

Научная статья/Research Article

УДК 636.085.55

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-116-123

Мая Жумадиловна Бектурсунова^{1✉}, Валентина Ивановна Сидорова²,
Сауле Тургановна Жиенбаева³, Наталья Геннадьевна Машенцева⁴,
Сауле Жангировна Асылбекова⁵, Алена Александровна Мухрамова⁶

^{1,2}Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, Алматы, Республика Казахстан

³Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан

⁴Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

^{5,6}Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Алматы, Республика Казахстан

¹bek_maya@mail.ru

²sid-valentina@mail.ru

³sauleturgan@mail.ru

⁴natali-mng@yandex.ru

⁵assylbekova@fishrpc.kz

⁶mukhramova@fishrpc.kz

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПРОДУКЦИОННЫХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Цель исследования – разработать отечественные рецепты продукционных комбикормов для ценных видов рыб (судака, нефритовый окунь, щука), выращиваемых в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), и отработать технологические режимы производства комбикормов методом экструдирования. Задачи – установить питательную ценность кормов для ценных видов рыб (судака, нефритовый окунь, щука), разработать рецепты и выработать опытные партии продукционных комбикормов, установить их химический состав, физические и технологические свойства, определить эффективность использования разработанных комбикормов по рыбоводно-биологическим показателям на рыбоводных хозяйствах. Объекты исследования – экструдированные комбикорма для судака, нефритового окуня и щуки, разработанные Казахским НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности. В выработанных опытных партиях комбикормов определен химический состав, получены следующие результаты, %: содержание протеина в комбикормах для судака – 44,83, для окуня – 42,77, для щуки – 41,84; сырого жира – 14,96; 15,21; 14,23, лизина – 2,87; 2,6; 2,4, метионина + цистина – 1,52; 1,52; 1,33, фосфора – 1,52; 1,54; 1,63, сырой клетчатки – 2,17; 2,4; 2,58 соответственно. Показатель объемной массы во всех трех видах комбикорма – менее 600 кг/м³, угол естественного откоса – 29,5 град., кормовой коэффициент при кормлении судака – 1,8 ед., окуня – 1,5, щуки – 1,9 ед., выживаемость рыбы была нормативной. Установленные технологические показатели указывают, что выработанные экструдированные комбикорма для рыб представляют собой хороший технологичный продукт, который соответствует требованиям нормативно-технической документации. Разработанные рецепты и технологию производства комбикормов можно рекомендовать для использования на отечественных комбикормовых заводах при выработке продукционных комбикормов из местного сырья для кормления и выращивания сеголеток судака, щуки, нефритового окуня в промышленных условиях.

Ключевые слова: аквакультура, комбикорм, экструдирование, судак, щука, нефритовый окунь

Для цитирования: Разработка технологии экструдированных производственных комбикормов для рыб, выращиваемых в промышленных условиях / М.Ж. Бектурсунова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 116–123. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-116-123.

Благодарности: исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR10264236).

**Maya Zhumadilovna Bektursunova^{1✉}, Valentina Ivanovna Sidorova²,
Saule Turganovna Zhiyenbaeva³, Natalya Gennadievna Mashentseva⁴,
Saule Zhangirovna Asylbekova⁵, Alena Alexandrovna Mukhramova⁶**

^{1,2}Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Republic of Kazakhstan

³Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan

⁴Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

^{5,6}Research and Production Center for Fisheries, Almaty, Republic of Kazakhstan

