

Библиографический список.

1. A.Yu. Izmailov, Smirnov I.G., Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrёv A.I. Magnetic-pulse processing of seeds of berry crops // Research in Agricultural Engineering. 2018. – Т. 64. – № 4. – С. 181–186.
2. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Смирнов И.Г., Вершинин Р.В. Система автоматизированного управления параметрами агрегата магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 16–21.
3. Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И., Артюшин А.А. Автоматизированный агрегат для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Вестник Мордовского университета. 2018. – Т. 28. – № 4. – С. 624–642.
4. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Моделирование и анализ конструкции технологического адаптера для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. – № 3. – С. 29–34.
5. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А. Обоснование параметров аппарата для магнитно-импульсной обработки растений // Вестник аграрной науки Дона. 2018. – Т. 1. – № 41. – С. 32–38.
6. Волкова, Н.А. Экономическая оценка инженерных проектов (методика и примеры расчётов на ЭВМ): учебник / Н.А. Волкова. – Пенза: РИО ПГСХА, –2002. – 242 с.
7. ГОСТ Р 53026 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 20 с.
8. Шпиленко, А.В. Методы определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / А.В. Шпиленко, В.И. Драгайцев, П.Ф. Тулагин, П.Ф. Бутенко. – М.: Родник, ГП УСХ Минсельхозпрода РФ, 1998. – 294 с.
9. Куликов И.М., В.Ф. Воробьев, С.Е. Головин и др. Инновационные технологии возделывания плодовых и ягодных культур // Методические рекомендации. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», – 2016. – 228 с.

YIELD AND ELEMENTS OF ITS STRUCTURE HAVE PROMISING VARIETIES OF WINTER RYE UNDER KIROV REGION

E. A. Shlyakhtina, O. N. Rylova

Falenki breeding station – branch of Federal agricultural research center of the North-East named after N.V. Rudnitskij, s. Falenki, Kirov region

Abstract. Under conditions of the Kirov region in 2015–2017, the analysis of the dependence of yield on the elements of the structure of winter rye varieties in different heat and moisture years was carried out. On average over the three years of study the highest yield was allocated a grade of Leda (4,46 t/ha) as compared to the standard Falenskaya 4 – 4,09 t/ha. the largest grain, significantly exceeding the standard (28.6 g) in all years of study, formed a sort of Nioba (33,9 g). Grade Kiprez was significantly higher than the standard for the length of the ear (+1.1 cm) and number of spikelets (3.0 pcs). The greatest number of grains from the ear (62.2 pcs) and a high index of productivity (46) was observed in the variety of Leda, the productive bushiness was allocated to the variety of Rosa (6.5).

The studied varieties were characterized by varying degrees of phenotypic variability of the elements of the crop structure. Varieties Kiprez, Rosa, Sara was characterized by low variability in the number of grains (of 2.2% and 8.6%), length of spike (1.5 – to 5.3 %) and the average variability of the indicator "productivity" (to 7.4 and 13.3 %). Sarmat variety was characterized by low variability of weight of 1000 grains (8.6 %) and yield (1.6 %). During the study period, a close direct relationship between the yield and the number of productive stems per 1 m² ($r = 0.95$) and between the length of the ear and the number of grains in the ear ($r = 0.90$) was established.

Keywords: winter rye, phenotypic variability, productive tillering, weight of 1000 grains, ear length, correlation.

УРОЖАЙНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЁ СТРУКТУРЫ У ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Шляхтина, О.Н. Рылова

Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, п. Фалёнки,
Фалёнский район, Кировская область
fss.nauka@mail.ru

Аннотация. В условиях Кировской области в 2015-2017 гг. проведен анализ зависимости урожайности от элементов структуры сортов озимой ржи в различные по тепло- и влагообеспеченности годы. В среднем за три года изучения наибольшей урожайностью выделился сорт Леда (4,46 т/га) при показателе стандарта Фалёнская 4 – 4,09 т/га. Наиболее крупное зерно, достоверно превышающее стандарт (28,6 г) за все годы изучения, формировал сорт Ниоба (33,9 г). Сорт Кипрез был достоверно выше стандарта по длине колоса (+1,1 см) и числу колосков (+3,0 шт). Наибольшее количество зерен с колоса (62,2 шт) и высокий индекс продуктивности (46) отмечен у сорта Леда, по продуктивной кустистости выделен сорт Роса (6,5).

