

Научная статья

УДК 581.1:636.085.3

DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-43-52

Оценка показателей качества семян зерновых, масличных культур и продуктов их переработки

Юлия Александровна Белокурова
Мария Леонидовна Золотавина

Кубанский государственный университет
Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
Тел.: 8 (861) 219-95-02
y.belokurova@mail.ru

Ключевые слова: массовая доля влаги, массовая доля сырого протеина, массовая доля сырого жира, массовая доля сырой клетчатки, массовая доля сырой золы, массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, кадмий, ртуть, семена злаковой культуры, семена масличной культуры, продукты переработки

Для цитирования: Белокурова Ю.А., Золотавина М.Л. Оценка показателей качества семян зерновых, масличных культур и продуктов их переработки // Масличные культуры. 2021. Вып. 3 (187). С. 43–52.

Аннотация. В данной работе представлены результаты анализа показателей качества (биохимические показатели) и безопасности (токсичные элементы) в семенах злаковых и масличных культур и продуктах их переработки, проведено сравнение биохимических показателей соответствующих культур за 2 года (урожай 2019 и 2020 гг.). Цель работы – сравнительная оценка показателей качества и безопасности семян злаковых, масличных культур и продуктов их переработки (за два года). Материал исследования: семена злаковых культур (пшеница, кукуруза), семена масличных культур (подсолнечник, соя) и продукты их переработки (жмых подсолнечный, шрот подсолнечный, комбикорм для свиней). Анализ проводили гравиметрическим, титриметрическим и атомно-абсорбционным методами. В результате исследования были получены высокие значения: массовой доли влаги в семенах злаковых культур и продуктах их переработки, массовой доли сырого про-

теина и сырой клетчатки в семенах масличных культур и продуктах их переработки, массовой доли сырого жира и сырой золы в семенах масличных культур; концентрации токсичных элементов (кадмия и ртути) не превышали допустимых пределов. За два года исследований практически не изменились значения массовой доли: влаги в семенах масличных культур; протеина в продуктах переработки; сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы, содержание кадмия и ртути во всех объектах исследования.

UDC 581.1:636.085.3

Changes in quality indicators of seeds of cereals, oil crops and their processed products.

Yu.A. Belokurova – master's degree student

M.L. Zolotavina – Associate Professor, PhD in biology

Kuban State University
149, Stavropolskaya str., Krasnodar, 350040, Russia
Tel.: 8 (861) 219-95-02
y.belokurova@mail.ru

Key words: mass fraction of moisture, mass fraction of crude protein, mass fraction of crude fat, mass fraction of crude fiber, mass fraction of crude ash, mass fraction of ash insoluble in hydrochloric acid, cadmium, mercury, cereal seeds, oil seeds, processed products

Abstract. We analyzed qualitative (biochemical) and safety indicators (toxic elements) in seeds of cereals, oil crops and products of their processing, the comparison of the biochemical traits of the corresponding crops for two years (yields of 2019 and 2020) was conducted. The purpose of the work is a comparative estimation of qualitative and safety indicators (toxic elements) in seeds of cereals, oil crops and products of their processing (for two years). As material of the research there were used seeds of cereals (wheat, corn), seeds of oil crops (sunflower, soybean) and products of their processing (sunflower cake, sunflower meal, mixed feed for pigs). The analysis was carried out by gravimetric, titrimetric and atomic absorption methods. As a result of the study there were noted the high values of the following indicators: the mass fraction of moisture in seeds of cereals and their processed products; the mass fraction of crude protein and crude fiber in seeds of oil crops and their processed products; the mass fraction of crude fat and crude ash in the seeds of oil crops; concentrations of toxic elements (cadmium and mercury) did not exceed the limit of permissible concentrations. There was practically no change in the concentration in the two-year dynamics in the mass fraction: of moisture in seeds of oil crops; of protein in processed products; of crude fat, crude fiber, and

crude ash; the contents of cadmium and mercury in all studied objects.