¹bek_maya@mail.ru

²sid-valentina@mail.ru

³sauleturgan@mail.ru

⁴natali-mng@yandex.ru

⁵assylbekova@fishrpc.kz

⁶mukhramova@fishrpc.kz

DEVELOPING EXTRUDED PRODUCTION COMPOUND FEED TECHNOLOGY FOR FISH GROWN IN INDUSTRIAL CONDITIONS

The purpose of the study is to develop domestic recipes for production feed for valuable fish species (zander, jade perch, pike) grown in recirculating water supply units (UZV), and to work out the technological regimes for the production of feed by extrusion. Tasks – to establish the nutritional value of feed for valuable fish species (zander, jade perch, pike), develop recipes and develop experimental batches of production feed, establish their chemical composition, physical and technological properties, determine the effectiveness of the use of the developed feed for fish breeding and biological indicators in fish farms. The objects of study are extruded feed for zander, jade perch, pike, developed by the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry. In the developed experimental batches of feed, the chemical composition was determined, the following results were obtained, %: the protein content in the feed for zander – 44.83, for perch – 42.77, for pike – 41.84; crude fat – 14.96; 15.21; 14.23, lysine – 2.87; 2.6; 2.4, methionine + cystine – 1.52; 1.52; 1.33, phosphorus – 1.52; 1.54; 1.63, crude fiber – 2.17; 2.4; 2.58 respectively. The volumetric weight index in all three types of mixed fodder is less than 600 kg/m³, the angle of repose is 29.5 degrees, the feed coefficient when feeding zander is 1.8 units, perch is 1.5, and pike is 1.9 units. , fish survival was normal. The established technological indicators indicate that the produced extruded fish feed is a good technological product that meets the requirements of regulatory and technical documentation. The developed recipes and technology for the production of mixed fodder can be recommended for use at domestic feed mills in the development of production mixed fodder from local raw materials for feeding and rearing underyearling of zander, pike, and jade perch under industrial conditions.

Keywords: aquaculture, compound feed, extrusion, zander, jade perch, pike

For citation: Developing extruded production compound feed technology for fish grown in industrial conditions / M.Zh. Bektursunova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 116–123. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-116-123.

Acknowledgments: the study is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Grant №. BR10264236).

Введение. Перед Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан стоит важная задача в преумножение рыбных ресурсов путем реализации мероприятий по созданию условий для естественного и искусственного воспроизводства, а также увеличение экспорта рыбной продукции до 3 млн т. Благодаря мерам государственной поддержки в республике наблюдается рост производства индустриальной аквакультуры. Вместе с тем при выращивании рыбы в индустриальных условиях рыбоводы сталкиваются с серьезной проблемой полного отсутствия естественных кормов и необходимостью обеспечения полноценного кормления рыб искусственными кормами [1].

В ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности» (КазНИИППП) ведутся работы по изысканию новых видов сырья для производства комбикормов, совершенствованию технологических и структурно-механических свойств комбикормов для рыб. В данный момент ученые работают над разработкой рецептур и технологией производства отечественных комбикормов для перспективных объектов аквакультуры для выращивания в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), таких как судак, нефритовый окунь и щука.

Судак обладает высоким темпом роста и имеет растущий спрос на мировом рынке из-за диетических качеств. Учитывая биологические и экологические особенности судака, существенного увеличения его вылова в естественных водоемах вряд ли можно ожидать. Поэтому в последнее время в ряде стран интенсивно ведется разработка индустриальных методов выращивания судака [2]. По аналогичным причинам ведется и разработка индустриального выращивания щуки и нефритового окуня.

Цель исследования – разработать отечественные рецепты производственных комбикормов для ценных видов рыб (судак, нефритовый окунь, щука), выращиваемых в УЗВ, и обрабо-

тать технологические режимы производства комбикормов методом экструдирования.

Задачи: установить питательную ценность кормов для ценных видов рыб (судак, нефритовый окунь, щука); разработать рецепты и выработать опытные партии производственных комбикормов; установить их химический состав, физические и технологические свойства; определить эффективность использования разработанных комбикормов по рыбоводно-биологическим показателям на рыбоводных хозяйствах.

Объекты и методы. Объектом исследования является комбикорм для судака, щуки и окуня, разработанный КазНИИППП и выработанный методом экструдирования. Для установления питательной ценности используемого сырья, а также приготовленных комбикормов, использовались действующие ГОСТы, стандартные и оригинальные методики, ветеринарно-санитарные требования, литературные источники, физико-химические показатели импортных кормов. Химический состав устанавливали на приборе ИК-анализатор NIRS™ DA 1650. Количественное содержание аминокислот определяли расчетным методом с использованием справочных материалов.