Исследуемые сорта характеризовались различной степенью фенотипической изменчивости элементов структуры урожая. Сорта Кипрез, Роса, Сара отличались низкой изменчивостью числа зерен с колоса (2,2 – 8,6 %), длины колоса (1,5 – 5,3 %) и средней изменчивостью показателя «урожайность» (7,4 – 13,3 %). Сорт Сармат характеризовался невысокой изменчивостью массы 1000 зерен (8,6 %) и урожайности (1,6 %). В изучаемый период установлена тесная прямая зависимость между урожайностью и количеством продуктивных стеблей на 1 м² ($r = 0,95$) и между длиной колоса и количеством зерен в колосе ($r = 0,90$).

Ключевые слова: озимая рожь, фенотипическая изменчивость, продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса, корреляция.

В Кировской области (Волго-Вятский регион) озимая рожь всегда была основной зерновой культурой, которая способна формировать стабильный урожай зерна при низком естественном плодородии почв и нестабильном гидротермическом режиме [1]. При создании высокопродуктивных сортов и последующей реализации их потенциала в производстве необходимо использование знаний о принципах формирования продуктивности, сопряженности хозяйственно ценных признаков между собой, а также с биотическими и абиотическими факторами, характерными для региона возделывания [2].

Урожайность зерновых культур, являясь результатом сложного взаимодействия растений с условиями среды, определяется, в конечном счете, соотношением двух величин – числа плодоносящих стеблей на единицу площади и массы зерна с одного колоса. Каждая из этих величин зависит от ряда других элементов структуры урожая. Густота плодоносящего стеблестоя определяется нормой посева и полевой всхожестью, густотой всходов и выживаемостью растений, числом сохранившихся растений и продуктивной кустистостью. Масса зерна с одного колоса зависит от его озерненности и массы 1000 зерен. Все перечисленные элементы структуры урожая в свою очередь зависят от сложного комплекса биологических, агротехнических, почвенных и метеорологических условий [3,4].

В Кировской области за последние два десятилетия площади посева ржи сократились в четыре раза. Внедрение адаптивных сортов, способных реализовать продуктивный потенциал в производственных условиях, позволит популяризировать культуру ржи и стабилизировать ее посевные площади [5].

В условиях Кировской области перспективным направлением селекции должно быть создание сортов озимой ржи с высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью, сочетающих высокие показатели определяющих урожай признаков (число продуктивных стеблей на 1 м², масса 1000 зерен), а также устойчивых к наиболее вредоносным листовым болезням.

Цель исследований. Провести анализ зависимости урожайности от элементов структуры у перспективных сортов озимой ржи, изучить фенотипическую изменчивость элементов продуктивности в условиях нестабильного гидротермического режима.

Материал и методы. Изучение сортов озимой ржи проводили в 2015-2017 гг. на опытных полях Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (восточный агропочвенный район центральной климатической зоны Кировской области). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на покровных суглинках, минеральный фон – N54P12K12S4. Агротехника – общепринятая для возделывания озимой ржи в Кировской области. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки с нормой высева 6 млн. всхожих семян на 1 га сеялкой ССФК-7, уборку – в фазу полной спелости комбайном «Сампо-130». Опыт заложен рендомизированно в шести повторениях, на делянках с учетной площадью 10 м². Объекты исследований – 6 перспективных сортов озимой ржи (Кипрез, Ниоба, Леда, Сармат, Роса, Сара) конкурсного сортоиспытания селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока и Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В качестве стандарта использовали сорт Фалёнская 4. Фенологические наблюдения, оценки и учёт урожая проводили в соответствии с «Методикой ГСИ сельскохозяйственных культур» [6]. Структурный анализ урожайности проводили по следующим элементам: длина колоса, число колосков и зерен в колосе, вес зерна с колоса, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость, число продуктивных стеблей с единицы площади. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [7], используя дисперсионный и корреляционный анализы, с помощью пакета программ AGROS версия 2.07. Гидротермический коэффициент (ГТК по Селянину) определяли стандартно¹¹.

