

ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛОСЬЕВ ШАРОЗЕРНОЙ ПШЕНИЦЫ В КАЧЕСТВЕ КОРМА

Ю. А. Иванов¹, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, В. И. Пахомов^{2,3}, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, С. В. Брагинцев^{2,3}, Д. В. Рудой³, доктора технических наук, О. Н. Бахчевников², кандидат технических наук

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
филиал Института механизации животноводства,
108823, Москва, поселение Рязановское, пос. Знамя Октября, 31
E-mail: ros-plem@mail.ru

²Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., Зерноград, Научный городок, 3
E-mail: oleg-b@list.ru

³Донской государственный технический университет,
344003, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
E-mail: spu-38@donstu.ru

В последние годы увеличился интерес к выращиванию нетрадиционных зерновых колосовых культур и изучению возможности их использования в качестве сырья для приготовления корма. Одна из таких перспективных культур – шарозерная пшеница (*Triticum sphaerococcum* Percival). Цель исследования – определение питательной ценности колосьев шарозерной пшеницы в разные фазы спелости для использования в качестве сырья при производстве кормов в сравнении с мягкой пшеницей, и установление рациональных сроков их уборки на кормовые цели. Уборку проводили путем очеса без обмолота и разделения в разные фазы созревания. Корм готовили из зернового вороха. Химический анализ проб осуществляли по стандартным методикам. Наилучший срок уборки шарозерной пшеницы для приготовления корма из ее колосьев – фаза середины восковой спелости, когда они содержат максимальное количество незаменимых аминокислот и минимальное количество клетчатки. Корм, приготовленный из колосьев шарозерной пшеницы, характеризуется лучшим качеством, чем корм из мягкой пшеницы, в частности он отличается повышенным содержанием суммы незаменимых аминокислот (на 1,06...2,23 %) и отдельных аминокислот (на 1...5 %). Это открывает возможности для использования культуры при приготовлении кормов с целью улучшения качества белка. Недостаток корма из шарозерной пшеницы заключается в повышенном (на 4...10 %), по сравнению с мягкой пшеницей, содержании клетчатки. Зерновой ворох (колосья) шарозерной пшеницы, убранный очесом без обмолота в фазе начала и середины восковой спелости, может быть источником сырья, обеспечивающего повышение питательной ценности кормов.

NUTRITIVE VALUE OF INDIAN DWARF WHEAT EARS AS FEED

Yu. A. Ivanov¹, V. I. Pakhomov^{2,3}, S. V. Braginets^{2,3}, D. V. Rudoy³, O. N. Bakhchevnikov²

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Branch Institute of Mechanisation of Animal Husbandry,
108823, Moskva, poselenie Ryazanovskoe, pos. Znamya Oktyabrya, 31
E-mail: ros-plem@mail.ru

²Agricultural Research Centre Donskoy,
347740, Rostovskaya obl., Zernograd, Nauchnyi gorodok, 3
E-mail: oleg-b@list.ru

³Don State Technical University,
344003, Rostov-na-Donu, pl. Gagarina, 1
E-mail: spu-38@donstu.ru

Interest in growing ancient wheat species and studying the possibility of their use as raw material for feed preparation has increased recently. Indian dwarf wheat (*Triticum sphaerococcum* Percival) is one of the promising grain crops. The aim of the study was to determine the nutritive value of ears of Indian dwarf wheat in different phases of ripeness for use as raw material in the production of feed in comparison with soft wheat and to determine the rational time frame of their harvesting for feed preparation. Harvesting was carried out by combing without threshing and separation of grain heap in different phases of maturity. The feed was prepared from the grain heap. Chemical analyses of feed samples were performed according to standard methods. The mid-wax ripeness phase is the optimum harvesting time of Indian dwarf wheat for preparation of feed from its ears. Its ears in this phase contain maximum essential amino acids and minimum cellulose. Feed prepared from ears of Indian dwarf wheat has a better quality than feed from soft wheat, as it contains 1.06–2.23 % more of the sum of essential amino acids and 1–5 % more of individual amino acids. This allows the crop to be used in feed preparation to improve protein quality. But its 4–10 % more higher cellulose content than feed from soft wheat is a disadvantage. Grain heap (ears) of Indian dwarf wheat, harvested without threshing in the phase of early wax and mid-wax ripeness, can be a source of increasing the nutritive value of feeds, as it contains more essential amino acids than soft wheat.

