

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ГОЛОЗЁРНОГО ОВСА В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ*

Н. В. Емелева, кандидат сельскохозяйственных наук, Г. А. Баталова, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого,
610007, Киров, ул. Ленина, 166а
E-mail: Natasort@yandex.ru

Исследования проводили в 2019–2021 гг. в Кировской области с целью оценить сорта и линии овса голозёрного по урожайности и элементам структуры продуктивности на фоне варьирования метеоусловий в период вегетации и выделить перспективные для использования в производстве. Изучали четыре линии голозёрного овса и сорт Багет, в сравнении со стандартом сортом Вятский. В среднем за годы исследования наибольшая урожайность (4,34 т/га), наибольшее количество зёрен (42,78 шт.), масса зерна с метёлки (1,24 г) и растения (1,33 г) отмечена у линии 4h12. В 2021 г. сложились самые неблагоприятные за годы исследования метеоусловия (ГТК=0,11, сумма эффективных температур 1219,9 °С), урожайность варьировала от 1,01 т/га у стандарта до 1,66 т/га у линии 4h12 с продолжительностью вегетации 75...77 дней. Самые благоприятные условия (ГТК=1,78, сумма эффективных температур 1634 °С) для формирования высокой урожайности до 7,31 т/га у сорта Багет и 7,28 т/га у линии 72h11 отмечали в 2019 г., при продолжительности периода вегетации 97...101 суток. В 2020 г. показатели были средними: урожайность – 3,70...4,88 т/га, сумма эффективных температур – 1327 °С, ГТК – 1,77. Коэффициент корреляции урожайности с ГТК периода от всходов до вымётывания для всех исследованных генотипов был положительным средним и тесным ($r=0,69...0,84$); с ГТК периода от всходов до восковой спелости он изменялся от значимого ($r=0,81...0,84$ у сорта Багет и линии 63h11) до незначительного ($r=0,34...0,73$ у линий 72h11, 4h12, 11h12o и стандарта). Линия 4h12 отнесена к перспективным для использования в производстве по способности формировать в условиях засухи более высокую урожайность, относительно стандарта (+ 0,65 т/га) и других линий (+0,29...+0,52 т/га).

THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON THE YIELD FORMATION OF NAKED OATS UNDER CONDITIONS OF THE KIROV REGION

N. V. Emeleva, G. A. Batalova

Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East,
610007, Kirov, ul. Lenina, 166a
E-mail: Natasort@yandex.ru

In 2019–2021 studies were carried out in the Kirov region in order to study the cultivars and lines of naked oats in terms of yield and elements of the productivity structure at the background of varying temperature and precipitation during the growing season and to identify promising ones for use in production. Four naked oat lines and the cv. Baget were studied in comparison with the standard cv. Vyatsky. Methods of descriptive and correlation analyses and Student's t-test were used. On average, over the years of the study the highest yield was 4.34 t/ha, the largest number of grains 42.78 pcs., the mass of grain per panicle 1.24 g and per plant 1.33 g. In 2021, it was the most unfavorable conditions over the years of the study (GTC = 0.11, the sum of effective temperatures of 1219.9 °C); the yield varied from 1.01 t/ha for the standard to 1.66 t/ha for the 4h12 line which had duration of growing season of 75...77 days. More favorable weather conditions during the growing season (GTC = 1.78, the sum of effective temperatures of 1634 °C) to form a high yield of up to 7.31 t/ha in cv. Baget and 7.28 t/ha in line 72h11 was in 2019, with a duration of growing season of 97...101 days. In 2020, the indicators were average: yield of 3.70...4.88 t/ha, the sum of effective temperatures of 1327 °C, GTC = 1.77. A positive effect was established of the temperature and precipitation, according to the GTC during the period from seedlings to ear formation, on the yield ($r = 0.69...0.84$) for all genotypes studied; and for the period from seedlings to waxy ripeness, it varied from significant ($r = 0.81...0.84$ in cv. Baget and 63h11 line) to insignificant ($r = 0.34...0.73$ in lines 72h11, 4h12, 11h12o and standard). Line 4h12 is classified as promising for use in production in terms of the ability to form significantly higher yields in drought conditions relative to the standard (+ 0.65 t/ha) and other lines (+ 0.29...0.52 t/ha).