Условия перезимовки в изучаемый период складывались неблагоприятно для озимой ржи. Высокий снеговой покров и повышенная температура на глубине залегания узла кущения спровоцировали сильное развитие снежной плесени. Погодные условия весенней вегетации в годы исследований были контрастными по тепло- и влагообеспеченности: весенне-летний вегетационный период 2015 г. характеризовался теплой погодой с оптимальным увлажнением (ГТК =1,59), 2016 г. был жарким, засушливым (ГТК = 0,80), 2017 г. – сильно увлажнённый (ГТК =1,89) и холодный, что позволило объективно оценить изучаемые сорта (рис. 1).

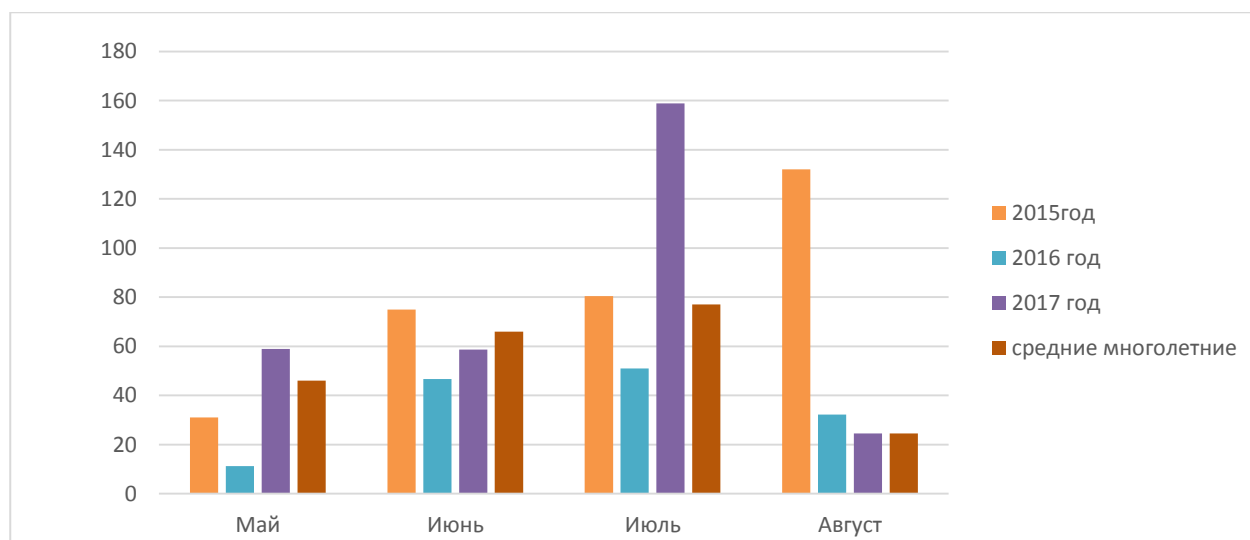


Рисунок 1. Количество осадков, мм (2015-2017 гг.).

¹¹ Мировой агроклиматический справочник. Л., М.: Гидрометеиздат. 1937. 428 с.

Холодная весна 2017 г. неблагоприятно сказалась на росте и развитии озимой ржи (табл. 1), что в дальнейшем отразилось в снижении урожайности изучаемых сортов.

Таблица 1 – Метеорологические условия по данным Фаленской метеостанции (2015-2017 гг.)

Годы исследований	Температура, С°							
	май		июнь		июль		август	
	средняя	откл. от средней многол.	средняя	откл. от средней многол.	средняя	откл. от средней многол.	средняя	откл. от средней многол.
2015	13,9	+3,7	18,0	+2,0	14,9	-2,9	13,4	-1,3
2016	13,1	+2,9	15,9	-0,1	20,3	+2,5	20,9	+6,2
2017	7,5	-2,7	14,0	-2,0	17,3	-0,5	16,6	+1,9

Результаты и их обсуждение. При сильном поражении посевов снежной плесенью сорта озимой ржи регенерировали на 70-94 %. Благодаря высокой адаптивности, высокая регенерация после поражения снежной плесенью наблюдалась у сортов: Фалёнская 4 (90 %), Леда (94 %), Кипрез (90 %), Сара (91 %).

Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности сложились в 2015 г. (средняя урожайность по сортам – 4,08 т/га). Недостаток тепла и избыточная влажность в июне-июле 2017 г. привели к значительному снижению урожайности: на 14 % по сравнению с 2015 г. и на 9 % – с засушливым 2016 г. (табл. 1). В среднем за три года изучения наибольшей урожайностью характеризуется сорт Леда (4,46 т/га) при показателе стандарта Фалёнская 4 – 4,09 т/га. Урожайность на уровне высокозимостойкого стандарта отмечена у сортов Кипрез и Сара, значительно уступил ему сорт Сармат – 3,04 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность озимой ржи в конкурсном сортоиспытании, т/га

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя	± к st
Фалёнская 4, st	4,30	4,21	3,75	4,09	-
Кипрез	4,14	4,14	3,64	3,97	-0,12
Ниоба	4,45	3,40	3,53	3,79	-0,30
Леда	4,37	4,82	4,20	4,46	+0,37
Сармат	3,03	3,14	2,94	3,04	-1,05
Роса	4,01	3,08	3,74	3,61	-0,48
Сара	4,40	3,90	3,84	4,05	-0,04
В среднем по опыту	4,10	3,81	3,66		
НСР ₀₅	0,27	0,53	0,43		

Величина и стабильность урожая озимых складывается из таких суммарных элементов структуры урожая, как количество продуктивных стеблей, количество и масса зерна с колоса (озерненность), масса 1000 зерен. При этом необходимо учитывать, что сочетание отдельных элементов в структуре урожая имеет тесную связь друг с другом. Низкие значения одного показателя могут компенсироваться более интенсивным развитием остальных [8].

В условиях Кировской области ежегодно отмечается положительная зависимость между урожайностью озимой ржи и числом продуктивных стеблей к уборке на единице площади. Связь между этими показателями наиболее стабильна по годам [9]. Хорошая кустистость озимой ржи позволяет ей восполнить гибель отдельных растений во время перезимовки. В благоприятный 2015 г. число продуктивных стеблей с 1 м² составило в среднем 479 штук. В 2016-2017 гг. количество продуктивных стеблей снизилось на 19 % и 27 % соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Структурный анализ урожая сортов озимой ржи, 2015-2017 гг.

Сорт	Число продуктивных стеблей, шт/м ²	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт	Число зерен с колоса, шт	Масса 1000 зерен, г	Индекс продуктивности
2015 год							
Фалёнская 4 st	521	5,6	10,5	33,0	52,8	26,9	48
Кипрез	487	5,9	11,7	39,9	57,7	26,9	47
Ниоба	507	5,9	10,2	36,6	54,6	31,7	49
Леда	503	5,5	11,4	35,5	60,1	28,9	48
Сармат	344	5,6	9,5	30,9	49,3	34,9	45
Роса	444	6,9	11,2	35,5	58,2	25,7	45
Сара	545	5,7	10,8	37,9	54,7	27,3	50
НСР ₀₅	22	0,4	0,8	2,2	3,7	1,3	-
2016 год							
Фалёнская 4 st	402	3,8	11,2	37,1	60,0	24,7	47
Кипрез	400	3,8	11,9	38,9	61,3	23,8	44
Ниоба	375	3,9	11,2	39,5	65,7	31,3	49
Леда	504	4,3	12,1	39,7	70,5	26,7	48
Сармат	317	4,0	10,8	35,0	54,1	29,1	42
Роса	328	4,3	11,5	37,9	60,8	18,9	38
Сара	386	5,1	12,0	38,6	62,0	26,3	44
НСР ₀₅	87	0,5	0,4	2,0	1,2	2,0	-
2017 год							
Фалёнская 4 st	300	4,1	11,0	33,2	52,6	34,3	37
Кипрез	320	3,5	12,3	34,3	58,9	33,0	39
Ниоба	306	7,8	12,0	33,7	56,7	38,6	35
Леда	370	3,6	11,1	35,2	55,9	35,8	42
Сармат	215	7,9	12,0	34,5	61,0	35,4	37
Роса	278	8,2	11,5	32,5	59,1	30,3	42
Сара	333	3,9	11,6	34,6	55,8	37,0	44
НСР ₀₅	32	2,2	0,6	1,0	3,2	2,1	-
Среднее за три года							
Фалёнская 4 st	408	4,5	10,9	34,4	55,1	28,6	44
Кипрез	402	4,4	12,0	37,4	59,1	27,9	43
Ниоба	396	5,9	11,1	36,6	59,0	33,9	44
Леда	459	4,5	11,5	36,8	62,2	30,5	46
Сармат	292	5,8	10,8	33,5	54,8	33,1	41
Роса	350	6,5	11,4	35,3	59,4	25,0	42