Ключевые слова: шарозерная пшеница, колос, зерновой ворох, ранние фазы спелости, протеин, незаменимые аминокислоты, корм.

Key words: Indian dwarf wheat, ear, grain heap, early stages of ripeness, protein, essential amino acids, feed.

Одна из проблем сельского хозяйства в России – низкое содержание протеина, в том числе незаменимых аминокислот, в продукции таких традиционных зерновых культурах, как мягкая пшеница и ячмень [1]. Поэтому увеличился интерес к изучению мало распространенных зерновых колосовых культур и определению возможности их использования в качестве сырья для приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и рыб [2].

Среди нетрадиционных зерновых культур выделяется группа таких редких пшениц, как персидская

(*Triticum persicum* Vavilov), шарозерная (индийская) (*Triticum sphaerococcum* Percival), двузернянка (*Triticum dicoccum* Schrank) и др. [3]. Эти виды были распространены в древности, но на сегодняшний день вытеснены из культуры более урожайной мягкой пшеницей (*Triticum aestivum* L.) [4]. В то же время, несмотря на меньшую урожайность, они имеют ряд таких полезных свойств, как устойчивость к болезням и полеганию, а также большее содержание белка [5].

По мнению селекционеров, из перечисленных видов пшеницы наиболее приспособлена к интенсивной технологии воз-

делывания шарозерная, которая при меньшей урожайности, отличается устойчивостью к полеганию и скороспелостью [6]. В нашей стране ее селекцией занимается «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко», где созданы сорта озимой шарозерной пшеницы, пригодные для возделывания на юге России [7].

Так как шарозерная пшеница сравнительно новая культура для современного сельского хозяйства, известны единичные результаты исследований ее питательной ценности и усвояемости в качестве корма для сельскохозяйственных животных и рыб [8], что вызывает необходимость дополнительного изучения ее кормовой ценности, причем не только при полном созревании, но и в ранние фазы спелости, когда возможно и целесообразно использовать не только зерно, но и незерновую часть колоса для увеличения питательной ценности.

Цель исследования – изучение питательной ценности колосьев шарозерной пшеницы в разные фазы спелости для определения возможности их использования в качестве сырья при производстве кормов, в сравнении с мягкой пшеницей, и установления рациональных сроков уборки на кормовые цели.

Методика. Работу проводили в 2022–2023 гг. на юге Ростовской области. Выращивали озимую мягкую пшеницу (*Triticum aestivum* L.) сорта Амбар и озимую шарозерную пшеницу (*Triticum sphaerococcum* Percival) сорта Еремеевна. Обе культуры высевали на одном поле и выращивали по одинаковой технологии с внесением равного количества минеральных удобрений. Полевой опыт двухфакторный (фактор А – культура, фактор В – фаза созревания зерна при уборке), повторность – 3-кратная. Площадь опытной делянки – 60 м², учетной делянки – 20 м².

Предшественник – черный пар. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, pH – 7,0, содержание гумуса (по Тюрину) – 3,2 %, общего азота (по ГОСТ Р 58596–2019) – 28,6 мг/кг, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 20...25 мг/кг, обменного калия (по Мачигину) – 300...350 мг/кг. В период вегетации 2022–2023 гг. наблюдали небольшое превышение количества осадков (на 3 %) и средней температуры воздуха (на 2 °C) над средне-многолетней нормой.

Посев осуществляли сеялкой СС-11 «Альфа». Норма высева семян – 230 кг/га (5,2 млн всхожих семян на 1 га). Одновременно с посевом вносили аммофос в дозе 100 кг/га. Далее были проведены две подкормки минеральными удобрениями (аммиачная селитра в дозе 70 кг/га) в фазы весеннего кущения и выхода в трубку.

