегетации и во время налива и созревания семян (среднесуточная температура приземного слоя воздуха в первой декаде августа составила 17,2°С

при среднемноголетних значениях 20,8°С) сдерживало развитие растений и привело к удлинению продолжительности вегетационного периода. Интенсивные и ливневые осадки (16...78 мм в сутки) создавали переувлажнение почвы.

Таким образом, агрометеорологические условия в течение активной вегетации растений тритикале были удовлетворительными. В августе уборочные работы провели при ухудшении погоды, что помогло изучению селекционных линий в сложных погодных условиях с высокой степенью достоверности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью дисперсионного анализа выявили значительное влияние факторов «генотип» и «среда» при 5 %-м уровне значимости ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{крит.}}$). Вклад влияния фактора «генотип» в селекционном питомнике второго года изучения составил 23 %. Изменчивость продуктивности селекционных сортообразцов ярового тритикале в наибольшей степени зависит от климатических условий вегетации, доля фактора «среда» – 77 %.

Одно из важнейших свойств сортов – скороспелость. Особенно актуально изучение продолжительности вегетации растений в зоне рискованного земледелия, к которой относится Среднее Приамурье. В результате исследований установлено, что неустойчивый гидротермический режим региона существенно повлиял на продолжительность вегетации селекционных образцов ярового тритикале. Недостаточное количество тепла и избыток влаги в период активной вегетации растений привели к удлинению фазы колошение-спелость у большинства селекционных линий. Средняя продолжительность вегетационного периода составила 110 дн. при длине вегетации у стандартных сортов тритикале *Укро* и пшеницы *Хабаровчанка* – 110 и 105 дн. соответственно. В сложных гидротермических условиях окружающей среды выделены две селекционные линии – 128 (*Укро х Приморская 108*) и 219 (*Укро х Эритроспермум*) отличающиеся скороспелостью (95 дн.).

Относительная влажность воздуха (до 90...100 %) в сочетании с высокой амплитудой колебания температур приземного слоя в период цветения и созревания тритикале способствуют созданию благоприятных условий для развития и распространения грибных болезней. В селекционных посевах ярового тритикале определены основные грибные болезни: мучнистая роса (*Blumeria graminis* DC Speer) и фузариоз колоса (*Fusarium* spp.).

Одна из самых распространенных и вредоносных болезней колоса тритикале в селекционном питомнике второго года изучения – фузариоз. Перепады температур и чередование ливней с засушливыми периодами создавали дополнительный стресс растениям, что снижало устойчивость их к инфекции. Большинство генотипов отличаются умеренной восприимчивостью к фузариозу колоса (2-3 балла), при этом выделены сортообразцы с высокой устойчивостью к данной болезни (1 балл): 104 (*Укро х Лана*), 205 (*Укро х Лана*), 206 (*Укро х Лана*).

Среди листовых грибных болезней в селекционном питомнике отмечалась эпифитотия мучнистой росы. Распространение заболевания достигало 100 %.

Селекционные линии тритикале ранжированы на две группы: восприимчивые (42 образца) и сильно восприимчивые (118 образцов), при этом генотипов с умеренной устойчивостью выявлено не было.

Урожайность зерна – важнейший элемент продуктивности, отражающий хозяйственную пригодность сорта к возделыванию в сложных почвенно-лиматических условиях окружающей среды. Среднесортовая урожайность селекционных линий в питомнике – 2,8 т/га, у стандартных сортов тритикале *Укро* и пшеницы *Хабаровчанка* – 2,4 т/га. Коэффициент вариации (V) зерновой продуктивности значимо менялся в зависимости от происхождения селекционных линий: 19 % (*Укро* x *ДальГАУ 1*), 22 % (*Укро* x *Приморская 108*), 20 % (*Укро* x *Лана*), 14 % (*Укро* x *Эритроспермум*). Наибольшая средняя урожайность отмечена у образцов с происхождением *Укро* x *ДальГАУ 1* (3,4 т/га).