В целом за три года, по количеству продуктивных стеблей на единице площади (более 400 шт/м²) выделили сорта Леда, Сара, Кипрез.

Одним из главных элементов структуры урожая является масса 1000 зерен. В годы исследований показатель массы 1000 зерен сильно варьировал, это объясняется контрастными погодными условиями. Наиболее крупное зерно, достоверно превышающее стандарт во все годы изучения, формировали сорта Ниоба (33,9 г), Леда (30,5 г), Сармат (33,1 г) и Сара (30,2 г).

Сорт Кипрез был достоверно выше стандарта по длине колоса и числу колосков. Наибольшее количество зерен с колоса (62,2 шт) и высокий индекс продуктивности (46) отмечен у сорта Леда.

Фенотипическая изменчивость урожайности и элементов ее структуры представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Изменчивость урожайности и элементов продуктивности по годам, CV %

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Число продуктивных стеблей	14,0	15,8	16,0
Продуктивная кустистость	8,2	11,0	40,4
Длина колоса	7,1	4,2	4,2
Число колосков	8,4	4,3	2,7
Число зерен с колоса	6,6	8,2	4,8
Масса 1000 зерен	11,4	15,4	7,8
Урожайность	12,2	16,7	10,4

Урожайность, длина колоса, число колосков, число зерен с колоса, масса 1000 зерен в 2017 г. были наименее вариабельными по сравнению с 2015-2016 гг. Однако число продуктивных стеблей и продуктивная кустистость в 2017 г. отличались максимальной изменчивостью. В изучаемый период урожайность сильнее всего варьировала в засушливый 2016 г.

По сортам фенотипическая изменчивость урожайности и элементов продуктивности в изучаемый период сильно различалась (табл. 5). Наибольшей изменчивостью признака «продуктивная кустистость» отличался сорт Сармат (33,8 %), наименьшей стандарт Фалёнская 4 (14,7 %). По признаку «длина колоса» максимальной изменчивостью обладал также сорт Сармат, у остальных сортов этот признак слабо варьировал.

Таблица 5 – Изменчивость урожайности и элементов продуктивности по сортам, CV %

Показатели	Фалёнская 4 st	Кипрез	Ниоба	Леда	Сармат	Роса	Сара
Продуктивная кустистость	14,7	29,5	33,1	21,5	33,8	30,6	18,8
Длина колоса	3,3	1,9	8,1	4,5	11,6	1,5	5,3
Число колосков	6,7	7,9	7,9	6,8	6,7	7,7	5,8
Число зерен с колоса	7,7	8,6	10,0	12,1	10,7	2,2	6,8
Масса 1000 зерен	14,3	13,7	9,9	12,7	8,6	16,8	16,0
Число продуктивных стеблей	22,1	17,0	21,1	13,7	19,0	19,9	21,4
Урожайность	14,4	8,8	15,0	7,2	1,6	13,3	7,4

Признак «число колосков» в колосе по всем сортам был малоизменчивым. По числу зерен с колоса низкой изменчивостью отличался только сорт Роса (2,2 %). Низкая степень изменчивости по массе 1000 зерен за годы изучения была у сорта Сармат (8,6 %), высокая у сорта Роса (18,8 %). По числу продуктивных стеблей на единице площади сорта варьировали от 13,7 % до 22,1 % Наиболее вариабелен по этому признаку был стандарт Фалёнская 4. Сорт Леда обладал низкой фенотипической изменчивостью признака «число продуктивных стеблей».

