

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРАКЦИОНИРОВАННОЙ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ МУКИ ИЗ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ В РАЦИОНАХ ПЕРЕПЕЛОВ

Мерзлякова О.Г., ✉ Рогачёв В.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: helmmet@mail.ru

Представлены результаты эксперимента по использованию в рационе выращиваемых перепелов белково-витаминной муки из пшеничных отрубей, разделенной на фракции с размером частиц 140, 400 и 800 мкм. Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике на перепелах японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре аналогичные группы (одна контрольная и три опытные) по 80 гол. в каждой. Все группы получали комбикорм (основной рацион), приготовленный с учетом возраста и физиологических особенностей перепелов, но в рационе молодняка 1, 2 и 3-й опытных групп часть пшеницы (7%) заменили пшеничной белково-витаминной мукой трех фракций с размером частиц 140, 400 и 800 мкм соответственно. Птицу содержали в клеточной батарее при соблюдении требуемых условий микроклимата. Изучено влияние скармливания фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей на сохранность поголовья, интенсивность роста цыплят, показатели мясной продуктивности и гематологические показатели, изменение видового состава микроорганизмов желудочно-кишечного тракта. Определены оптимальные по эффективности продуктивного и физиологического действия фракции муки из пшеничных отрубей при использовании их в качестве нового кормового средства в рационах перепелов. При введении в комбикорм перепелов белково-витаминной муки из пшеничных отрубей с размером частиц 140 и 400 мкм в количестве 7% от зерновой части рациона повысились сохранность птицы на 3,0%, среднесуточный прирост живой массы на 2,30 и 5,59%, масса потрошеной тушки на 4,5 и 6,16%, содержание белка в мясе на 0,84 и 0,57%. Скармливание перепелам муки различных фракций не оказало положительного влияния на конверсию корма в продукцию. Биохимические показатели крови цыплят оставались в пределах физиологической нормы. Фракционированная белково-витаминная мука с размером частиц 400 и 800 мкм стимулировала рост бифидобактерий, с размером частиц 140 и 800 мкм сдерживала развитие кишечной палочки.

Ключевые слова: перепела, комбикорм, белково-витаминная мука, фракции, сохранность, живая масса, микрофлора

THE USE OF FRACTIONATED PROTEIN-VITAMIN FLOUR FROM WHEAT BRAN IN THE DIETS OF QUAILS

Merzlyakova O.G., ✉ Rogachev V.A.

Siberian Federal Research Centre for AgroBiotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: helmmet@mail.ru

The results of the experiment on the use of protein-vitamin flour from wheat bran, divided into fractions with particle size of 140, 400 and 800 μm in the diet of domesticated quails are presented. The experiment lasted for 60 days and was carried out according to the generally accepted methods on quails of the Japanese breed, formed in four similar groups (one control and three experimental), 80 heads each, at the age of one-day old. All groups received compound feed (the main diet), prepared taking into account the age and physiological characteristics of quails, but in the bird diet of the 1st, 2nd and 3rd experimental groups, part of the wheat (7%) was replaced with wheat protein-vitamin flour of three fractions with a particle size of 140, 400 and 800 μm , respectively. The poultry was kept in a battery cage under required microclimate conditions. The effect of feeding fractionated protein-vitamin flour from wheat bran was studied on the survival rate of quail chicks,

their growth rate, indicators of meat productivity and hematological parameters, changes in the species composition of microorganisms of the gastrointestinal tract. The optimal fractions of wheat bran flour as the new feed in the diets of quails were determined in terms of efficiency of their productive and physiological action. The introduction of protein-vitamin flour from wheat bran into the compound feed of quails with a particle size of 140 and 400 μm in the amount of 7% of the grain part of the diet increased the survival rate of quail chicks by 3.0%, the average daily gain in live weight by 2.30 and 5.59%, the weight of eviscerated bird carcass by 4.5 and 6.16%, protein content in meat by 0.84 and 0.57%. Feeding the quails with flour of various fractions did not have a positive effect on the conversion of feed into produce. The biochemical parameters of the quail chicks' blood remained within the physiological norm. Fractionated protein-vitamin flour with a particle size of 400 and 800 μm stimulated the growth of bifidobacteria, and with a particle size of 140 and 800 μm inhibited the development of *Escherichia coli*.

