



## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### АГРОНОМИЯ

УДК 633.13:581.198(571.12)

*А.В. Любимова, Д.И. Еремин*

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИЙ ПОСЕВНОГО И ВИЗАНТИЙСКОГО ОВСА ПО КОМПОНЕНТНОМУ СОСТАВУ АВЕНИНА

*A.V. Lyubimova, D.I. Eremin*

#### COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF COLLECTIONS OF COMMON AND BYZANTINE OATS ON AVENIN COMPONENT STRUCTURE

**Любимова А.В.** – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. отдела растениеводства НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра СО РАН, Тюменская обл., Тюменский р-н, п. Московский, зав. лаб. сортовой идентификации семян Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

**Еремин Д.И.** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

**Lyubimova A.V.** – Cand. Biol. Sci., Junior Staff Scientist, Department of Plant Growing, Research Institute of Agriculture of Northern Trans-Urals, Branch of Tyumen Research Center, SB RAS, Tyumen Region, Tyumen District, V. Moscovsky, Head, Lab. of High-Quality Identification of Seeds, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

**Eremin D.I.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

На примере многих сельскохозяйственных культур установлена зависимость частоты встречаемости блоков компонентов проламина от различных климатических факторов. Исследования проводили в лаборатории сортовой идентификации семян Государственного аграрного университета Северного Зауралья с целью сравнительной характеристики коллекций образцов посевного и византийского овса на основе компонентного состава авенина и возможности их применения в маркерной селекции при оценке исходного материала по овсу. Для анализа использовали по 20 индивидуальных зерновок каждого образца, отобранных методом случайной выборки. Электрофоретическое разделение проламина проводили в

вертикальных пластинах полиакриламидного геля при постоянном напряжении 500 V в течение 3,5–4,0 ч. Установлено, что в коллекции вида *A. sativa* 47,7 % образцов – гомогенные по компонентному составу авенина, максимальное число биотипов в гетерогенных образцах этого вида составило 9 шт. Среди образцов *A. byzantina* гетерогенными были 75,0 %, а число биотипов, выявленных в одном образце, достигало 12 шт. Общее количество компонентов авенина, обнаруженных в спектрах образцов посевного овса, составило 160. В спектрах образцов византийского овса выявлено 59 компонентов, 84,7 % которых встречались также у образцов *A. sativa*, что является следствием их происхождения от одной родона-

чальной формы – *A. sterilis* L. В результате идентификации аллельных вариантов блоков компонентов проламина установлено, что коллекции образцов посевного и византийского овса отличаются по общему числу обнаруженных вариантов блоков и частоте их встречаемости, что может быть результатом эволюционного развития видов в отличающихся природно-климатических условиях. Полученные данные перспективны для дальнейшего исследования и выявления блоков компонентов авенина, в том числе видоспецифичных, маркирующих ценные хозяйственные и адаптивные признаки овса.

**Ключевые слова:** гексаплоидные виды овса, *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch., электрофоретический спектр, запасные спирторастворимые белки, компонентный состав авенина, биотипный состав, блоки компонентов проламина, авенин-кодирующие локусы.

*On the example of many agricultural crops, dependence of frequency of occurrence of blocks of prolamin components from various climatic factors has been established. The investigations were carried out in the laboratory of Varietal Identification of Seeds of Northern Trans-Urals State Agrarian University for the purpose of comparative characterization of collections of samples of common and red oats on the basis of the component composition of avenin and an assessment of the possibility of using blocks of avenin components in marker breeding when assessing the initial material for oats. For laboratory analysis 20 kernels selected at random from each of oats samples were used. Electrophoresis separation of avenin was carried out in vertical plates of polyacrylamide gel at a constant voltage of 500 V for 3.5–4.0 h. It was established that in the *A. sativa* collection 47.7 % of the samples were homogeneous in the component composition of avenin, the maximum number of biotypes in heterogeneous samples of this species was 9. Among the *A. byzantina* samples, 75.0 % were heterogeneous, and the number of biotypes detected in one sample reached 12. The total number of avenin components found in the spectra of samples of common oat was 160. In the spectra of the samples of red oats 59 components were found, 84.7% of which were also found in samples of *A. sativa*, which is a consequence of their origin from one*