Введение. В настоящее время изучение показателей качества и безопасности зерна, а также продуктов их переработки актуально для решения ряда практических вопросов в области сельского хозяйства, которые связаны с оценкой, отбором и внедрением высокопродуктивных сортов. Результативность сельскохозяйственных мероприятий определяется не только количеством выращенных культур, но и их качеством.

Целевое предназначение сельскохозяйственной культуры определяет стандартные требования, предъявляемые к этой культуре. Эти нормы в первую очередь связаны с химическим анализом состава урожая, оценкой соотношения различных показателей качества зерна (содержание белка, жира, клетчатки, золы), которые накапливаются в плодах культуры в процессе жизненного цикла растения. Способность растений к созданию и накоплению химических веществ определяется специфическим типом метаболизма и, соответственно, зависит как от самой культуры, так и от условий её произрастания [1].

Природно-климатические условия и плодородные земли Краснодарского края позволяют выращивать практически все зерновые и технические культуры. Среди злаковых самыми распространенными являются пшеница и кукуруза, а среди масличных культур – подсолнечник и соя. При производстве растительных масел (из подсолнечника и сои) получают отходы – жмыхи и шроты, которые используются в качестве добавок в корма и комбикорма. Семена злаковых, масличных культур, а также продукты их переработки могут быть загрязнены токсичными элементами в процессе выращивания в почве с избыточным содержанием тяжелых металлов. Для обеспечения безопасности зерна необходимо проводить санитарный контроль. Среди тяжелых ме-

таллов особое внимание уделяют контролю таких токсичных элементов, как свинец, ртуть и кадмий, которые обладают высокой способностью накапливаться в организме при длительном поступлении пищи [2]. В Российской Федерации разработан технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна», который распространяется на зерно, используемое для пищевых и кормовых целей и устанавливает требования к зерну, к процессам производства, хранения в целях экологической безопасности [3].

Данная работа является продолжением ранее начатых исследований, посвященных изучению биохимических показателей в семенах пшеницы, кукурузы, подсолнечника, сои, а также жмыха и шрота подсолнечного и комбикорма для свиней в урожае 2020 г. По окончании данных исследований нами были отмечены различия в биохимическом составе опытных образцов. Так, например, в семенах пшеницы массовая доля сырого протеина и сырой клетчатки выше, чем в семенах кукурузы, в 1,22 и 1,55 раза соответственно, но в семенах кукурузы массовая доля жира выше в 2,57 раза [4]. На следующем этапе исследования было решено провести сравнительную оценку показателей качества и безопасности семян за 2 года. Поэтому целью данной работы стала сравнительная оценка показателей качества и безопасности семян злаковых, масличных культур и продуктов их переработки (за два года).

Материалы и методы. Исследования проводили в 2019 и 2020 гг. на базе отдела химико-токсикологических исследований в лаборатории ФГБУ «Краснодарская межобластная ветеринарная лаборатория». Объектами исследования служили семена злаковых культур (пшеницы, кукурузы), семена масличных культур (подсолнечника, сои) и продукты их переработки (жмых и шрот подсолнечные и комбикорм для свиней). За два года было проанализировано 268 образцов злаковых культур, 379 образцов масличных

культур и 688 образцов продуктов их переработки.

Определяли содержание пяти показателей качества: влаги, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы в пересчете на абсолютно сухое вещество, а также золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты, и двух показателей безопасности: токсичных элементов – кадмия и ртути.