Keywords: quail, compound feed, protein-vitamin flour, fractions, survival rate, live weight, microflora

Для цитирования: Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А. Использование фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей в рационах перепелов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 2. С. 65–72. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-8>

For citation: Merzlyakova O.G., Rogachev V.A. The use of fractionated protein-vitamin flour from wheat bran in the diets of quails. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 2. pp. 65–72. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-8>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

К числу одной из наиболее распространенных инноваций в животноводстве относится использование кормовых добавок, позволяющих сбалансировать рационы по нормируемым элементам питания и сделать их более полноценным. Система кормления, основанная на применении различных кормовых добавок, – оптимальный способ повышения продуктивности животных, снижения расхода кормов на единицу продукции и улучшения ее качества.

Перспективной кормовой добавкой для сельскохозяйственной птицы следует считать белково-витаминную муку, получаемую путем размола пшеничных или ржаных отрубей на пальцевой мельнице с дальнейшим фракционированием и рассевом на ситах. Получаемые фракции муки (140, 400, 800 мкм) характеризуются различным гранулометрическим составом. При сортовых помолах пшеницы и ржи от зерна отделяются биологически ценные морфологические части, такие как оболочки, алейроновый слой и зародыш. В алейроновом слое, кото-

рый составляет от 6 до 9% массы зерновки пшеницы, практически отсутствуют целлюлоза и лигнин, но более высокое содержание растворимых пищевых волокон, феруловой кислоты и лигнанов, обладающих значительной антиоксидантной активностью [1–8]. Мелкие фракции муки в большей степени обогащены элементами алейронового слоя и зародыша, содержание белка в которых достигает 35%. Белок получаемых фракций значительно отличается по аминокислотному составу от белков эндосперма и характеризуется лучшей сбалансированностью по аминокислотам [9, 10].

Для оценки продуктивного и физиологического действия фракционированной муки из пшеничных отрубей целесообразно использовать модельный вид домашней птицы – японских перепелов, которые филогенетически тесно связаны с цыплятами-бройлерами (также принадлежат к порядку курообразных семейства Phasianidae). Выводы, сделанные по результатам опытов, проведенных на перепелах, можно перенести и на другие виды птицы [11, 12].

Цель исследований – экспериментально обосновать эффективность использования в кормлении перепелов, выращиваемых до 60-дневного возраста, новой кормовой добавки – фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей.

Задачи исследования – определить влияние кормовой добавки на сохранность и интенсивность роста, показатели мясной продуктивности и биохимические показатели крови, видовой состав микрофлоры кишечника перепелов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике на перепелиной ферме физиологического двора Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН) на перепелах японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре аналогичные группы (одна контрольная и три опытные) по 80 гол. в каждой¹.

Условия содержания птицы и микроклимат в клеточной батарее соответствовали зоотехническим требованиям. Всем подопытным перепелам скармливали одинаковый комбикорм (основной рацион), приготовленный с учетом возраста и физиологических особенностей данного вида птицы.

Межгрупповые различия заключались в следующем: молодняк контрольной группы потреблял только комбикорм, птице 1, 2 и 3-й опытных групп часть пшеницы (7%) основного рациона заменили белково-витаминной мукой из пшеничных отрубей, разделенной на фракции с размером частиц 140, 400 и 800 мкм соответственно. Фракционированная мука из пшеничных отрубей (кормовая добавка), используемая в эксперименте, выработана на опытном стенде Сибирского филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН (см. табл. 1).

Фракционированная белково-витаминная мука из пшеничных отрубей может иметь различные модели действия: повышение

Табл. 1. Характеристика опытных образцов белково-витаминной муки из пшеничных отрубей, разделенной на различные фракции, %

Table 1. Characteristics of control samples of protein-vitamin flour from wheat bran, divided into various fractions, %

Показатель	Фракции белково-витаминной муки из пшеничных отрубей, мкм		
	140	400	800
Обменная энергия, МДж	13,76	12,98	13,06
Сырой жир	2,28	3,52	3,05
Сырой протеин	17,52	12,36	13,43
Сырая зола	3,93	4,43	5,53
Сырая клетчатка	4,91	9,87	8,02
БЭВ	58,44	56,83	55,65
Кальций	0,625	0,550	0,649
Фосфор	0,763	0,887	1,084
Сумма незаменимых аминокислот	10,493	8,340	9,786
Сумма заменимых аминокислот	10,736	7,402	9,000
Аминокислотный индекс	0,977	1,127	1,087

¹Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. Сергиев Посад, 2000. 33 с.