Уборку пшеницы проводили путем очеса без обмолота и разделения зернового вороха (зерно и незерновая часть колоса) [9] очесывающей жаткой в различные сроки, соответствующие конкретным фазам созревания зерна: 1 – молочная спелость, 2 – тестообразная спелость, 3 – начало восковой спелости, 4 – середина восковой спелости, 5 – конец восковой спелости, 6 – полная спелость.

Из убранного зернового вороха готовили корм для двухлетнего карпа по новой технологии, включающей операции экспандирования при температуре 35...40 °C, сушки до влажности 14...18 %, измельчения в дробилке и гранулирования в грануляторе с горизонтальной плоской матрицей (рис. 1) [10].

Пробы произведенного корма отбирали по ГОСТ ISO 6497–2014 и готовили к анализу по ГОСТ ISO 6498–2014. Химический анализ проб проводили по стандартным методикам с определением содержания протеина, жиров, β-каротина, клетчатки и золы. Содержание в корме незаменимых аминокислот определяли на приборе «Капель-104Т» методом капиллярного электрофореза по ГОСТ Р 55569–2013, содержание β-каротина – методом

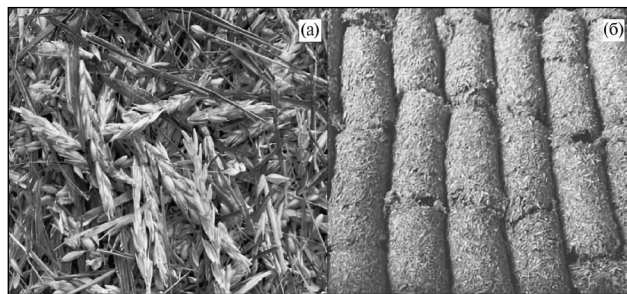


Рис. 1. Зерновой ворох (а) и корм (б) из колосьев мягкой пшеницы, убранных в фазе начала восковой спелости.

HPLC (хроматографии в тонком слое сорбента) [11].

Статистическую достоверность обработки результатов эксперимента определяли методом дисперсионного анализа с использованием критерия Стюдента при 5 %-ном уровне значимости (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.).

Установленные в результате анализа величины показателей питательной ценности корма из колосьев шарозерной пшеницы, убранной в разные фазы спелости, сравнивали между собой и с аналогичными показателями корма из мягкой пшеницы, которая служила контролем.

Кроме того, был рассчитан аминокислотный скор по лимитирующим аминокислотам для кормов из колосьев, убранных во все фазы спелости [12]. При этом содержание незаменимых аминокислот в корме сравнивали с их долей в «идеальном» корме для двухлетнего карпа [13].

Результаты и обсуждение. Изменение содержания протеина в колосьях изучаемых зерновых культур по мере созревания происходило различным образом (рис. 2). В колосьях мягкой пшеницы содержание протеина с начала созревания (12,91 %) постепенно достоверно возрастает на 1,95 %, достигая максимума 14,86 % в фазе середины восковой спелости, а затем резко снижается на 2,2 % до минимального уровня 12,66 % при полной спелости. Напротив, в корме из колосьев шарозерной пшеницы максимальное содержание протеина 15,66 % наблюдали в фазе тестообразной спелости, после чего оно достоверно снижается на 2,65 % до минимума 13,01 % при полной спелости. Величина этого показателя в корме из колосьев обеих культур, убранных в начале и середине восковой спелости, находится примерно на одном уровне.