В результате исследований выделены селекционные линии ярового тритикале с высокой зерновой продуктивностью в сложных агроэкологических условиях окружающей среды: *Укро* x *ДальГАУ 1* – 102 (3,8 т/га), 103 (4,2), 104 (3,9), 105 (3,7), 106 (3,9), 107 (4,2), 109 (4,2), 115 (3,7), 116 (3,8), 117 (3,6), 119 (3,6), 120 (3,5 т/га); *Укро* x *Приморская 108* – 122 (3,7 т/га), 123 (3,5), 134 (3,0 т/га); *Укро* x *Лана* – 178 (3,8 т/га), 182 (3,3), 184 (3,7...3,9), 187 (3,0), 188 (3,5 т/га); *Укро* x *Эритроспермум* – 212 (3,3 т/га), 217 (3,2), 218 (3,1), 224 (3,1), 229 (3,0), 230 (3,0), 237 (3,1), 254 (3,2), 257 (3,4), 258 (3,3 т/га).

Основные хозяйственно ценные признаки у линий тритикале в селекционном питомнике второго года в стрессовых условиях окружающей среды варьировали в широких пределах: длина колоса – 6,5...11,7 см, масса колоса – 1,255...2,945 г, число колосков в колосе – 13...25 шт., количество зерен в колосе – 25...65 шт., масса зерен с колоса – 0,921...2,169 г и 1000 зерен – 27,2...50,3 г.

Для эффективного отбора перспективных генотипов провели дифференциацию селекционных линий ярового тритикале по урожайности и ее структурным элементам с помощью методов многомерного статистического кластерного анализа (рис. 3).

В результате исследований изучаемые сортообразцы тритикале сгруппированы в четыре кластера по критерию наибольшего сходства. Образцы первого кластера (33 селекционные линии) отличаются наибольшей продуктивностью колоса: длина – 9,1 см, количество колосков – 21 шт. и зерен – 45 шт. в колосе, но существенно уступают второму кластеру по массе 1000 зерен (36,4 г) и урожайности (2,4 т/га). Второй кластер объединил 24 селекционные линии тритикале, которые максимально реализуют свой потенциал продуктивности в сложных гидротермических условиях окружающей среды: урожайность – 3,5 т/га, масса колоса – 2,339 г, зерен в колосе – 1,756 г, 1000 зерен – 43,6 г. Образцы третьего кластера (24 генотипа тритикале) характеризуются минимальными значениями важнейших хозяйственно ценных признаков продуктивности. Остальные сортообразцы вошли в четвертый кластер и незначительно уступают селекционным линиям тритикале первого и второго кластеров: урожайность – 2,7 т/га, длина – 8,3 см и масса – 2,138 г колоса, число колосков – 19 шт. и зерен – 37 шт. в колосе, масса 1000 зерен – 42,3 г.