эффективности использования питательных веществ рационов, активизацию иммунитета животных, стимуляцию роста и развития молодняка, яйценоскости и репродуктивной функции птицы, улучшение и стабилизацию микрофлоры кишечника.

Рационы составляли в соответствии с нормами Всероссийского научно-исследовательского технологического института птицеводства РАН^{2,3}. Комбикорма содержали достаточное количество обменной энергии и основных питательных веществ. Первые 5 дней цыплятам дополнительно к комбикорму скармливали вареные перепелиные яйца с целью улучшения адаптации перепелят к внешней среде. Учет поедаемости кормов осуществляли ежедневно путем взвешивания заданных кормов и их остатков. Ежедневно проводили наблюдение за поведением и состоянием здоровья перепелов.

Контрольные взвешивания птицы проводили при постановке на опыт, в возрасте 30 дней и в 2 мес по окончании периода выращивания. В 60-дневном возрасте произведен убой перепелов (по 3 гол. из каждой группы).

Химический состав корма, муки из пшеничных отрубей и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории СибНИПТИЖа СФНЦА РАН по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Биохимический состав крови птицы определяли в лаборатории биотехнологий Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН.

Состав микрофлоры, выделенной из желудочно-кишечного тракта перепелов, определяли в лаборатории регуляции микробиоцинозов сельскохозяйственных животных и растений СибНИПТИЖа СФНЦА РАН. При изучении микрофлоры пищеварительного тракта птицы использовали анаэробную технику Хангейта и питательные среды (использовали экстракт из фекалий перепелов).

Полученный в опыте цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью программного обеспечения «Microsoft Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Комбикорм для перепелов приготовили в соответствии с основными требованиями для данного вида птицы по сбалансированности, высокой калорийности и необходимой степени измельчения. В состав комбикорма входили следующие компоненты: пшеница фуражная, соя полножирная, жмых подсолнечный, мука рыбная, мука мясокостная, дрожжи кормовые, жиры растительные, минерал Ca/P, мел кормовой, премикс. Процентное содержание ингредиентов комбикорма и его питательность были различными в зависимости от возраста птицы (1–30 и 31–60 дней). В среднем в 100 г комбикорма содержалось 1,26 МДж обменной энергии, 26,4 – сырого протеина, 3,7% сырой клетчатки.

Введение фракционированной муки из пшеничных отрубей в комбикорм перепелов оказало заметное влияние на его поедаемость. В период выращивания (60 дней) птица опытных групп потребила комбикорма на 14,55–25,02% больше по сравнению с контрольными аналогами.

Сохранность поголовья цыплят опытных групп оказалась выше по сравнению с контролем на 2–3% (см. табл. 2).

Перепела 1-й и 2-й опытных групп обладали более высокой энергией роста и лучшей конверсией корма в мясную продукцию. Они превосходили контрольных аналогов по абсолютному приросту живой массы на 2,31 и 5,68%, по среднесуточному приросту на 2,30 и 5,59% ($p > 0,05$).

Результаты контрольного убоя птицы показали, что масса потрошеной тушки перепелов 1-й и 2-й опытных групп была боль-

²Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / под общ. ред. В.И. Фисинина, Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. Сергиев Посад, 2003. 142 с.

³Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М., Имангулов Ш.А. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебник. Сергиев Посад, 2003. 375 с.

Табл. 2. Сохранность, прирост живой массы и затраты корма на единицу прироста у цыплят-перепелов за период выращивания

Table 2. Survival rate, live weight gain and feed use per unit of weight gain of quail chicks during the growing period