*parent form – *A. sterilis* L that can be result of evolutionary development of types in different climatic conditions. As a result of identification of allelic variants of blocks of prolamine components, it was established that collections of samples of common and red oats differed in the total number of detected variants of block and the frequency of their occurrence. The data obtained are promising for further investigation and detection of the blocks of avenin components, including species – specific ones, which mark valuable economic and adaptive features of oats.*

**Keywords:** *hexaploid types of oats, *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch., electrophoretic spectrum, alcohol-soluble storage proteins, component composition of avenin, biotypes composition, blocks of prolamin components, avenin-coding loci.*

**Введение.** Род *Avena* L., в соответствии с современной классификацией, объединяет 26 видов, которые имеют три уровня пloidности и представлены группами с числом хромосом  $2n = 14, 28$  и  $42$ . В каждой из групп пloidности есть культурные виды: *A. strigosa* Schreb. – овёс пещаный (щетинистый) ( $2n=14$ ); *A. abyssinica* Hochst. – овёс абиссинский ( $2n=28$ ); *A. byzantina* C. Koch. – овёс византийский ( $2n=42$ ) и *A. sativa* L. – овёс посевной ( $2n = 42$ ) [1]. На территории Российской Федерации возделываются два вида овса – посевной и византийский. Выращивание овса имеет широкие перспективы и практическое значение. В связи с этим все большее значение приобретает создание новых перспективных сортов, что требует улучшения селекционно-семеноводческой работы. Особого внимания заслуживает повышение эффективности оценки исходного материала при подборе пар для скрещиваний: помимо ценных хозяйственных признаков родительские формы должны обладать адаптивным потенциалом для конкретных природно-климатических условий. С появлением биотехнологических методов для решения таких задач начал успешно применяться электрофорез запасных спирторастворимых белков семян – проламинов [2–6]. На примере многих сельскохозяйственных культур установлена зависимость частоты встречаемости блоков компонентов проламинов от различных климатических факторов [7, 8].

Для анализа генетического разнообразия овса широко используются высокополиморфные запасные спирторастворимые белки – авенины. Компоненты электрофоретических спектров авенина наследуются блоками и контролируются тремя независимыми локусами: *Avn A*, *Avn B* и *Avn C* [9]. Однако данные о связи между изменчивостью аллельного разнообразия блоков компонентов авенина и природно-климатическими факторами в литературе практически отсутствуют, а каталог аллельных вариантов блоков компонентов проламина разработан лишь для посевного овса [10].

**Цель исследований.** Сравнительная характеристика коллекций посевного и византийского овса на основе компонентного состава авенина и оценка возможности применения блоков компонентов авенина в маркерной селекции при оценке исходного материала по овсу.

**Материалы и методы.** Для электрофоретического анализа проламинов использовали образцы культурных гексаплоидных видов рода *Avena* L., предоставленные Всероссийским институтом генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова и Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Северного Зауралья – филиалом Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН. В ходе работы было исследовано 12 образцов вида *Avena byzantina* C. Koch. и 223 образца вида *Avena sativa* L.

Одномерный электрофорез авенинов проводили в соответствии со стандартной методикой с модификациями [11, 12]. Для анализа методом случайной выборки отбирали по 20 зерновок каждого образца. Экстракцию белка проводили из муки индивидуальных зерновок 70%-м этанолом при температуре 40 °С в течение 40 мин. В полученный супернатант приливали по 300 мкл красителя метиленового зеленого. Экстракт белка вносили в полиакриламидный гель, наслаивая под буфер. Разделение белковых молекул проводили в вертикальных электрофоретических камерах с размерами формируемых пластин 178×175×1,5 мм (Helicon, Россия) в течение 3,5–4,0 ч при постоянном напряжении 500 V в алюминий-лактатном буфере (рН 3,1). Далее гелевые пластины окрашивали в 10%-м

растворе трихлоруксусной кислоты с добавлением 0,05%-го Кумасси бриллиантового голубого R-250 в этаноле в течение 8 часов. Идентификацию аллелей блоков компонентов проламина, контролируемых локусами *Avn A*, *Avn B*, *Avn C*, проводили согласно каталогу генетической номенклатуры для посевного овса, разработанному В.А. Портянко и др. [9, 10]. В качестве стандарта использовали зерновки овса посевного сорта Астор (*Avn A2 B4 C2*). Полученные данные обрабатывали с использованием пакета программ STATISTICA 10 (StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10).