Ключевые слова: линия, сорт, урожайность, период вегетации, температура, осадки, масса 1000 зёрен, количество зёрен в метёлке, масса зерна с метёлки

Key words: line, cultivar, yield, growing season, temperature, precipitation, 1000-grain mass, grain number per panicle, grain mass per panicle

Культурный овёс представлен плёнчатыми и голозёрными формами. В России и мире основные площади посевов этой культуры заняты плёнчатыми формами [1]. Овес в РФ в 2022 г. высевали на площади 2178 тыс. га, или 93,1 % к уровню 2021 г. (2335 тыс. га) и 2,5 % от посевных площадей в РФ в 2022 г. В Кировской области он в 2022 г. занимал 108,1 тыс. га, или 104,3 % к пло-

щади в 2021 г. На долю голозёрного овса приходится не более 2,5...3,5 %, до недавнего времени его возделывали на больших площадях только в Японии [2]. В ФАНЦ Северо-Востока созданы сорта овса голозерного Вятский, Першерон, Багет и Бекас, которые допущены для возделывания в производстве (Государственный реестр охраняемых селекционных достижений: офи-

*работа выполнена в рамках ГРАНТ – Селекционно-семеноводческий центр по зерновым и зернобобовым культурам. Приказ Минобрнауки №1438 от 26.12.2019.

Табл. 1. Характеристика гидротермических условий вегетации овса

Месяц	Температура воздуха, °С/± к норме			Осадки, мм/ % к норме		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Май	13,6/+2,8	12,1/+0,9	15/+3,8	38/68	89/165	56,1/103,9
Июнь	15,8/-0,6	15,3/-2,4	19,9/+3,5	94,7/134	40/57	63,4/78,3
Июль	16,1/-2,2	20,5/+1,6	19,2/+0,3	57,1/68	100/130	73,2/89,3
Август	13,4/-1,8	15,1/-0,5	18,8/+3,2	63/88	61/79	37,6/51,5

циальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 624 с.). Овес голозерный более технологичен при переработке в связи с отсутствием плёнки и сокращением затрат на производство [3], он формирует зерно с более высокими показателями качества, но уступает плёнчатому генотипам по массе 1000 зёрен [4]. Для голозерных форм овса характерно повышенное содержание в зерне белка, наличие ненасыщенных жирных кислот, минералов, витаминов, клетчатки, других компонентов [5, 6]. Масло овса нормализует работу сердца, системы кровообращения, холестерина обмен, сдерживает развитие атеросклероза, крахмальные соединения позволяют контролировать уровень сахара в крови диабетиков [6].

Показано влияние условий вегетации на качество зерна. На фоне засухи содержание белка в зерне голозерных сортов Бекас и Багет составило 20,4 %, незаменимых аминокислот в белке – в среднем 424,7 мг и 398,1 мг соответственно, или 118,0 % и 110,6 % к норме FAO/WOS (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). В благоприятных по температуре и осадкам условиях белка в зерне голозерных сортов было всего на 4,3...4,8 % меньше, чем в условиях засухи. В зерне плёнчатого сорта количество белка варьировало от 14,14 до 13,15 % [7]. Высокое качество зерна свидетельствует об актуальности использования овса голозерного для создания продуктов общего и диетического питания, функциональных продуктов для отдельных групп населения, например, с заболеванием целиакия – непереносимостью белка пшеницы [8, 9]. Однако важнейший показатель, определяющий экономическую целесообразность выращивания сорта, – урожайность, которая обусловлена как потенциалом его продуктивности, так и устойчивостью и/или толерантностью к региональным экологическим факторам, чаще всего климатическим (температура и осадки). Недостаточное увлажнение и повышенные температуры приводят к снижению урожайности более чем на 60 % [10]. Для Кировской области, характерно неравномерное распределение тепла и влаги по агроклиматическим зонам и периодам вегетации, ежегодно отмечают 20...35 и до 60 засушливых дней [11].

Цель исследований – изучить сорта и линии овса голозерного по урожайности и элементам структуры продуктивности на фоне варьирования температуры и осадков в период вегетации и выделить перспективные для использования в производстве.