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Фракция из муки пшеничных отрубей, мкм	—	140	400	800
Сохранность, %	94	97	97	96
Живая масса, г:				
в начале опыта	8,53 ± 0,08	8,57 ± 0,08	8,61 ± 0,08	8,50 ± 0,07
в 30 дней	112,12 ± 2,23	110,74 ± 2,41	114,46 ± 2,10	106,96 ± 2,26
в 60 дней	190,71 ± 2,61	194,96 ± 2,45	201,14 ± 2,43	189,47 ± 2,69
Абсолютный прирост живой массы, г:				
за 30 дней	103,59 ± 2,06	102,17 ± 2,22	105,85 ± 1,94	98,46 ± 3,08
за 60 дней	182,18 ± 2,49	186,39 ± 2,34	192,53 ± 2,33	180,97 ± 2,57
Среднесуточный прирост живой массы, г:				
за 30 дней	3,45 ± 0,07	3,41 ± 0,07	3,53 ± 0,06	3,28 ± 0,07
за 60 дней	3,04 ± 0,04	3,11 ± 0,04	3,21 ± 0,04	3,02 ± 0,04
Потреблено кормов, кг	1,251	1,433	1,564	1,433
Затраты корма на 1 г прироста, г	6,87	7,74	8,12	7,97

ше, чем в контрольной группе, на 4,50 и 6,16%, убойный выход выше на 1,73 и 3,25% ($p > 0,05$) (см. табл. 3). Птица 3-й опытной группы уступала контрольным аналогам по массе потрошеной тушки на 3,09%.

В мясе птицы 1–3-й опытных групп по сравнению с контрольными аналогами содержалось меньше сухого вещества (на 2,94, 3,35 и 4,31%), а также жира (в 1,96; 2,02 и 3,37 раза), но было больше белка (на 0,84; 0,57 и 0,83%) (см. табл. 4). Мясо птицы опытных групп имело лучшую сбалансиро-

ванность по аминокислотам, о чем свидетельствует более высокий (в 1,17–1,50 раза) аминокислотный индекс.

Биохимические показатели крови отражают состояние организма птицы и тесно связаны с ее продуктивностью. Отмечено увеличение общего белка в сыворотке крови цыплят-перепелов 3-й опытной группы на 8,71 г/л (21,69%) по сравнению с контролем и на 9,36–10,36 г/л (24,87–26,91%) по сравнению с 1-й и 2-й опытными группами. Эта тенденция касается и содержания в крови

Табл. 3. Результаты убоя подопытной птицы

Table 3. Results of slaughter of experimental poultry

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Фракция из муки пшеничных отрубей, мкм	—	140	400	800
Предубойная живая масса, г	185,67 ± 0,67	189,67 ± 0,67	189,00 ± 0,58	177,67 ± 0,67
Масса потрошеной тушки, г	140,67 ± 0,88	147,00 ± 4,16	149,33 ± 0,88	136,33 ± 1,76
Убойный выход, %	75,76 ± 0,33	77,49 ± 1,93	79,01 ± 0,23	76,73 ± 0,80

Табл. 4. Химический состав мяса цыплят перепелов, %**Table 4.** Chemical composition of quail chick meat, %

Показатель	Группа			
	контрольная	контрольная		
		1-я	2-я	3-я
Фракция из муки пшеничных отрубей, мкм	—	140	400	800
Сухое вещество	28,92 ± 0,19	25,98 ± 0,08	25,57 ± 0,30	24,61 ± 0,64
Жир	7,22 ± 0,20	3,69 ± 0,07*	3,57 ± 0,11*	2,14 ± 0,19*
Белок	20,66 ± 0,30	21,50 ± 0,09	21,23 ± 0,25	21,49 ± 0,48
Зола	1,02 ± 0,06	0,93 ± 0,04	0,89 ± 0,03	0,98 ± 0,05
Кальций	0,115 ± 0,003	0,156 ± 0,004	0,155 ± 0,004	0,204 ± 0,006
Фосфор	0,234 ± 0,006	0,229 ± 0,006	0,209 ± 0,003*	0,199 ± 0,005*
Сумма незаменимых аминокислот	8,03	8,36	7,76	7,86
Сумма заменимых аминокислот	10,50	9,38	6,99	6,87
Аминокислотный индекс	0,76	0,89	1,11	1,14

глобулина, креатинина, АСТ и фосфора. В целом изучаемые биохимические показатели всей подопытной птицы варьировали в пределах физиологической нормы.

Как известно, основные представители нормальной микрофлоры кишечника птицы, в том числе перепелов, – бифидо- и лактобактерии. Их конгломераты локализуются на слизистой оболочке кишечника, примыкая к мембранам энтероцитов, а также могут находиться в непосредственной близости от поверхности эпителия в слое муцина, покрывающего мембраны эпителиальных клеток. В кишечнике постоянно присутствует и условно-патогенная микрофлора, активность которой сдерживается общей резистентностью организма. Яркими представителями этой микрофлоры в кишечнике птиц являются энтерококки, стрептококки и кишечная палочка.