**Результаты и их обсуждение.** В результате анализа установлено, что в коллекции вида *A. sativa* 47,7 % образцов были гомогенными по компонентному составу авенина. Максимальное число биотипов в гетерогенных образцах этого вида достигало 9. Среди образцов *A. byzantina* гетерогенными были 75,0 %, а максимальное число биотипов, выявленных в одном образце, составило 12 шт. (табл. 1).

Гетерогенность образцов объясняется особенностями выведения. При создании сортов методом гибридизации и отбора из гибридных популяций высока вероятность попадания в выборку семян гетерозиготных растений, в том числе и по генам проламинов. Число биотипов в таком сорте будет зависеть от количества проламин-кодирующих локусов, по которым было гетерозиготно родоначальное растение. Необходимо отметить, что гетерогенные сорта довольно часто встречаются среди районированных благодаря тому, что имеют преимущество перед гомогенными сортами по реакции на различные стрессовые факторы [13]. При этом стоит учитывать, что присутствие нескольких типов спектра в одном образце может быть и результатом простого механического либо биологического засорения [14].

В результате анализа электрофоретических спектров установлено, что исследованные виды овса незначительно отличались по количеству белковых компонентов в спектрах образцов (табл.1). Среднее их количество в спектрах посевного овса составило 8,5, а в спектрах византийского – 8,2.

Таблица 1

## Характеристика спектров авенина посевного и византийского овса

Вид овса	Биотипный состав		Компонентный состав			
	Количество гетерогенных образцов, %	Максимальное число биотипов в образце, шт.	Min	Max	M±m	Общее количество компонентов, шт.
<i>A. sativa</i> L.	52,3	9	5	11	8,5±0,05	160
<i>A. byzantina</i> C. Koch.	75,0	12	6	10	8,2±0,13	59

Примечание. M – средняя арифметическая, m – ошибка средней арифметической, F=62,607; p<0,05.

Общее количество различных белковых компонентов, обнаруженных в результате анализа электрофореграмм образцов византийского овса, составило 59 шт., посевного овса – 160 шт. При этом установлено, что 84,7 % белковых компонентов, выявленных в спектрах образцов византийского овса, встречаются также у образцов *A. sativa* L. Присутствие большого количества одинаковых белковых фракций в спектрах этих видов может быть следствием их происхождения от одной родоначальной формы – *A. sterilis* L. и одинакового геномного состава (ACD) [1]. По мнению И.Г. Лоскутова с соавторами (2005), количество компонентов авенина в спектрах может быть связано со степенью распространения видов овса в природе. У видов с самым широким ареалом распространения наблюдается наибольшее число компонентов и типов спектров [15]. Полученные нами данные о компонентном составе проламинов культурных видов согласуются с этой теорией, поскольку овес посевной занимает самый широкий ареал на континентах, а распространение византийского овса ограничено в основном побережьем стран Средиземного моря.

В результате идентификации аллельных вариантов блоков компонентов проламина, контролируемых авенин-кодирующими локусами, рассчитана частота встречаемости вариантов блоков отдельно для каждого вида.

По локусу *Avn A* в каталоге представлено 8 вариантов блоков компонентов. Все они были обнаружены при анализе спектров авенина образцов посевного овса (табл. 2). В коллекции византийского овса не выявлены образцы с вариантами блоков A1, A3, A5 и A7 в спектрах. Самым распространённым вариантом блоков компонентов у обоих исследованных видов был A2. Вторым по частоте встречаемости у образцов посевного овса был аллель A1 (9,1%). Биотипов византийского овса с этим аллельным вариантом не обнаружено. Наименьшей частотой встречаемости у сортов посевного овса характеризовались аллели A3, A6 и A8, выявленные менее чем у 1% образцов. Византийский овёс отличался более высокой частотой встречаемости образцов с аллелем A8 (6,5%) и более низкой – с аллелем A4 (1,6%).