Выработка экспериментальных комбикормов для рыб по разработанным рецептам и отработка режимов технологии производства проводилась с использованием кормовых компонентов отечественного производства методом экструдирования на заводе ТОО «Golden Fish.kz», расположенного в Алматинской области. Производственные испытания по эффективности использования и усвоения производственных комбикормов рыбами проводились на рыбоводных хозяйствах Республики Казахстан.

Результаты и их обсуждение. Выработанные опытные партии комбикормов представляют собой хорошо сыпучие цилиндрические гранулы размером 2 мм, от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. Химический состав выработанных комбикормов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав выработанных производственных комбикормов для рыб

Показатель	Комбикорм		
	для судака	для окуня	для щуки
1	2	3	4
Массовая доля влаги, %	8,57	8,23	7,87
Сырой протеин, %	44,83	42,77	41,84

1	2	3	4
Сырой жир, %	14,96	15,21	14,23
Сырая клетчатка, %	2,17	2,43	2,58
Зола, %	10,02	9,31	8,22
Линолевая кислота, %	3,90	4,00	4,44
БЭВ, %	20,27	20,92	23,99
Лизин, %	2,87	2,62	2,43
Метионин, %	1,01	0,98	0,92
Метионин+цистин, %	1,52	1,52	1,33
Триптофан, %	0,53	0,42	0,46
Сахар, %	1,44	1,50	1,66
Крахмал, %	6,65	6,60	9,04
Фосфор, %	1,52	1,54	1,63
Кальций, %	2,19	2,22	2,48
Валовая энергия, ккал/100 г // МДж/кг	511,69 // 21,40	516,58 // 21,61	524,73 // 21,91
Обменная энергия, ккал/100 г // МДж/кг	429,80 // 17,97	433,92 // 18,15	435,51 // 18,11

Влажность – один из важнейших показателей физических свойств готовых комбикормов. Повышенное содержание влажности способствует развитию микроорганизмов и увеличению скорости разрушения питательных веществ, заплесневению корма [3]. А влажность сырья, в свою очередь, влияет на свойства полученного экструдата [4]. Низкая влажность приводит к получению экструдатов с низким индексом расширения и высокой объемной плотностью [5]. Повышение влажности сырья приводит к лучшему расширению и уменьшению объемной плотности, но до определенного уровня в зависимости от химического состава и физических свойств компонентов [6].

Комбикорма были выработаны с массовой долей влаги, не превышающей 10 %, установленной стандартом для экструдированных кормов и составляющей в готовом корме для судака – 8,57 %; для щуки – 7,87; для окуня – 8,23 %. Не менее важный показатель – содержание про-

теина, для судака, окуня и щуки содержание протеина в комбикорме должно составлять не менее 42 % [7], в полученных комбикормах содержание протеина составило: для судака – 44,83 %; для окуня – 42,77; для щуки – 41,84 %, также жира должно быть не менее 10 %; лизина – не менее 2; метионина + цистина – не менее 1,5; фосфора – не менее 0,9; сырой клетчатки – не более 2,5 %. Как видно из таблицы 1, в полученных комбикормах эти показатели находятся в пределах установленных норм.

Технологические показатели опытных партий производственных комбикормов определяли согласно действующему ГОСТ 10385–2014 «Комбикорма для рыб. Общие технические условия». Технологические показатели выработанных производственных комбикормов для рыб – объемная масса, угол естественного откоса, крошимость, коэффициенты вариации, разбухаемость, водостойкость – представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технологические показатели производственных комбикормов для рыб

Показатель	Комбикорм			ГОСТ 10385-2014
	Судак	Окунь	Щука	
1	2	3	4	5
Модуль крупности компонентов, мм	0,2 ±0,02	0,2 ±0,03	0,2 ±0,01	0,2–1,0
Остаток корма на сите размером 0,630, %	7,0±0,11	7,1±0,05	6,08±0,12	Не более 10,0
Объемная масса, г/л	589,56±2,22	594,54±1,70	585,54±1,92	–
	Слабо тонущий	Слабо тонущий	Слабо тонущий	–