В ходе исследования микробиоценоза кишечника перепелов отобран материал для посева на специальные питательные среды с целью определения основных симбионтов и патогенных микроорганизмов. Obligatная микрофлора кишечника молодняка моногастричных животных и птицы представлена преимущественно строгими и факультативными анаэробами.

Кормовые добавки из фракционированной муки, используемые в рационе перепелов 2-й и 3-й опытных групп, стимулировали рост бифидобактерий (увеличение lg КОЕ/г в 1,68 и 1,63 раза). Фракционированная мука, скармливаемая птице 1-й и 3-й опытных групп, сдерживала развитие кишечной палочки (снижение lg КОЕ/г в 1,6 и 1,88 раза) (см. табл. 5).

Табл. 5. Видовой состав микрофлоры кишечника перепелов, lg КОЕ/г**Table 5.** Species composition of microflora intestines of quails, lg CFU/g

Показатель	Группа			
	кон- троль- ная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Фракция из муки пшеничных отрубей, мкм	—	140	400	800
Вид микроорганизма:				
<i>Lactobacillus</i>	9,0	10,1	9,4	10,7
<i>Bifidobacterium</i>	7,3	7,1	12,3	11,9
<i>Enterococcus</i>	6,0	7,3	5,1	7,0
<i>Escherichia coli</i>	3,2	2,0	3,4	1,7

ВЫВОДЫ

1. Оптимальный размер частиц фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей, вводимых в рацион перепелов в количестве 7% от его зерновой части, составляет для выращиваемых в течение 60 дней цыплят 140 и 400 мкм. Скармливание птице комбикорма, состоящего из муки с размером частиц 140 и 400 мкм, увеличивает сохранность молодняка на 3,0%, среднесуточный прирост живой массы на 2,30 и 5,59%, улучшает показатели мясной продуктивности перепелов (повышение массы потрошеной тушки цыплят на 4,50 и 6,16%, содержания белка в мясе на 0,84 и 0,57%).

2. Использование фракционированной муки из пшеничных отрубей в количестве 7% от зерновой части рациона не оказывает положительного влияния на конверсию корма в продукцию.

3. Фракционированная отрубная мука с размером частиц 400 и 800 мкм стимулирует рост бифидобактерий (увеличение Ig КОЕ/г в 1,68 и 1,63 раза), с размером частиц 140 и 800 мкм сдерживает развитие кишечной палочки (снижение Ig КОЕ/г в 1,6 и 1,88 раза).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишняков А., Власов В., Тоньшина Т., Новицкий О., Панин И. Мука зародышей пшеницы в комбикормах // Комбикорма, 2003. № 4. С. 41–42.
2. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки: монография. М.: Агропромиздат, 1989. 368 с.
3. Лукьянчикова Н.Л., Скрибин В.А., Табанюхов К.А. Особенности состава отрубей пшеницы и ржи и их роль в профилактике хронических заболеваний человека. Обзор // Инновации и продовольственная безопасность. 2020. № 4 (30). С. 41–58.
4. Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality // Journal of Cereal Science. 2007. N 46. P. 327–347.
5. Якунина Н., Мальцева Н., Ядришенская О., Невинный В. Кормовая добавка из зародышей

пшеницы // Комбикорма. 2004. № 4. С. 37–38.