Определение *массовой доли влаги* в семенах злаковых культур проводили по ГОСТ 13586.5-2015 [5], масличных культур – по ГОСТ 10856-96 [6], в жмыхе и шроте – по ГОСТ Р 54705-2011 [7], в комбикормах – по ГОСТ Р 54951-2012 [8]. Для выполнения анализа применяли анализатор влажности HG-53 («Mettler-Toledo», Швейцария) и сушильный шкаф «СЭШ-ЗМК» (ФООП Ключкин А.И., Украина). *Массовую долю сырого протеина* в семенах злаковых и масличных культур определяли по ГОСТ 10846-91 [9], в продуктах их переработки (жмых, шрот подсолнечные и комбикорм для свиней) – по ГОСТ 13496.4-2019 [10]. *Массовую долю сырого жира* в семенах злаковых культурах вычисляли по ГОСТ 29033-91 [11], масличных – по ГОСТ 10857-64 [12]; в жмыхе и шроте подсолнечных – по ГОСТ 13496.15-2016 [13], в комбикорме для свиней – по ГОСТ 32905-2014 [14]. Для данного исследования применяли аппарат Сокслета R 106S (BehrLabor-Technik, Германия). Определение *массовой доли клетчатки* проводили на анализаторе «Gerhard FBS6» (Gerhard, Германия) в соответствии с ГОСТ 31675-2012 [15]. *Массовую долю сырой золы* (золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты) в семенах злаковых и масличных культур находили по ГОСТ 10847-2019 [16], в жмыхе и шроте подсолнечных – по ГОСТ 13979.6-69 [17], в комбикорме для свиней – по ГОСТ 26226-95 [18]. *Содержание сырой золы* определяли на комплексе пробоподготовки «Темос-Экспресс ТЭ-1» («ИТМ», г. Томск). *Содержание кадмия* в семенах злаковых и масличных культур определяли в соответствии с ГОСТ 30178-96 [19], в продуктах перера-

ботки (жмых, шрот, комбикорм) – по ГОСТ 30692-2000 [20]. Анализ проводили с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «АAnalyst800» (Perkin Elmer, США). Определение *содержания* токсичного элемента *ртути* проводили по ГОСТ 34427-2018 «Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии на основе эффекта Зеемана» [21]. Все исследования проводили на анализаторе ртути «РА-915М» (ООО «Люмэкс-Маркетинг», Россия, г. Санкт-Петербург).

Все полученные данные были обработаны методом вариационной статистики по Стьюденту [22].

Результаты и обсуждение. Все объекты исследования (пшеница, кукуруза, подсолнечник, соя, жмых подсолнечный, шрот подсолнечный, комбикорм для свиней) были объединены в три экспериментальные группы: злаковые культуры, масличные культуры, продукты их переработки.

В таблице 1 представлены результаты биохимического анализа злаковых культур, масличных культур и продуктов их переработки за 2019 год.

Таблица 1

Биохимический анализ семян злаковых, масличных культур и продуктов их переработки (урожай 2019 г.)

Экспериментальная группа	Показатели, %, мг/кг ($\bar{x} \pm m$)						
	массовая доля					содержание	
	влаги	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	сырой золы (нерастворимой в соляной кислоте)	кадмия	ртути
Злаковые культуры	11,43 ± 0,12*	12,04 ± 0,12*	3,82 ± 0,17*	2,25 ± 0,04*	1,71 ± 0,03*	0,06 ± 0,00	0,025 ± 0,00**
Масличные культуры	7,72 ± 0,10*	32,94 ± 0,63*	39,58 ± 0,77*	15,26 ± 1,17*	5,95 ± 0,02*	0,05 ± 0,00*	0,025 ± 0,00**
Продукты переработки	9,05 ± 0,16*	36,87 ± 0,64*	5,89 ± 0,27*	14,07 ± 0,38**	0,41 ± 0,01	0,18 ± 0,00*	0,025 ± 0,00**

Примечание: * – $p \leq 0,01$ значимость различий между показателями семян злаковых и масличных культур, показателями семян масличных культур и продуктов переработки, показателями продуктов переработки и семян злаковых культур; ** – $p \leq 0,05$ значимость различий между показателями семян злаковых и масличных культур, показателями семян масличных культур и продуктов переработки, показателями продуктов переработки и семян злаковых культур

Результаты исследования за 2019 г. показали, что значения биохимических показателей по изученным объектам были разными. Так, массовая доля влаги в се-

менах злаковых культур была достоверно выше в сравнении с показателями других экспериментальных групп – $11,43 \pm 0,12$ %. Ее содержание в семенах масличных культур составило – $7,72 \pm 0,10$ % ($p \leq 0,01$). Разница в массовой доле влаги, возможно, связана с тем, что в масличных семенах перераспределение влаги в процессе созревания между ядром и оболочкой является следствием накопления в ядре гидрофобного масла. В оболочке гидрофобные вещества накапливаются менее интенсивно, поэтому к концу созревания лужга сохраняет способность к поглощению воды [23].