Таблица 2

Частота встречаемости блоков компонентов авенина, контролируемых локусом *Avn A*, %

Вид овса	Аллель								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	ned
<i>A. sativa</i>	9,1	41,1	0,8	7,7	2,8	0,4	2,0	0,4	35,7
<i>A. byzantina</i>	0,0	40,3	0,0	1,6	0,0	1,6	0,0	6,5	50,0

На сегодняшний день разнообразие аллельных состояний авенин-кодирующих локусов изучено недостаточно, поэтому не для всех образ-

цов удалось провести полную идентификацию блоков компонентов. В случае, если обнаруженный блок компонентов отсутствовал в каталоге,

вместо его порядкового номера в генетической формуле записывалось сочетание *ned*. Наибольшее количество образцов с не идентифицированными аллелями по локусу *Avn A* было в коллекции византийского овса (50%).

По локусу *Avn B* в каталоге прописаны 5 вариантов блоков компонентов. Частота встречаемости аллелей по этому локусу была примерно одинаковой среди образцов *A. sativa*, *A.*

*byzantina* (табл. 3). Исключение составил аллель *B2*, который был самым редким в коллекции посевного овса (5,4%), а в коллекции византийского овса обнаружен у 22,6 % образцов. Чаще всего у исследованных видов встречались образцы с блоком *B1* (25,6–27,5%), а самыми малочисленными оказались биотипы с вариантами *B3* и *B5*, частота встречаемости которых не превышала 6,2 %.

Таблица 3

**Частота встречаемости блоков компонентов авенина, контролируемых локусом *Avn B*, %**

Вид овса	Аллель					
	B1	B2	B3	B4	B5	ned
<i>A. sativa</i>	25,6	5,4	6,2	16,1	5,6	41,1
<i>A. byzantina</i>	27,5	22,6	3,2	16,1	1,6	29,0

По локусу *Avn C* преобладал в спектрах образцов *A. sativa*, *A. byzantina* блок компонентов *C3*, частота встречаемости которого составила 26,0 и 37,2 % соответственно (табл. 4). Вторым по распространённости был вариант блока *C2* (17,9 и 17,7%). Немного реже встречались образцы с блоками *C1* и *C6\**.

Самыми редкими в спектрах образцов посевного овса были блоки *C5* и *C6a* с частотой встречаемости 2,8 %. В коллекции византийского овса реже остальных встречался блок *C5* (1,6%). Ни у одного из исследованных образцов не были обнаружены блоки *C4* и *C6*, а в коллекции византийского овса также не выявлены варианты *C6a* и *C6b*.

Таблица 4

**Частота встречаемости блоков компонентов авенина, контролируемых локусом *Avn C*, %**

Вид овса	Аллель											
	C1	C2	C3	C4	C4*	C5	C6	C6*	C6a	C6b	C7	ned
<i>A. sativa</i>	14,9	17,9	26,0	0,0	5,0	2,8	0,0	7,7	2,8	7,1	5,0	10,8
<i>A. byzantina</i>	14,5	17,7	37,2	0,0	4,8	1,6	0,0	12,9	0,0	0,0	8,1	3,2

Таким образом, установлено, что коллекции *A. sativa* и *A. byzantina* отличаются как по общему числу обнаруженных вариантов блоков компонентов проламина, так и по частоте их встречаемости. Эти отличия могут быть следствием того, что посевной и византийский овёс имеют разные центры формообразования [1]. Известно, что аллельные варианты блоков компонентов проламинов имеют жёстко детерминированные связи с адаптивными свойствами генотипов [2]. В процессе эволюционного развития каждого из видов появлялись особи, несущие ассоциации генов, дающие им преимущества в определённых природно-климатических условиях. Со временем количество особей с таким гено-

типом в популяции увеличивалось, что привело к повышению частоты встречаемости маркирующих этот генотип блоков компонентов авенина. При этом среди неидентифицированных блоков могут быть как общие для обоих исследованных видов, но отличающиеся по частоте встречаемости, так и видоспецифичные аллельные варианты, перспективные для использования в качестве маркеров ценных хозяйственных и адаптивных признаков.