Методика. Исследования проводили в 2019–2021 гг. в Федеральном аграрном научном центре (ФАНЦ) Северо-Востока (г. Киров) на окультуренных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах. Содержание подвижного фосфора и калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 350...395 мг/кг и 200...240 мг/кг почвы соответственно, рН солевой вытяжки 5,7...6,1 (ГОСТ 26483-85); содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 2,43 %.

Изучали 4 линии голозерного овса, сорт Багет, стандарт – сорт Вятский. Наблюдения, оценки и учёты

(отмечали основные фазы развития растений – всходы, выметывание, восковая спелость, учитывали урожайность и элементы структуры продуктивности) проводили в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина. Вып. 1, 2. М.: Колос, 1985. 267 с.), гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянинову. Обработку экспериментальных данных проводили методами статистического (среднее арифметическое признака и ошибку среднего арифметического ($\bar{x} \pm S(\bar{x})$), вариационного (наименьшая существенная разница при ошибке 5 % – НСР₀₅) и корреляционного (определяли парный коэффициент корреляции r) анализов, t -критерий Стьюдента рассчитывали с использованием пакета прикладных программ AGROS 2.07 и табличного процессора Microsoft Office Excel 2007.

Опытный участок расположен в первом селекционном севообороте, предшественник – чистый пар. Посев овса осуществляли при достижении почвой физической

Табл. 2. Характеристика сортов и линий голозерного овса по урожайности и качеству зерна

Линия, сорт	Год	Урожайность, т/га	Продолжительность периода вегетации, сутки	Масса 1000 зёрен, г	Натура зерна, г/л
Вятский (стандарт)	2019	6,48	97,00	29,80	693
	2020	4,03	74,00	25,00	638
	2021	1,01	75,00	28,20	665
63h11	среднее	3,84	82,00	27,67	665
	2019	5,76	101,00	29,00	633
	2020	4,10	73,00	24,90	608
11h12o	2021	1,27	75,00	27,60	651
	среднее	3,71	83,00	27,17	630
	2019	6,28	97,00	27,60	648
Багет	2020	4,23	74,00	24,50	619
	2021	1,33	77,00	27,60	633
	среднее	3,95	82,67	26,57	633
72h11	2019	7,31	99,00	26,30	646
	2020	4,88	74,00	22,70	615
	2021	1,14	77,00	25,80	676
4h12	среднее	4,44	83,33	24,93	645
	2019	7,28	97,00	29,00	685
	2020	3,70	76,00	24,70	660
НСР ₀₅	2021	1,37	75,00	26,20	657
	среднее	4,12	82,67	26,63	667
	2019	6,83	99,00	28,60	684
	2020	4,53	77,00	27,00	623
	2021	1,66	75,00	30,00	668
	среднее	4,34	83,67	28,53	658
	2019	0,61	1,41	0,24	5
	2020	0,95	1,11	0,50	9
	2021	0,23	2,07	0,14	5

Табл. 3. Зависимость урожайности от ГТК за межфазные периоды вегетации овса (среднее за 2019–2021 гг.)

Межфазный период	Вятский	63h11	11h12o	Багет	72h11	4h12
Всходы–выметывание	0,76*	0,84*	0,83*	0,80*	0,69	0,79*
Выметывание–восковая спелость	-0,98*	-0,70	-0,99*	-0,98*	-0,56	-0,36
Всходы–восковая спелость	0,64	0,81*	0,73*	0,81*	0,34	0,58

*значимо при вероятности 0,99 (число степеней свободы n=12).

спелости в питомнике конкурсного сортоиспытания сеялкой СКС-6-10, рядовым способом с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян 3...4 см, учётная площадь делянки 10 м², повторность четырёхкратная.

В 2019 г. метеоусловия способствовали проведению посева в ранние сроки и появлению всходов в более ранние сроки (соответственно 30 апреля и 11 мая), при позднем созревании (6...19 августа). Сумма эффективных температур 1219,9 °С была наименьшей за годы исследований, ГТК за период от посева до созревания составил 1,51. От посева до всходов отмечали недостаточное увлажнение и нестабильный температурный фон, среднесуточная температура воздуха была на 1,8...2,2 °С ниже нормы, ГТК составил 0,40. ГТК для периода от всходов до выметывания был равен 1,78 (достаточное увлажнение). В июне выпало 94,7 мм осадков, или 134 % от нормы. В июле количество осадков составило 68 % от нормы, среднесуточная температура достигала 15...17 °С, что было на 1,5...2,5 °С ниже нормы и способствовало формированию озерённой метелки (табл. 1).