Массовая доля сырого протеина составляла в семенах злаковых культур $12,04 \pm 0,12$ %, а масличных – в 3 раза больше ($32,94 \pm 0,63$ %, $p \leq 0,01$). Значительное же количество протеина отмечалось в продуктах переработки ($36,87 \pm 0,64$ %), так как жмых и шрот подсолнечные являются продуктами с высоким содержанием белка, в состав которого входят незаменимые для человека и животных аминокислоты [24].

При изучении массовой доли сырого жира самое высокое значение отмечено в семенах масличных культур – $39,58 \pm 0,77$ %, в то время как в семенах злаковых – $3,82 \pm 0,17$ %, в продуктах переработки – $5,89 \pm 0,27$ % (значимость различий составила $p \leq 0,01$). Повышенное (в 9 раз) содержания жира в семенах масличных культур объясняется тем, что жиры являются запасным продуктом у семян масличных растений.

Массовая доля сырой клетчатки в семенах масличных культур и продуктах их переработки выше в 6,78 и 6,25 раз, а в сравнении со значением этого показателя в семенах злаковых культур – $2,25 \pm 0,04$ %, значимость различий составила $p \leq 0,05$.

Массовая доля сырой золы в семенах масличных культур составила $5,95 \pm 0,02$ %, что выше значений, полученных для семян зерновых культур ($1,71 \pm 0,03$ %) и продуктов переработки ($0,41 \pm 0,01$ %).

Такие изменения, возможно, связаны с тем, что содержание золы в растениях подвержено значительным колебаниям в зависимости от их биологических особенностей, стадии развития, условий выращивания и органа растения [25].

Тяжелые металлы и их соединения являются токсичными элементами [26], способными накапливаться в грунтах, растениях, и в достаточно больших количествах могут поступать в организм человека и животного. Низкое содержание кадмия было отмечено в семенах масличных ($90,05 \pm 0,00$ %) и зерновых культур ($0,06 \pm 0,00$ %) ($p \leq 0,01$), значительно большее количество в продуктах переработки ($0,18 \pm 0,00$ %). Однако полученные нами значения не превышали пределы допустимых концентраций, которые равны не более 0,5 мг/кг. Кадмий в почве может содержаться в небольшом количестве [27].

Концентрация ртути во всех группах исследования составила $0,025 \pm 0,00$ мг/кг ($p \leq 0,05$), что в несколько раз ниже максимально допустимого уровня.

В ходе дальнейшего исследования было проведено сравнение показателей качества и безопасности семян зерновых, масличных культур и продуктов их переработки, полученных для урожая 2019 г., с показателями семян урожая 2020 г. (табл. 2).

Высокое содержание влаги ($9,39 \pm 0,16$ %) отмечено в продуктах переработки, наименьшее – в семенах злаковых культур ($5,31 \pm 0,12$ %) (значимость различий составила $p \leq 0,01$), среднее – в семенах масличных культур ($7,48 \pm 0,10$ %). Обращает на себя внимание тот факт, что в предыдущем (2019) году содержание влаги в семенах масличных культур и в продуктах переработки не изменилось, а содержание влаги в семенах злаковых культур уменьшилось в 2 раза (2019 г. – $11,43 \pm 0,12$ %; 2020 г. – $5,31 \pm 0,12$ %). Возможно, такие результаты связаны с морфолого-анатомическими особенностями строения семян.

Так, в семенах масличных культур все запасные вещества сосредоточены в семядолях, а покровные ткани семян расположены на границе с внешней средой и выполняют защитные функции, так как в состав покровных тканей масличных семян входят липиды, которые обеспечивают непроницаемость для воды и кислорода воздуха. В то время как в семенах зерновых культур биохимические процессы (в том числе дыхание) продолжают после уборки и при хранении урожая.