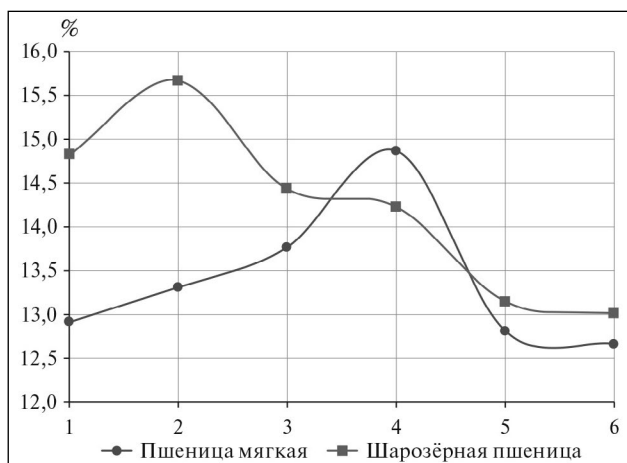


Рис. 2. Изменение содержания протеина в корме из колосьев пшениц разных видов в процессе созревания (HSP_{05} по фактору культура – 0,83 %, фаза созревания – 0,75 %): 1–6 – фазы созревания зерна.

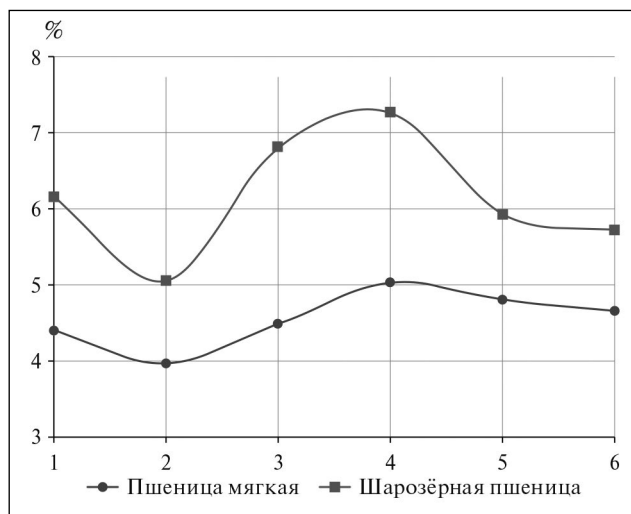


Рис. 3. Изменение суммарного содержания незаменимых аминокислот в корме из колосьев пшеницы разных видов в процессе созревания (НСР₀₅ по фактору культура – 1,6 %, фаза созревания – 1,35 %): 1–6 – фазы созревания зерна

Содержание протеина в корме из колосьев шарозерной пшеницы в фазы молочной и тестообразной спелости, было выше, чем в корме из мягкой пшеницы, на 1,91...2,35 %, в фазы восковой и полной спелости величины этого показателя различались незначительно.

В результате химического анализа в кормах из колосьев пшеницы было определено суммарное содержание в них незаменимых аминокислот (рис. 3). В отличие от содержания протеина, суммарное количество незаменимых аминокислот у изучаемых культур по мере созревания изменялось сходным образом. Наименьшим оно было в фазе тестообразной спелости: мягкая пшеница – 3,96 %, шарозерная – 5,05 %. После этого величина этого показателя достоверно возрастала соответственно на 1,07 % и 2,21 %, достигая максимума (5,03 % и 7,26 %) в середине восковой спелости, затем достоверно снижалось на 0,38 % и 1,55 % к концу созревания (до 4,65 и 5,71 %).

При этом содержание незаменимых аминокислот в корме из колосьев шарозерной пшеницы превосходит величину этого показателя в продукте из колосьев мягкой пшеницы во все фазы созревания на 1,06...2,23 % (при НСР₀₅ по фактору культура – 1,6 %). Изменение содержания в корме из колосьев изучаемых культур отдельных незаменимых аминокислот в основном подчинялось тем же закономерностям, что и их суммарное количество (табл. 1). При этом в корме из колосьев обоих видов пшеницы величины этих показателей, особенно для лизина и суммы аминокислот, были ниже требуемых во все фазы созревания соответственно на 1,3...1,6 % и 5...8 %. Тем не менее, продукт из шарозерной пшеницы

достоверно отличался повышенным содержанием большинства незаменимых аминокислот и их суммы, по сравнению с кормом из мягкой пшеницы, на 1...2 %.