Установление корреляций (то есть взаимной сопряженной изменчивости признаков) дает селекционеру возможность для прогноза, упрощает отбор, ускоряет селекционный процесс [10]. В изучаемый период корреляционный анализ не выявил значимых корреляций между урожайностью сортов и элементами ее структуры. Тесная прямая корреляция между урожайностью и количеством продуктивных стеблей на единице площади установлена в 2015, 2016 гг. (табл. 6).

Таблица 6 – Результаты корреляционного анализа между урожайностью озимой ржи и элементами её структуры

Показатели	2015 год	2016 год	2017 год
Число продуктивных стеблей	0,96**	0,95**	0,18
Продуктивная кустистость	0,01	0,04	-0,42
Длина колоса	0,63	0,67	0,58
Число колосков в колосе	0,71	0,51	0,15
Число зерен с колоса	0,64	0,63	0,26
Масса 1000 зерен	-0,68	0,03	-0,30

Примечание: ** значимо на 1 % уровне

Кроме того, выявлена значимая положительная корреляция между длиной колоса и количеством зерен в колосе ($r = 0,90^{**}$).

Заключение. В условиях Кировской области в годы изучения наибольшей урожайностью характеризовался сорт Леда (4,46 т/га), при показателе стандарта Фалёнская 4 – 4,09 т/га, сорт Леда превысил стандарт по числу зерен с колоса и числу продуктивных стеблей с 1 м². По длине колоса и числу колосков в колосе превышение стандарта отмечено у сорта Кипрез. Наибольшая масса 1000 зерен в среднем за три года была у сорта Ниоба (33,9 г). Высокую продуктивную кустистость формировал сорт Роса (6,5).

Изучаемые сорта характеризовались различной степенью фенотипической изменчивости элементов структуры урожая. Сорта Кипрез, Роса, Сара отличались низкой изменчиво-

стью числа зерен с колоса, длины колоса и средней изменчивостью показателя «урожайность». Сорт Сармат характеризовался невысокой изменчивостью массы 1000 зерен и урожайности. По элементам «продуктивная кустистость» и «количество продуктивных стеблей» все сорта имели высокую изменчивость.

Корреляционный анализ данных за три года выявил значимые корреляции между урожайностью и количеством продуктивных стеблей на единице площади и между длиной колоса и количеством зерен в колосе.

Библиографический список

1. Грибков М. Тенденции производства и переработки зерна озимой ржи / Грибков М., Логинов Д., Кедрова Л., Уткина Е. // АПК: экономика и управление. 2008. – №6. – С. 48-50.
2. Баталова Г.А. Влияние элементов сортовой технологии на раскрытие биологического потенциала сортов овса / Баталова Г.А., Будина Е.А., Ведерников Ю.Е. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2009. – № 4 (15). – С. 4-9.
3. Стихин М.Ф. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе. / Стихин М.Ф., Денисов П.В. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л. «Колос». 1977. – 320 с.
4. Тороп Е.А. Связь урожайности озимой ржи с ее элементами / Тороп Е.А., Чайкин В.В. // Вестник Воронежского ГАУ. 2013. – № 2 (37). – С. 60-65.
5. Сысуев В.А. Приоритетные направления исследований в решении проблемы многофункционального использования озимой ржи / Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. – № 6 (43). – С. 4-8.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: 1985. – Вып.2. – 230с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Петров Л.К. Результаты изучения сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области / Петров Л.К., Селехов В.В. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. – № 2. – С. 24-28.
9. Широколава А.В. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность яровой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья / Широколава А.В., Давыдова Н.В., Резепкин А.М., Нардид В.А., Грачева А.В., Шарошкина Е.Е. // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров.: ФАНЦ Северо-Востока., 2018. – С. 276-290.
10. Тороп Е.А. Анализ корреляций между урожайностью озимой ржи и ее элементами / Тороп Е.А., Тороп А.А., Чайкин В.В // Селекция, семеноводство и генетика. 2016. – № 3(9). – С. 42-45.