Таблица 2

Биохимический анализ семян злаковых, масличных культур и продуктов их переработки (урожаем 2020 г.)

Экспериментальная группа	Показатели, %, мг/кг ($\bar{x} \pm m$)						содержание	
	массовая доля					кадмия		
	влаги	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	сырой золы (нерастворимой в соляной кислоте)			
Злаковые культуры	5,31 ± 0,12*	13,03 ± 0,16*	4,22 ± 0,22*	2,49 ± 0,06*	1,83 ± 0,03*	0,05 ± 0,00**	0,025 ± 0,00**	
Масличные культуры	7,48 ± 0,10*	37,42 ± 0,79*	38,81 ± 0,97*	14,44 ± 1,08*	6,01 ± 0,02*	0,05 ± 0,00*	0,025 ± 0,00**	
Продукты переработки	9,39 ± 0,16*	33,77 ± 0,66*	5,46 ± 0,25*	15,27 ± 0,41**	0,37 ± 0,01	0,18 ± 0,00*	0,025 ± 0,00**	

Примечание: * – $p \leq 0,01$ значимость различий между показателями семян злаковых и масличных культур, показателями семян масличных культур и продуктов переработки, показателями продуктов переработки и семян злаковых культур; ** – $p \leq 0,05$ значимость различий между показателями семян злаковых и масличных культур, показателями семян масличных культур и продуктов переработки, показателями продуктов переработки и семян злаковых культур

Из данных таблицы 2 видно, что массовая доля сырого протеина в семенах злаковых культур составляла $13,03 \pm 0,16$ %, в семенах масличных – $37,42 \pm 0,79$ % (самый высокий показатель), в продуктах их переработки – $33,77 \pm 0,66$ %, значимость различий во всех случаях была достоверной и составила $p \leq 0,01$. Сравнивая результаты за два года, следует отметить, что данный показатель в семенах злаковых культур и продуктах переработки практически не изменился, а в семенах масличных культур повысился на 5 %. Стоит отметить, что содержание белка в жмыхе и шроте подсолнечных больше, чем в семенах зерновых культур, в 3 раза.

Наши данные совпали с результатами исследований, полученными В.Г. Щербаковым [28].

Массовая доля жира в течение двух лет исследования незначительно различалась в семенах злаковых культур и продуктах переработки (в 1,3 раза), но в сравнении с концентрацией жира в семенах масличных культурах – 9,2 раза и 7,1 раза соответственно (значимость различий составила $p \leq 0,01$).

В семенах злаковых культур среднее содержание сырой клетчатки почти в 10 раз меньше, чем в семенах масличных культур, а в сравнении с продуктами переработки – в 5,8 раз. Достоверно значимые различия в значениях биохимических показателей составляли $p \leq 0,01$. При сравнении массовой доли клетчатки в семенах масличных культур и продуктах переработки урожаев 2019 и 2020 гг. значимых различий нами отмечено не было.

Максимальная массовая доля сырой золы в исследованиях 2020 г. была отмечена в семенах масличных культур ($6,01 \pm 0,02$ %), в семенах злаковых культур она составила $1,83 \pm 0,03$ % ($p \leq 0,01$), еще меньшее ее значение было в продуктах переработки. Можно предположить, что значения данного биохимического показателя отличаются в виду особенностей культур, так как во многих сельскохозяйственных растениях зола содержится в количестве 3–6 % на сухое вещество. Значения массовой доли сырой золы по годам исследования (2019–2020) практически не различались.

Среднее количество кадмия и ртути в семенах и продуктах переработки в 2020 г. не выходило за пределы допустимых значений и практически не отличалось от результатов исследований 2019 г., что может свидетельствовать об адекватном уровне техногенной нагрузки и буферной способности почв [29].

Выводы. Биохимические исследования являются главной составляющей в реализации целевого предназначения сельскохозяйственных культур, так как

играют ведущую роль в определении качества и безопасности зерна и продуктов его переработки.