Для полноценного питания рыб имеет значение не только уровень содержания незаменимых аминокислот в корме, но и их соотношение, то есть сбалансированность, по сравнению с «идеальным» кормом, выражаемая аминокислотным скором. Был вычислен аминокислотный скор для корма из колосьев всех фаз созревания (табл. 2).

Корм из колосьев шарозерной пшеницы обладает более сбалансированным аминокислотным составом с лучшими значениями сора по всем аминокислотам, кроме аргинина, чем у мягкой пшеницы. Наилучшие значения аминокислотного сора имеет корм из колосьев шарозерной пшеницы, убранной в середине восковой спелости. Тем не менее по большинству незаменимых аминокислот его величины были недостаточными, за исключением удовлетворительного сора по треонину и триптофану. Лимитирующие незаменимые аминокислоты для корма из колосьев шарозерной пшеницы – аргинин и лизин.

Результаты химического анализа корма из колосьев по остальным питательным веществам (табл. 3) свидетельствуют, что продукт из шарозерной пшеницы характеризуется значительно более высоким содержанием клетчатки, чем корм из мягкой пшеницы, на 4...10 %. Причем, в отличие от последнего, оно минимально (17,35...18,65 %) при уборке колосьев в фазы начала и середины восковой спелости, после чего постепенно возрастает на 3,43 % до 20,78 % в фазе полной спелости. Так как клетчатка плохо переваривается организмом рыб, это отрицательный фактор, который можно минимизировать путем уборки колосьев шарозерной пшеницы в начале и середине восковой спелости.

По содержанию жиров в корме из колосьев изучаемых культур достоверных различий не установлено. Содержание минеральных веществ (зола) в продукте из колосьев шарозерной пшеницы было выше, чем в корме из мягкой, во все фазы созревания на 0,29...0,59 %.

Содержание β-каротина в корме из колосьев всех изученных культур с начала формирования зерна возрастало, достигая максимума 0,98...1,02 мг/кг к концу восковой спелости, после чего снижалось при достижении полной спелости до 0,61...0,65 %. Достоверных различий между величинами этих показателей в зависимости от вида пшеницы во все фазы спелости не наблюдали.

Выводы. Корм для карпа из колосьев шарозерной пшеницы по содержанию протеина, незаменимых аминокислот, жира, золы, клетчатки и β-каротина не уступает традиционному корму из мягкой пшеницы. При этом содержание жиров и β-каротина в корме из колосьев мягкой и шарозерной пшеницы, убранных во все фазы спелости, достоверно не различается.

Рациональные сроки уборки колосьев шарозерной пшеницы на кормовые цели – начало и середина восковой спелости,

Табл. 1. Содержание незаменимых аминокислот в корме из колосьев мягкой и шарозерной пшеницы разных фаз созревания, % сухого вещества

Аминокислота	Фаза созревания зерна												НСР ₀₅ **	«Идеальный»корм
	1		2		3		4		5		6			
	М*	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш		
Аргинин	0,70	0,71	0,67	0,55	0,76	0,66	0,77	0,58	0,80	0,57	0,70	0,56	0,13	1,90
Валин	0,48	0,80	0,43	0,59	0,47	0,58	0,53	0,76	0,52	0,66	0,48	0,66	0,12	1,48
Гистидин	0,35	0,28	0,25	0,29	0,30	0,39	0,31	0,44	0,26	0,40	0,35	0,40	0,06	0,72
Лизин	0,45	0,62	0,38	0,48	0,48	0,57	0,51	0,62	0,47	0,44	0,45	0,40	0,07	2,00
Лейцин														
+изолейцин	0,99	1,50	0,89	1,40	0,98	1,99	1,18	1,94	1,13	1,70	0,99	1,59	0,66	3,00
Метионин	0,22	0,43	0,24	0,24	0,26	0,33	0,30	0,34	0,25	0,26	0,22	0,23	0,06	0,70
Треонин	0,69	0,91	0,65	0,68	0,72	1,15	0,87	1,40	0,84	0,81	0,69	0,79	0,21	1,20
Триптофан	0,11	0,40	0,10	0,38	0,12	0,48	0,14	0,50	0,12	0,44	0,11	0,43	0,32	0,60
Фенилаланин	0,41	0,50	0,35	0,44	0,40	0,66	0,42	0,68	0,41	0,65	0,41	0,65	0,20	1,40
Всего	4,40	6,15	3,96	5,05	4,49	6,81	5,03	7,26	4,80	5,93	4,40	5,71	1,60	13,00