**Выводы**

1. В коллекции посевного овса количество образцов, гетерогенных по компонентному со-

ставу авенина, составило 52,3 %; максимальное число биотипов, выявленных в одном образце, достигало 9. В коллекции *A. byzantina* гетерогенными были 75,0 % образцов, количество биотипов достигало 12 шт.

2. Общее количество компонентов авенина, выявленных в спектрах образцов посевного овса, составило 160. В спектрах образцов византийского овса обнаружено 59 компонентов, 84,7 % которых встречаются также у образцов *A. sativa* L., что является следствием их происхождения от одной родоначальной формы – *A. sterilis* L.

3. Коллекции *A. sativa* и *A. byzantina* отличаются по общему числу обнаруженных вариантов блоков компонентов проламина и частоте их встречаемости, что может быть результатом эволюционного развития видов в отличающихся природно-климатических условиях.

4. Полученный материал представляет интерес для дальнейшего исследования и выявления блоков компонентов, в том числе видоспецифичных, маркирующих ценные хозяйственные и адаптивные признаки.

### Литература

1. Лоскутов И.Г. Овёс (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. – СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. – 336 с.
2. Зобова Н.В., Онуфриенок Т.В., Чуслин А.А. Особенности полиморфизма проламинов сортов ячменя, возделываемых в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 7–10.
3. Новосельская-Драгович А.Ю., Беспалова Л.А., Шишкина А.А. [и др.]. Изучение генетического разнообразия сортов мягкой озимой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. – 2015. – Т. 51. – № 3. – С. 324–334.
4. Фомина М.Н., Тоболова Г.В., Остапенко А.В. Использование метода электрофореза проламинов в первичном семеноводстве на примере сорта овса Отрада // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 14–16.
5. Ибрагимова М.З., Остапенко А.В. Характеристика генетического разнообразия сибирских сортов овса *Avena* L. по спектрам авенина // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 6. – С. 126–133.
6. Остапенко А.В., Тоболова Г.В. Применение метода электрофореза проламинов овса для определения гибридной природы зерен F1 // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 2(125). – С. 14–21.
7. Тоболова Г.В., Леляго Ю.А., Белкина Р.И. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 5. – С. 64–67.
8. Application of gliadin polymorphism for pedigree analysis in common wheat (*Triticum aestivum* L.) from Northern Kazakhstan / M. Utebayev, S. Dashkevich, A. Babkenov [et al.] // Acta Physiologiae Plantarum. – 2016. – № 38 (204). – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-016-2209-4> (дата обращения: 15.07.2017).
9. Портянко В.А., Поморцев А.А., Калашник Н.А. [и др.]. Генетический контроль авенинов и принципы их классификации // Генетика. – 1987. – Т. 23. – № 5. – С. 584–590.
10. Портянко В.А. Генетический контроль и полиморфизм проламина овса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1987. – 16 с.
11. Поморцев А.А., Кудрявцев А.М., Упелниек В.П. [и др.]. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. – М., 2004. – 96 с.
12. Фомина М.Н., Остапенко А.В., Тоболова Г.В. Использование метода электрофореза проламинов в первичном семеноводстве овса: рекомендации. – Тюмень, 2016. – 32 с.
13. Логинов Ю.П., Тоболова Г.В., Казак А.А. [и др.]. Биотипные спектры ярового сорта пшеницы Тюменская 80 // Сиб. вестн. сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 2. – С. 29–34.
14. Зеленская Я.Г., Конарев А.В., Лоскутов И.Г. [и др.]. Характеристика староместных форм овса посевного (*Avena sativa* L.) из коллекции ВИР по полиморфизму авенина // Аграрная Россия. – 2004. – № 6. – С. 50–58.
15. Лоскутов И.Г., Губарева Н.К., Алпатьева Н.В. Полиморфизм авенина в изучении ди-

корастущих видов овса // Аграрная Россия. – 2005. – № 2. – С. 43–48.