По результатам проведенного исследования были получены следующие результаты:

1. Отмечены высокие значения массовой доли:

- влаги – в семенах злаковых культур и продуктах их переработки;

- сырого протеина и сырой клетчатки – в семенах масличных культур и продуктах их переработки;

- сырого жира и сырой золы – в семенах масличных культур.

Содержание токсичных элементов не превышало пределов допустимых концентраций.

2. Отмечены значимые изменения значений показателей качества и безопасности в двухгодичной динамике: в семенах злаковых культур и продуктах переработки – массовая доля влаги, в семенах злаковых и масличных культур – массовая доля сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы; содержание кадмия и ртути во всех группах исследования практически не изменялись.

Список литературы

1. Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Маркушин Н.М. [и др.]. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учебное пособие. – М.: Колос, 2000. – 640 с. – ISBN 978-5-7365-3681-1.

2. Илларионова Е.А., Сыроватский И.П. Химико-токсикологический анализ тяжелых металлов: учебное пособие. ГФБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск: ИГМУ, 2016. – 19 с.

3. ТР ТС 015/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности зерна: утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 874 : дата введения 2011-09-12. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. – С. 25–27.

4. Белокурова Ю.А., Золотавина М.Л. Особенности биохимических показателей злаковых, масличных культур и продуктов их переработки // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. – 2021. – № 3. – С. 7–14.

5. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2015 года № 1237-ст : введен впервые : дата введения 2016-07-01 / подготовлен Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки», Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2019. – IV. – 6 с.

6. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Государственным комитетом стандартов, мер и измерительных приборов СССР 22 апреля 1964 года № 94-ст : введен впервые : дата введения 1964-07-01 / подготовлен Всероссийским научно-исследовательским институтом зерна и продуктов его переработки, Госстандартом России. – М.: Стандартинформ, 2010. – V. – 3 с.

7. ГОСТ Р 54705-2011. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Методы определения массовой доли влаги и летучих веществ : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 года № 864-ст : введен впервые : дата введения 2013-01-01 / подготовлен Государственным научным учреждением ГНУ «ВНИИЖ Россельхозакадемии», Техническим комитетом по стандартизации «Масла растительные и продукты их переработки». – М.: Стандартинформ, 2019. – IV. – 3 с.

8. ГОСТ Р 54951-2012. Корма для животных. Определение содержания влаги : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2012 года № 213-ст : введен впервые: дата введения 2013-07-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – М.: Стандартинформ, 2013. – V. – 5 с.

9. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 18 декабря 1991 года № 1995-ст : введен впервые : 1993-07-01 / подготовлен ВНИИ «Зернопродукт». – М.: Стандартинформ, 2009. – V. – 8 с.

10. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 августа 2019 года № 488-ст : введен впервые : дата введения 2020-08-01 / подготовлен Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности», Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 4 «Комбикорма. Белково-витаминные добавки, премиксы». – М.: Стандартинформ, 2019. – V. – 7 с.

11. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 18 июня 1991 года № 886-ст : введен впервые : дата введения 1992-07-01 / подготовлен Всесоюзным научно-производственным объединением «Зер-

нопродукт». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – VI. – 22 с.

12. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Государственным комитетом стандартов, мер и измерительных приборов СССР 22 апреля 1964 года № 94-ст : введен впервые : дата введения 1964-07-01 / подготовлен Всероссийским научно-исследовательским институтом зерна и продуктов его переработки, Госстандартом России. – М.: Стандартинформ, 2010. – V. – 3 с.

13. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2016 года № 1464-ст : введен впервые : дата введения 2018-01-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – М.: Стандартинформ, 2020. – IV. – 5 с.

14. ГОСТ 32905-2014. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого жира : межгосударственный стандарт: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 октября 2014 года № 1312-ст : введен впервые : дата введения 2016-01-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности». – М.: Стандартинформ, 2020. – IV. – 4 с.

15. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 года № 1752-ст : введен впервые : дата введе-

ния 2013-07-01 / подготовлен Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса», Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова». – М.: Стандартинформ, 2020. – IV. – 4 с.