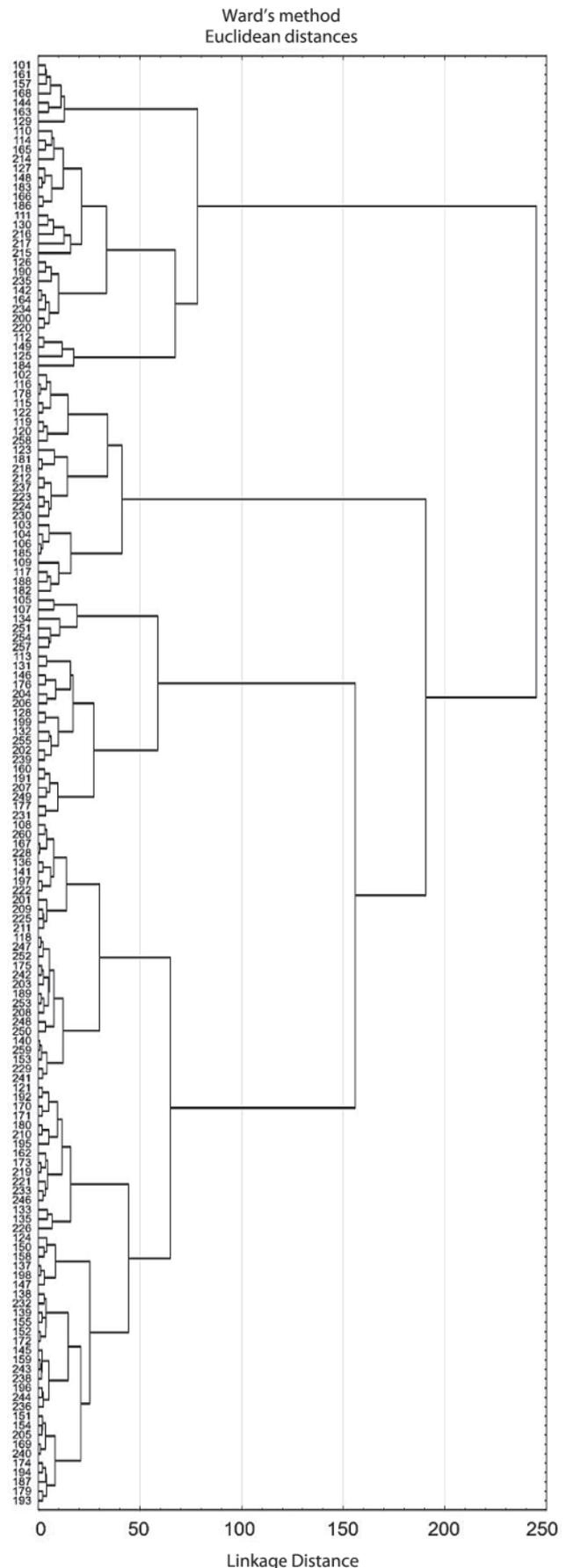


Рис. 3. Классификация селекционных линий ярового тритикале СП-2 с помощью кластерного анализа.

Таким образом, для стрессовых условий Среднего Приамурья выделены селекционные линии с максимальной реализацией потенциальной урожайности и ее структурных элементов в сложных гидротермических условиях внешней среды: *Укро х ДальГАУ1* – 102, 116, 115, 119, 120, 103, 104, 106, 109, 117; *Укро х Лана* – 178, 181, 185, 188, 182; *Укро х Приморская* 108 – 122, 123; *Укро х Эритроспермум* – 258, 218, 212, 237, 223, 224, 230.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абделькави, Р.Н. Стабильность и пластичность генотипов яровой тритикале по урожайности и качеству зерна / Р.Н. Абделькави, О.А. Щуклина, О.И. Ермоленко, А.А. Соловьев // *Аграрный научный журнал*. – 2020. – № 4. – С. 4–9.
2. Афанасьев, М.Ю. Структурные сдвиги в убранных площадях зерновых культур и их влияние на валовый сбор / М.Ю. Афанасьев, А.А. Баранчикова // *Юность и знания – гарантия успеха 2020: мат.межд.науч. конф.* – Курск, 2020. – Т. 1. – С. 29–32.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Крохмаль, А.В. Результаты селекции озимого тритикале на продуктивность и адаптивность на Дону / А.В. Крохмаль, А.И. Грабовец, Е.А. Гординская, А.А. Фомичева // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 2. – С. 67–69.
5. Международный классификатор СЭВ рода *Triticum L.* – Л., 1984. – 84 с.
6. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 267 с.
7. Романов, Б.В. Гексаплоидное тритикале, созданное на базе тургидной и твердой пшеницы / Б.В. Романов, К.И. Пимонов // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2020. – № 1. – С. 126–134.
8. Сорокина, Т.И. Зерновое производство агропредприятия: условия возделывания и направления повышения экономической эффективности отрасли / Т.И. Сорокина // *Мир инноваций*. – 2020. – № 3. – С. 16–20.
9. Тысленко, А.М. Итоги селекции ярового тритикале в Верхневолжском Федеральном аграрном научном центре / А.М. Тысленко, С.Е. Скатова, Д.В. Зуев, А.Г. Лачин // *Зерновые и крупяные культуры*. – 2020. – № 2. – С. 90–95.
10. Шанина, Е.Н. Прогноз урожайности зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части РФ на период до 2025 года / Е.Н. Шанина // *Актуальные вопросы современной экономики*. – 2020. – № 8. – С. 142–146.
11. Biel, W. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains / W. Biel, K. Kazimierska, U. Bashutska // *Acta scientiarum polonorum. Zootechnica*. – 2020. – № 19. – P. 19–28.
12. Muratov, A.A., The dependence of spring triticale yield and its structure on harvesting time and methods / A.A. Muratov, S.E. Nizkii // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 547. – P. 012023.
13. Naghedifar, S.M. Simulation of irrigation return flow from a Triticale farm under sprinkler and furrow irrigation systems using experimental data: a case study in arid region / S.M. Naghedifar, A.N. Ziaei, H. Ansari // *Agricultural water management*. – 2020. – № 30. – P. 185–197.
14. Nyol, S. Study on potentials of triticale as an alternative of wheat in India / S. Nyol, O.P. Bishnoi, R.K. Behl, R. Munjal // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2020. – № 9. – P. 898–901.
15. Zhukov, A.M. The techniques of cultivation and processing / A.M. Zhukov, M.V. Anosova, I.A. Popos, S.Y. Churikova, D.S. Schedrim // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 422. – P. 012006.