Сроки посева в 2020 и 2021 гг. практически не различались – 8 и 9 мая соответственно, то же самое можно отметить и по датам полных всходов – 19...21 и 17...19 мая. Метеоусловия 2020 г. в целом были благоприятны для развития овса. ГТК за период вегетации культуры составил 1,81, сумма эффективных температур – 1327,9 °С, но в фазе цветения в отдельные дни отмечали повышенный температурный фон (до 34 и 35...36 °С) и недостаточное увлажнение.

В период от посева до всходов в 2021 г. ГТК был равен 0,11, наблюдали изреженные слаборазвитые всходы, условия формирования метелки по сочетанию температуры и осадков сложились не благоприятно, а периодические избыточные осадки ливневого характера от выметывания до созревания привели к появлению стеблей второго и третьего сроков кущения, увеличению периода созревания, наличию в посевах при уборке недоразвитых зеленых стеблей. Температура воздуха в третьей декаде июня достигала 34,0 °С, в первой и второй декадах июля – 30,9 °С и 29,7 °С (ГТК = 0,67), в то время как для формирования высокой урожайности

Табл. 4. Характеристика элементов структуры продуктивности перспективных линий и сортов голозерного овса (среднее за 2019–2021 гг.)

Линия, сорт	Год	Продуктивная кустистость, шт.	Количество колосков в метёлке, шт.	Количество зёрен в метёлке, шт.	Масса зерна с метёлки, г.	Масса зерна с растения, г.
Вятский (стандарт)	2019	1,25 ± 0,13	25,50 ± 0,64	48,30 ± 1,61	1,63 ± 0,05	2,21 ± 0,16
	2020	1,00 ± 0,0	20,65 ± 1,33	31,70 ± 2,12	0,58 ± 0,05	0,58 ± 0,05
	2021	1,20 ± 0,08	27,30 ± 1,30	33,25 ± 2,99	0,97 ± 0,08	1,05 ± 0,10
	среднее	1,15 ± 0,08	24,77 ± 1,99	37,75 ± 5,29	1,10 ± 0,31	1,28 ± 0,48
63h11	2019	1,40 ± 0,14	19,45 ± 1,03*	46,50 ± 2,89	1,34 ± 0,10*	1,64 ± 0,17*
	2020	1,00 ± 0,00	18,75 ± 0,95	35,00 ± 2,61	0,71 ± 0,06	0,71 ± 0,06
	2021	1,10 ± 0,07	24,10 ± 1,41	31,75 ± 3,08	0,95 ± 0,09	1,02 ± 0,10
	среднее	1,17 ± 0,12	20,80 ± 1,68	37,75 ± 4,47	1,00 ± 0,18	1,12 ± 0,27
11h12o	2019	1,50 ± 0,23	19,95 ± 0,78*	53,70 ± 2,59	1,69 ± 0,11	2,44 ± 0,25
	2020	1,10 ± 0,08	15,65 ± 0,67*	26,00 ± 1,66	0,59 ± 0,05	0,66 ± 0,05
	2021	1,10 ± 0,07	19,95 ± 1,03*	27,60 ± 2,08	0,81 ± 0,05	0,84 ± 0,06
	среднее	1,23 ± 0,13	18,57 ± 1,43	35,77 ± 8,98	1,03 ± 0,34	1,31 ± 0,57
Багет	2019	1,30 ± 0,15	31,20 ± 1,16*	45,90 ± 2,78	1,51 ± 0,09	2,43 ± 0,22
	2020	1,30 ± 0,07	19,10 ± 1,09	35,40 ± 2,74	0,81 ± 0,07*	0,85 ± 0,06*
	2021	1,00 ± 0,00	25,77 ± 1,80	27,80 ± 3,96	0,60 ± 0,11*	0,60 ± 0,11*
	среднее	1,20 ± 0,10	25,37 ± 3,50	36,37 ± 5,25	0,98 ± 0,28	1,29 ± 0,57
72h11	2019	1,00 ± 0,11*	20,20 ± 0,91*	46,90 ± 3,19	1,49 ± 0,09	1,77 ± 0,17
	2020	1,10 ± 0,05	25,00 ± 0,87*	47,1 ± 2,24*	1,12 ± 0,05*	1,23 ± 0,05*
	2021	1,00 ± 0,00	21,69 ± 1,26*	30,50 ± 2,88	0,73 ± 0,08*	0,73 ± 0,08*
	среднее	1,03 ± 0,03	22,03 ± 1,42	41,50 ± 5,50	1,11 ± 0,22	1,21 ± 0,30
4h12	2019	1,10 ± 0,10*	26,25 ± 1,04	59,80 ± 2,95*	1,86 ± 0,11	2,15 ± 0,23
	2020	1,00 ± 0,00	24,60 ± 1,31*	37,70 ± 2,33*	0,90 ± 0,05*	0,90 ± 0,05*
	2021	1,00 ± 0,00	25,25 ± 1,00	31,10 ± 3,41	0,95 ± 0,06	0,95 ± 0,06
	среднее	1,03 ± 0,03	24,73 ± 0,48	42,87 ± 8,68	1,24 ± 0,31	1,33 ± 0,41