### Literatura

1. *Loskutov I.G.* Ovjos (*Avena L.*). Rasprostranenie, sistematika, jevoljucija i selekcionnaja cennost'. – SPb.: GNC RF VIR, 2007. – 336 s.
2. *Zobova N.V., Onufrienok T.V., Chuslin A.A.* Osobennosti polimorfizma prolaminov sortov jachmenja, vzdelyvaemyh v Krasnojarskom krae // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2014. – № 6. – С. 7–10.
3. *Novosel'skaja-Dravovich A.Ju., Bespalova L.A., Shishkina A.A.* [i dr.]. Izuchenie geneticheskogo raznoobrazija sortov mjagkoj ozimoj pshenicy po gliadinkodirujushhim lokusam // Genetika. – 2015. – Т. 51. – № 3. – С. 324–334.
4. *Fomina M.N., Tobolova G.V., Ostapenko A.V.* Ispol'zovanie metoda jelektroforeza prolaminov v pervichnom semenovodstve na primere sorta ovsa Otrada // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 14–16.
5. *Ibragimova M.Z., Ostapenko A.V.* Harakteristika geneticheskogo raznoobrazija sibirskih sortov ovsa *Avena L.* po spektram avenina // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 6. – С. 126–133.
6. *Ostapenko A.V., Tobolova G.V.* Primenenie metoda jelektroforeza prolaminov ovsa dlja opredelenija gibridnoj prirody zeren F1 // Vestnik KrasGAU. – 2017. – № 2(125). – С. 14–21.
7. *Tobolova G.V., Letjago Ju.A., Belkina R.I.* Ocenka sortov mjagkoj jarovoj pshenicy po tehnologicheskim svojstvam i biohimicheskim priznakam // Agroprodovol'stvennaja politika Rossii. – 2015. – № 5. – С. 64–67.
8. Application of gliadin polymorphism for pedigree analysis in common wheat (*Triticum aestivum L.*) from Northern Kazakhstan / *M. Utebayev, S. Dashkevich, A. Babkenov* [et al.] // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2016. – № 38 (204). – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-016-2209-4> (data obrashhenija: 15.07.2017).
9. *Portjanko V.A., Pomorcev A.A., Kalashnik N.A.* [i dr.]. Geneticheskij kontrol' aveninov i principy ih klassifikacii // Genetika. – 1987. – Т. 23. – № 5. – С. 584–590.
10. *Portjanko V.A.* Geneticheskij kontrol' i polimorfizm prolamina ovsa: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – M., 1987. – 16 s.
11. *Pomorcev A.A., Kudrjavcev A.M., Upelniek V.P.* [i dr.]. Metodika provedenija laboratornogo sortovogo kontrolja po gruppam sel'skohozjajstvennyh rastenij. – M., 2004. – 96 s.
12. *Fomina M.N., Ostapenko A.V., Tobolova G.V.* Ispol'zovanie metoda jelektroforeza prolaminov v pervichnom semenovodstve ovsa: rekomendacii. – Tjumen', 2016. – 32 s.
13. *Loginov Ju.P., Tobolova G.V., Kazak A.A.* [i dr.]. Biotipnye spektry jarovogo sorta pshenicy Tjumenskaja 80 // Sib. vestn. sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2012. – № 2. – С. 29–34.
14. *Zelenskaja Ja.G., Konarev A.V., Loskutov I.G.* [i dr.]. Harakteristika staromestnyh form ovsa posevnogo (*Avena sativa L.*) iz kollekcii VIR po polimorfizmu avenina // Agrarnaja Rossija. – 2004. – № 6. – С. 50–58.
15. *Loskutov I.G., Gubareva N.K., Alpat'eva N.V.* Polimorfizm avenina v izuchenii dikorastushhijh vidov ovsa // Agrarnaja Rossija. – 2005. – № 2. – С. 43–48.