LIST OF SOURCES

1. Abdel'kavi, R.N. Stabil'nost' i plastichnost' genotipov yarovoj tritikale po urozhajnosti i kachestvu zerna / R.N. Abdel'kavi, O.A. Shchuklina, O.I. Ermolenko, A.A. Solov'ev // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2020. – № 4. – S. 4–9.
2. Afanas'ev, M.Yu. Strukturnye sdvigi v ubrannyh ploshchadah zernovyh kul'tur i ih vliyanie na valovyy sbor / M.Yu. Afanas'ev, A.A. Baranchikova // *Yunost' i znaniya – garantiya uspekha 2020: mat.mezhhd.nauch.konf.* – Kursk, 2020. – T. 1. – S. 29–32.
3. Dosp'ekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dosp'ekhov // M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
4. Krohmal', A.V. Rezul'taty selekcii ozimogo tritikale na produktivnost' i adaptivnost' na Donu / A.V. Krohmal', A.I. Grabovec, E.A. Gordinskaya, A.A. Fomicheva // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2019. – № 2. – S. 67–69.
5. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Triticum L.* – L., 1984. – 84 s.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-h. kul'tur. – M.: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 267 s.
7. Romanov, B.V. Geksaploidnoe tritikale, sozdannoe na baze turgidnoyitverdojpsHENICY / B.V. Romanov, K.I. Pimonov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. – 2020. – № 1. – S. 126–134.
8. Sorokina, T.I. Zernovoe proizvodstvo agropredpriyatiya: usloviya vzdelyvaniya i napravleniya povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti otrasli / T.I. Sorokina // *Mir innovacij*. – 2020. – № 3. – S. 16–20.
9. Tyslenko, A.M. Itogi selekcii yarovogo tritikale v Verhnevolzhskom Federal'nom agrarnom nauchnom centre / A.M. Tyslenko, S.E. Skatova, D.V. Zuev, A.G. Lachin // *Zernovoye i krupyanye kul'tury*. – 2020. – № 2. – S. 90–95.
10. Shanina, E.N. Prognoz urozhajnosti zernovyh kul'tur v Nечерноземной зоне Evropejskoj chasti RF na period do 2025 goda / E.N. Shanina // *Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki*. – 2020. – № 8. – S. 142–146.
11. Biel, W. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains / W. Biel, K. Kazimierska, U. Bashutska // *Acta scientiarum polonorum. Zootechnica*. – 2020. – № 19. – P. 19–28.
12. Muratov, A.A., The dependence of spring triticale yield and its structure on harvesting time and methods / A.A. Muratov, S.E. Nizkii // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 547. – P. 012023.
13. Naghedifar, S.M. Simulation of irrigation return flow from a Triticale farm under sprinkler and furrow irrigation systems using experimental data: a case study in arid region / S.M. Naghedifar, A.N. Ziaei, H. Ansari // *Agricultural water management*. – 2020. – № 30. – P. 185–197.
14. Nyol, S. Study on potentials of triticale as an alternative of wheat in India / S. Nyol, O.P. Bishnoi, R.K. Behl, R. Munjal // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2020. – № 9. – P. 898–901.
15. Zhukov, A.M. The techniques of cultivation and processing / A.M. Zhukov, M.V. Anosova, I.A. Popos, S.Y. Churikova, D.S. Schedrim // *IOP Conference series: Earth and Environmental science*. – 2020. – № 422. – P. 012006.