*различия со стандартом значимы при уровне вероятности 0,95.

овса оптимальная температура в этот период составляет 20...22 °С. Сумма эффективных температур с мая по август включительно была равна 1634,8 °С.

Результаты и обсуждение. Наиболее продолжительный период вегетации овса наблюдали в 2019 г. – от 97 суток у стандарта Вятский до 101 дня у линии 63h11. Условия вегетации способствовали формированию высокой урожайности овса – от 5,76 т/га у линии 63h11 до 7,31 т/га у сорта Багет (табл. 2).

Продолжительность периодов вегетации от всходов до созревания в 2020–2021 гг. в наших исследованиях различались не значительно, тогда как самая высокая урожайность в 2020 г. (4,88 т/га у сорта Багет) была больше, чем в 2021 г., на 3,22 т/га (1,66 т/га у линии 4h12). Это можно объяснить высокими температурами в период цветения и формирования зерна овса в 2021 г. На посевах отмечали стерилизацию пыльцы, до 50 % и более колосков метелки не сформировали зерно.

Масса 1000 зёрен – важный элемент, который влияет на всхожесть и жизнеспособность семян, пищевые и кормовые достоинства зерна. У линии 4h12 средняя за годы исследований величина этого показателя (28,53 г) была больше, чем у стандарта Вятский (27,67 г), на 3,1 %, а по сравнению с сортом Багет (24,93 г) – на 14,4 %. Если рассматривать абсолютные величины, то минимальную в опыте массу 1000 зёрен 22,7 г отмечали в 2020 г. у сорта Багет, максимальную – 30 г, у линии 4h12 в 2021 г.

По результатам исследований изученные линии и сорта голозерного овса отнесены к высоко натурным, с величиной этого показателя в годы исследований более 600 г/л. Максимальное в опыте развитие признака отмечено у стандарта Вятский – 693 г/л в 2019 г., близкие показатели – у линий 72h11 (685 г/л) и 4h12 (684 г/л), что на 8 и 9 г/л меньше, чем у стандарта. В 2020 г. натура зерна стандарта была на 22 г/л меньше, чем у линии 72h11, в 2021 г. наибольший уровень развития признака отмечен у сорта Багет – 676 г/л, что на 11 г/л выше стандарта.

Коэффициент корреляции урожайности с ГТК периода от всходов до выметывания был значимым для большинства изученных генотипов (табл. 3), исключение составила линия 72h11 ($r=0,69$). Отрицательная существенная тесная зависимость установлена между урожайностью и ГТК в период от выметывания до восковой спелости ($r=-0,98...-0,99$).

По средней за годы исследований урожайности выделили сорт Багет (4,44 т/га) и линию 4h12 (4,34 т/га), при этом зависимости формирования продуктивности у линии 4h12 от гидротермических условий не наблюдали, как в целом за период вегетации ($r=0,58$), так и в межфазный период «выметывание – восковая спелость» ($r=-0,36$).

Продуктивная кустистость один из наиболее важных элементов структуры урожая. Известно, что у голозерных форм овса она больше, чем у плёчатых [12]. Средняя за годы изучения величина этого показателя была равна 1,14 шт. (табл. 4). В условиях вегетации 2020–2021 гг. у большинства линий отмечали наименьшую продуктивную кустистость – 1,0...1,1 стебля на растение, в 2019 г. величина этого показателя у линии 1h12o достигала 1,5 шт. на растение. Средняя в исследованиях продуктивная кустистость была выше, чем у стандарта (1,15 шт.), у сорта Багет (1,2 шт.) и линии 1h12o (1,23 шт.).