*М – корм из мягкой пшеницы, Ш – корм из шарозерной пшеницы;

**по фактору культура.

Табл. 2. Аминокислотный скор корма из колосьев пшениц разных видов, убранных в различные фазы созревания зерна

Аминокислота	Фаза созревания зерна											
	1		2		3		4		5		6	
	М*	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш	М	Ш
Аргинин	0,37	0,37	0,35	0,29	0,40	0,35	0,41	0,31	0,42	0,30	0,37	0,29
Валин	0,24	0,40	0,22	0,30	0,24	0,29	0,36	0,51	0,26	0,33	0,24	0,33
Гистидин	0,25	0,20	0,18	0,21	0,21	0,28	0,43	0,61	0,19	0,29	0,25	0,29
Лизин	0,63	0,86	0,53	0,67	0,67	0,79	0,26	0,31	0,65	0,61	0,63	0,56
Лейцин+												
изолейцин	0,33	0,50	0,30	0,47	0,33	0,66	0,39	0,65	0,38	0,57	0,33	0,53
Метионин	0,31	0,61	0,34	0,34	0,37	0,47	0,43	0,49	0,36	0,37	0,31	0,33
Треонин	0,47	0,61	0,44	0,46	0,49	0,78	0,73	1,17	0,57	0,55	0,47	0,53
Триптофан	0,09	0,33	0,08	0,32	0,10	0,40	0,23	0,83	0,10	0,37	0,09	0,36
Фенилаланин	0,68	0,83	0,58	0,73	0,67	1,10	0,30	0,49	0,68	1,08	0,68	1,08
Всего	0,34	0,47	0,30	0,39	0,35	0,52	0,41	0,31	0,37	0,46	0,34	0,44

*М – корм из мягкой пшеницы, Ш – корм из шарозерной пшеницы.

когда содержание протеина в изготовленном из них корме удовлетворительное, незаменимых аминокислот – максимальное, а клетчатки – наименьшее. Корм, приготовленный из колосьев шарозерной пшеницы, убранных в рациональные сроки, отличается лучшим аминокислотным профилем и на 1,06...2,23 % большим содержанием незаменимых аминокислот, чем корм из мягкой пшеницы, а значит, и лучшей питательной ценностью. Это позволяет использовать сырье нетрадиционной культуры при приготовлении кормов для улучшения качества белка. Недостаток корма из колосьев шарозерной пшеницы – на 4...10 % большее, чем у продукта из мягкой пшеницы, содержание клетчатки.

Табл. 3. Результаты химического анализа корма из колосьев пшениц разных видов, убранных различные фазы созревания

Фаза созревания зерна	Жир, %		Зола, %		Клетчатка, %		β-каротин, мг/кг	
	мягкая	шарозерная	мягкая	шарозерная	мягкая	шарозерная	мягкая	шарозерная
Молочная	2,09	2,15	3,96	6,29	13,01	23,53	0,60	0,59
Тестообразная	2,29	2,81	4,02	6,40	13,31	20,50	0,62	0,62
Начало восковой	2,51	2,11	4,03	6,40	13,52	17,35	0,63	0,64
Середина восковой	2,23	2,17	4,25	6,06	11,88	18,65	0,78	0,81
Конец восковой	2,03	1,93	4,08	5,84	11,54	20,05	0,98	1,02
Полная	2,02	1,89	4,07	5,81	11,50	20,78	0,61	0,65
НСР ₀₅								
по фактору А	0,02		2,07		7,68		0,02	
НСР ₀₅								
по фактору В	0,06		1,74		3,83		0,01	