16. ГОСТ 10847-2019. Зерно. Методы определения зольности : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 августа 2019 года № 523-ст : введен впервые : дата введения 2020-09-01 / подготовлен ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2019. – IV. – 14 с.

17. ГОСТ 13979.6-69. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения золы : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 17 февраля 1969 года № 204-ст : введен впервые : дата введения 1970-01-01 / подготовлен Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – IV. – 23 с.

18. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации 29 февраля 1996 года № 140 : введен впервые : дата введения 1997-01-01 / подготовлен Центральным институтом научного агрохимического обслуживания сельского хозяйства, Всероссийским научно-исследовательским институтом комбикормовой промышленности. – Минск:

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – V. – 2 с.

19. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 26 марта 1997 года № 112-ст : введен впервые : дата введения 1998-01-01 / подготовлен Институтом питания Российской Академии медицинских наук. – М.: Стандартинформ, 2010. – V. – 6 с.

20. ГОСТ 30692-2000. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 11 мая 2001 года № 203-ст : введен впервые : дата введения 2002-01-01 / подготовлен Центральным научно-исследовательским институтом агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – VI. – 7 с.

21. ГОСТ 34427-2018. Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии на основе эффекта Зеемана : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2018 года № 380-ст : введен впервые : дата введения 2019-07-01 / подготовлен Обществом с ограниченной ответственностью «Люм-эксмаркетинг» совместно с Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». – М.: Стандартинформ, 2018. – IV. – 5 с.

22. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

23. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учебное пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 115 с.

24. Поморова, Ю.Ю., Пятовский В.В., Бескоровайный Д.В., Болховитина Ю.С. Характеристика и методы выделения белковой фракции семян масличных культур (обзор) // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 161–169.

25. Суханова И.М., Яппаров И.А., Газизов Р.Р. [и др.]. Действие органоминеральных суспензий и наносуспензий на структуру урожая и содержание зольных элементов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2018. – № 2. – С. 23–34.

26. Шевелева С.А. Микробиологическая безопасность пищевых продуктов и факторы окружающей среды // Вестник РАМН. – 2006. – № 5. – С. 43.

27. Побилат А.Е., Волошин Е.И. Кадмий в почвах и растениях Средней Сибири // Микроэлементы в медицине. – 2017. – № 1 8(3). – С. 36–41.

28. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304 с.

29. Манджиева С.С., Минкина Т.М. Экологическое состояние почв и растений природно-техногенной сферы. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2014. – Т. 8. – № 2. – С. 264–269.

References

1. Tret'yakov N.N., Koshkin E.I., Markushin N.M. [i dr.]. Fiziologiya i biokhimiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: uchebnoe posobie. – М.: Kolos, 2000. – 640 s.

2. Ilarionova E.A., Syrovatskiy I.P. Khimiko-toksikologicheskiy analiz tyazhelykh metallov: uchebnoe posobie. GFBOU VO IGMU Minzdrava Rossii, kafedra farmatsevticheskoy i toksikologicheskoy khimii. – Irkutsk: IGMU, 2016. – 19 с.

3. TR TS 015/2011. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza. O bezopasnosti zerna: utverzhdennye resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 g. № 874. – М.: Mezhhgosudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2011. – S. 25–27.

4. Belokurova Yu.A., Zolotavina M.L. Osobennosti biokhimicheskikh pokazateley zlakovykh, maslichnykh kul'tur i produktov ikh pererabotki // Novye impul'sy razvitiya: voprosy nauchnykh issledovaniy. – 2021. – № 3. – S. 7–14.

5. GOST 13586.5-2015. Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti. – М.: Standartinform, 2019. – IV. – 6 s.

6. GOST 10857-64. Semena maslichnye. Metod opredeleniya maslichnosti. – М.: Standartinform, 2010. – V. – 3 s.

7. GOST R 54705-2011. Zhmykhi, shroty i gorchichnyy poroshok. Metody opredeleniya massovoy doli vlagi i letuchikh veshchestv. – М.: Standartinform, 2019. – IV. – 3 s.