6. Колпакова В.В., Крикунова Л.Н., Кононенко Н.Н. Исследование возможности получения белковых препаратов из дифференцированных фракций зерна ржи и ячменя // Известия вузов. Пищевая технология. 2001. № 5-6. С. 35–37.
7. Courtine C.M., Broekaert W.F., Swennen K., Lescroart O., Onagbesan O., Buyse J., Decuyper E., Van de Wiele T., Marzorati M., Verstraete W., Huyghebaert G., Delcour J.A. Dietary inclusion of wheat bran arabinoxyloligosaccharides induce beneficial nutritional effects in chickens // Cereal Chemistry. 2008. Vol. 85. N 5. P. 607–613.
8. Szwajgier D., Jakubczyk A. Biotransformation of ferulic acid by *Lactobacillus acidophilus* Kland selected *Bifidobacterium* strains // Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. 2010. Vol. 9 (1). P. 45–59.
9. Журлова Е.Д., Карпельянц Л.В. Исследование пребиотической активности ксило-олигосахаридов из ржанных и пшеничных отрубей *in vitro* // Scientific Journal «Science Rise». 2015. Vol. 4/1. N 9. P. 79–84.
10. Яшин А., Яшин Я., Федина П., Черноусова Н. Определение природных антиоксидантов в пищевых злаках и бобовых культурах // Аналитика. 2012. № 1. С. 32–36.
11. Rezaei M., Karimi Torshizib M., Walla H., Ivarssona E. Body growth, intestinal morphology and microflora of quail on diets supplemented with micronised wheat fibre // Poultry Science. 2018. Vol. 59. P. 422–429. DOI:10.1080/00071668.2018.1460461.
12. Mills A., Crawford L., Domjan M., Faure J. The behavior of the Japanese or Domestic Quail *Coturnix Japonica* // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 1997. Vol. 21. P. 261–281. DOI: 10.1016/S0149-7634(96)00028-0.

REFERENCES

1. Vishnyakov A., Vlasov V., Tonshina T., Novitsky O., Panin I. Wheat germ flour in compound feed. *Kombikorma = Compound Feeds Magazine*, 2003, no. 4, pp. 41–42. (In Russian).
2. Kazakov E.D., Kretovich V.L. *Biochemistry of grain and products of its processing*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 368 p. (In Russian).
3. Lukyanchikova N.L., Scriabin V.A., Tabanyukhov K.A. Peculiarities of the composition of

- wheat and rye bran and their role in the prevention of chronic diseases of human. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovations and Food Safety*, 2020, no. 4 (30), pp. 41–58. (In Russian).
4. Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, 2007, no. 46, pp. 327–347.
 5. Yakunina N., Maltseva N., Yadrishenskaya O., Nevinniy V. Feed additive from wheat germ. *Kombikorma = Compound Feeds Magazine*, 2004, no. 4, pp. 37–38. (In Russian).
 6. Kolpakova V.V., Krikunova L.N., Kononenko N.N. Study of the possibility of obtaining protein preparations from differentiated fractions of rye and barley grain. *Izvestiya vuzov = Food Technology*, 2001, no. 5-6, pp. 35–37. (In Russian).
 7. Courtine C.M., Broekaert W.F., Swennen K., Lescroart O., Onagbesan O., Buyse J., Decuyper E., Van de Wiele T., Marzorati M., Verstraete W., Huyghebaert G., Delcour J.A. Dietary inclusion of wheat bran arabinoxyloligosaccharides induce beneficial nutritional effects in chickens. *Cereal Chemistry*, 2008, vol. 85, no. 5, pp. 607–613.
 8. Szwajgier D., Jakubczyk A. Biotransformation of ferulic acid by *Lactobacillus acidophilus* KI- and selected *Bifidobacterium* strains. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2010, vol. 9 (1), pp. 45–59.
 9. Zhurlova E.D., Karpelians L.V. Study of the prebiotic activity of xylooligosaccharides from rye and wheat bran in vitro. *Scientific Journal «Science Rise»*, 2015, vol. 4/1, no. 9, pp. 79–84. (In Russian).
 10. Yashin A., Yashin Ya., Fedina P., Chernousova N. Determination of natural antioxidants in cereal grains and legumes. *Analitika = Analytics*, 2012, no. 1, pp. 32–36. (In Russian).
 11. Rezaei M., Karimi Torshizib M., Walla H., Ivarssona E. Body growth, intestinal morphology and microflora of quail on diets supplemented with micronised wheat fibre. *Poultry Science*, 2018, vol. 59, pp. 422–429. DOI: 10.1080/00071668.2018.1460461.
 12. Mills A., Crawford L., Domjan M., Faure J. The behavior of the Japanese or Domestic Quail *Coturnix Japonica*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 1997, vol. 21, pp. 261–281. DOI: 10.1016/S0149-7634(96)00028-0.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мерзлякова О.Г., старший научный сотрудник

✉ **Рогачев В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: helmmet@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Olga G. Merzlyakova, Senior Researcher

✉ **Viktor A. Rogachev**, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: helmmet@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 19.01.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 06.04.2021
Дата публикации / Published 25.05.2021