Зерновой ворох (колосья) шарозерной пшеницы, убранный очесом без обмолота в начале и середине восковой спелости, может стать источником сырья, обеспечивающего повышение питательной ценности корма, так как содержит больше незаменимых аминокислот, чем продукция из колосьев мягкой пшеницы.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета «Аграрный научный центр «Донской» в рамках Государственного задания (тема № 0505–2022–0007).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Питательная ценность кормов растительного происхождения / Т. В. Жарёхина, Л. Н. Шаяхметова, Э. Р. Гайнутдинова и др. // *Ница Татарстана*. 2019. № 1–2. С. 61–64.
2. Сухова О. В. Использование новых видов зерновых культур как важнейшая задача современного аграрного сектора Нижегородской области (на примере зерна тритикале) // *Вестник НГИЭИ*. 2012. № 2. С. 118–129.
3. Arzani A., Ashraf M. Cultivated ancient wheats (*Triticum spp.*): A potential source of health-beneficial food products // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017. Vol. 16. No. 3. P. 477–488. doi: 10.1111/1541-4337.12262.
4. Shewry P. R., Hey S. Do «ancient» wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? // *Journal of Cereal Science*. 2015. Vol. 65. P. 236–243. doi: 10.1016/j.jcs.2015.07.014.
5. Low molecular phytochemicals of Indian dwarf (*Triticum sphaerococcum* Percival) and Persian wheat (*T. carthlicum* Nevski) grain / M. Skrajda-Brdak, I. Konopka, M. Tańska, et al. // *Journal of Cereal Science*. 2020. Vol. 91. P. 102887. URL: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521019307593?via%3Dihub> (дата обращения: 20.12.2023). doi: 10.1016/j.jcs.2019.102887.
6. Ancient wheat species (*Triticum sphaerococcum* Perc. and *T. persicum* Vav.) in organic farming: Influence of sowing density on agronomic traits, pests and diseases occurrence, and weed infestation / M. Szczepanek, G. Lemańczyk, R. Lamparski et al. // *Agriculture*. 2020. Vol. 10. No. 11. P. 556. URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/11/556> (дата обращения: 20.12.2023). doi: 10.3390/agriculture10110556.
7. Этапы и результаты селекции шарозерной пшеницы (*T. sphaerococcum* Perc.) в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко (Часть 1) / Л. А. Беспалова, А. Н. Боровик, Ф. А. Колесников и др. // *Зерновое хозяйство России*. 2015. № 2. С. 40–44.
8. Оценка экзотических форм пшеницы и тритикале при кормлении цыплят / В. Г. Рядчиков, Л. А. Беспалова, А. Н. Боровик и др. // *Птицеводство*. 2018. № 11–12. С. 13–19.
9. Buryanov A., Chervyakov I. Using combines for cleaning grain crops by non-traditional technologies // *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 58. No 3. P. 27–32. doi: 10.35633/INMATEH-59-03.
10. Технология производства гранулированного корма из необмолоченного зернового вороха / Д. В. Рудой, С. В. Брагинцев, В. И. Пахомов и др. // *Техника и технологии в животноводстве*. 2022. № 3. С. 48–52. doi: 10.51794/27132064-2022-3-48.
11. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β-carotene in vegetables / A. O. Barba, M. C. Hurtado, M. S. Mata et al. // *Food Chemistry*. 2006. Vol. 95. No. 2. P. 328–336. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.02.028.
12. Количественный и качественный аминокислотный анализ альтернативных источников протеина в комбикормах / Р. В. Урсу, Ю. А. Гусева, С. Ю. Пигина и др. // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 4. С. 362–369. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-44.
13. Способы нормирования кормления искусственными кормами при выращивании двухлетнего карпа до товарной массы в прудах / Ю. А. Желтов, А. И. Дворецкий, В. В. Микитюк и др. // *Рибне господарство України*. 2013. № 3. С. 32–39.

Поступила в редакцию 23.01.2024

После доработки 26.02.2024

Принята к публикации 02.04.2024