8. GOST R 54951-2012. Korma dlya zhivotnykh. Opredelenie soderzhaniya vlagi. – М.: Standartinform, 2013. – V. – 5 s.

9. GOST 10846-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka. – М.: Standartinform, 2009. – V. – 8 s.

10. GOST 13496.4-2019. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina. – М.: Standartinform, 2019. – V. – 7 s.

11. GOST 29033-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya zhira. – М.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004. – VI. – 22 s.

12. GOST 10857-64. Semena maslichnye. Metod opredeleniya maslichnosti. – М.: Standartinform, 2010. – V. – 3 s.

13. GOST 13496.15-2016. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya massovoy doli syrogo zhira. – М.: Standartinform, 2020. – IV. – 5 s.

14. GOST 32905-2014. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metod

opredeleniya sodержaniya syrogo zhira. – M.: Standartinform, 2020. – IV. – 4 s.

15. GOST 31675-2012. Korma. Metody opredeleniya sodержaniya syroy kletchatki s primeneniem promezhutochnoy fil'tratsii. – M.: Standartinform, 2020. – IV. – 4 s.

16. GOST 10847-2019. Zerno. Metody opredeleniya zol'nosti. – M.: Standartinform, 2019. – IV. – 14 s.

17. GOST 13979.6-69. Zhmykhi, shroty i gorchichnyy poroshok. Metod opredeleniya zoly. – Minsk: IPK Izd-vo standartov, 2002. – IV. – 23 s.

18. GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya syroy zoly. – Minsk: Mezhdgosudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2003. – V. – 2 s.

19. GOST 30178-96. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov. – M.: Standartinform, 2010. – V. – 6 s.

20. GOST 30692-2000. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya sodержaniya medi, svintsa, tsinka i kadmiya. – Minsk: Mezhdgosudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2002. – VI. – 7 s.

21. GOST 34427-2018. Produkty pishchevye i korma dlya zhivotnykh. Opredelenie rtuti metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii na osnove effekta Zeemana. – M.: Standartinform, 2018. – IV. – 5 s.

22. Merkur'eva E.K. Biometriya v selektsii i genetike sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. – M.: Kolos, 1970. – 423 s.

23. Shcherbakov V.G. Biokhimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya: uchebnoe posobie. – M.: Agropromizdat, 1991. – 115 s.

24. Pomorova, Yu.Yu., Pyatovskiy V.V., Beskorovaynyy D.V., Bolkhovitina Yu.S. Kharakteristika i metody vydeleniya belkovoy fraktsii semyan maslichnykh kul'tur (obzor) // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 161–169.

25. Sukhanova I.M., Yapparov I.A., Gazizov R.R. [i dr.]. Deystvie

organomineral'nykh suspenziy i nanosuspenziy na strukturu urozhaya i sodержanie zol'nykh elementov // Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. – 2018. – № 2. – S. 23–34.

26. Sheveleva S.A. Mikrobiologicheskaya bezopasnost' pishchevykh produktov i faktory okruzhayushchey sredy // Vestnik RAMN. – 2006. – № 5. – S. 43.

27. Pobilat A.E., Voloshin E.I. Kadmiy v pochvakh i rasteniyakh Sredney Sibiri // Mikroelementy v meditsine. – 2017. – № 1 8(3). – S. 36–41.

28. Shcherbakov V.G. Biokhimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya. – M.: Agropromizdat, 1991. – 304 s.

29. Mandzhieva S.S., Minkina T.M. Ekologicheskoe sostoyanie pochv i rasteniy prirodno-tekhnogennoy sfery. – Rostov-na-Donu: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2014. – T. 8. – № 2. – S. 264–269.

Сведения об авторах

Ю.А. Белокурова, магистр биологии

М.Л. Золотавина, канд. биол. наук, доцент

Получено/Received

02.06.2021

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

24.06.2021

Получено после доработки/Manuscript revised

20.09.2021

Принято/Accepted

15.10.2021

Manuscript on-line