Среднее количество колосков в метёлке у стандарта Вятский составляло 24,77 шт., на одном уровне оно было у линии 4h12 (24,73 шт.). Количество зёрен в

метёлке – один из наиболее важных признаков, определяющих продуктивность метелки и урожайность сорта. У линии 4h12 оно было значимо выше, чем у стандарта, в 2019 и 2020 гг. Кроме того, для нее показана наибольшая в исследованиях масса зерна с метелки (1,24 г) и растения (1,33 г).

Выводы. Установлено положительное влияние температуры по показателю ГТК на формирование урожайности овса голозерного значимое за период от всходов до выметывания ($r=0,83...0,84$) и от достоверного ($r=0,81$) до не существенного ($r=0,34...0,73$) за период вегетации. Сортвая реакция изученных генотипов на состояние агроклиматических факторов указывает на необходимость использования в производстве сортов способных формировать экономически значимую урожайность вне зависимости от влияния температуры и осадков по годам. По результатам исследований выделена и отнесена к перспективным для использования в производстве линия 4h12 с наибольшей в условиях засухи урожайностью (1,66 т/га, к стандарту + 0,65 т/га). Она передана в 2022 г. на государственное сортоиспытание как сорт Нижегородец.

Литература

1. Баталова Г. А. Вегетационный период овса голозерного // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2015. №2 (45). С. 4–9. doi: 10.30766/2072-9081.2015.45.2.04-09.
2. Николаев Н. П., Юсова О. А. Голозерный овес в условиях Западной Сибири // *Сборник материалов 11-й Всероссийской конференции молодых учёных и специалистов*. Краснодар: ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021. С. 211–216. doi: 10.25230/conf11-2021-211-216.
3. Иванова Ю. С., Фомина М. Н. Урожайность голозерных коллекционных образцов овса голозерного в условиях Северной лесостепи Тюменской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 5 (60). С. 4–8.
4. Особенности подбора сортов овса и ячменя для использования в технологии получения белково-липидно-углеводных композиций со сбалансированным нутриентным составом / Л. В. Гапонова, Т. А. Полежаева, Г. А. Матвеева и др. // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2021. № 4. С. 118–131. doi: 10.36107/spfp.2021.252.
5. Bioactive Components in Oat and Barley Grain as a Promising Breeding Trend for Functional Food Production / N. A. Shvachko, I. G. Loskutov, T. V. Semilet, et al. // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 8. Article 2260. URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/8/2260> (дата обращения: 09.06.2022). doi: 10.3390/molecules26082260.
6. Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena sp.*) / S. Leonova, T. Shelenga, M. Hamberg, et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. No. 17. P. 7983–7991. doi: 10.1021/jf800761c.
7. Изучение биологической ценности белка зерна овса голозерного / Е. Н. Шабопкина, С. Н. Шевченко, Г. А. Баталова и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. №2 (34). С. 78–83. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11173.
8. Singh R., De S., Belkheir A. *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. Vol. 53. No. 2. P. 126–144. doi: 10.1080/10408398.2010.526725.

9. Многоликая проблема непереносимости глютена / М. А. Ливзан, М. Ф. Осипенко, Н. В. Заякина и др. // *Клиническая медицина*. 2018. Т. 96 (2). С. 123–128. doi: 10.18821/0023-2149-2018-96-2-123-128.
10. Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia // *Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment*. 2017. No 9. P. 82–94. doi: 10.1515/ausae-2017-0008.
11. Переведенцев Ю. П., Френкель М. О., Шаймарданов М. З. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области / науч. ред. Э.П. Наумов. Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. 242 с.
12. Магарамов Б. Г., Муслимова И. Б., Куркиев К. У. Параметры продуктивной кустистости овса в зависимости от агротехнических приемов и условий выращивания // *Научная жизнь*. 2019. Т.14 № 9 (97). С. 1424–1431. doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1424-1431.

Поступила в редакцию 27.10.2022
После доработки 30.11.2022
Принята к публикации 28.12.2022