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Гранула, мм	2,0	2,0	2,0	от 2,0 до 15,0
Угол естественного откоса, град.	29,0	29,5	28,0	Не более 34,0
Крошимость, %	0,84±0,015	0,82±0,022	0,82±0,017	Не более 3,0
Водостойкость, мин	1440 мин (более 24 ч гранулы не теряют форму)			Не менее 30 мин
Разбухаемость, мин	40	48	39	Не менее 25 мин
Однородность смешивания, %:				
по протеину	1,03	0,86	0,94	–
по жиру	2,01	1,87	1,52	–

На плавучесть корма влияет его объемная масса. При $\rho > 1000 \text{ кг/м}^3$ гранулы тонут очень быстро, опускаясь на дно тем быстрее, чем выше их плотность. По результатам исследования полученные комбикорма имели показатель объемной массы менее 600 кг/м^3 , что относит их к слаботонущим.

Важным показателем технологичности готового продукта является угол естественного откоса, если угол естественного откоса не превышает 34 град., то продукт считается технологически хорошим.

По требованиям ГОСТ крошимость экструдированных комбикормов не должна превышать 3 %. Низкий процент крошимости опытных кормов (0,82–0,84 %) способствует минимальной потере кормов в процессе транспортировки и снижает непроизводительные затраты кормов в хозяйствах.

Нормативное значение для водостойкости гранул комбикорма составляет не менее 30 мин. Разрушение гранул во всех образцах разработанных комбикормов произошло после 24 ч. Данное обстоятельство объясняется связующими свойствами используемого при производстве кормов сырья (пшеничный глютен и бентонит), технологическими параметрами производства (уровень давления кормовой смеси в матрице) и жировой оболочкой гранул, препятствующей проникновению воды в ее внутреннюю структуру. Этим же можно объяснить и высокие показатели разбухаемости комбикормов, для судака и щуки она составила 39–40 мин, а для окуня – 48 мин. По техническому требованию разбухаемость гранул для рыб должна быть не менее 25 мин.

Смешивание компонентов опытных партий комбикормов по двум показателям – содержа-

ние «сырого протеина» (0,86–1,03), и «сырого жира» (1,52–2,01) – оценивается как отличное.

Для оценки эффективности влияния разработанных продукционных комбикормов на рыб были проведены эксперименты. Продолжительность эксперимента составила 30 дней, апробация продукционного корма для сеголеток судака проведена в условиях ПК «Жамбыл», для сеголеток нефритового окуня – в условиях ТОО «Kaz Organik Product», для сеголеток щуки – в бассейнах ТОО «Бухтарминское НВХ». Эксперименты проводили в двух повторностях, для каждого вида рыб использовали 2 корма: для сеголеток судака – разработанный ТОО «КазНИИППП» (вариант I), так как на Казахстанском рынке отсутствует специфичный продукционный комбикорм для судака и щуки, в хозяйствах используют зарубежный продукционный форелевый «Aller Aqua» (вариант II); для сеголеток нефритового окуня – разработанный ТОО «КазНИИППП» (вариант I) и корм, изготовленный по рецепту специалистов ТОО «Kaz Organik Product» (вариант II); для сеголеток щуки – разработанный ТОО «КазНИИППП» (вариант I) и зарубежный продукционный форелевый «Aller Aqua» (вариант II).

Во время проведения опытов гидрохимический режим в УЗВ был оптимальным. Кормление осуществлялось вручную 3 раза в сутки. Один раз в 10 дней проводились контрольные обловы. По их результатам определяли темп роста сеголеток рыб и рассчитывали суточный рацион кормления.

Результаты выращивания сеголеток судака в бассейнах с использованием различных продукционных искусственных кормов в условиях ПК «Жамбыл» представлены в таблице 3.

Результаты выращивания сеголеток судака на производственных искусственных кормах

Показатель	Корм	
	ТОО «КазНИИППП»	«Aller Aqua»
Период подращивания, сут	30	30
Плотность посадки, шт/м ³	1000	1000
Начальная масса, г	5,0±0,11	5,0±0,11
Конечная масса, г	10,7±0,28	11,3±0,27
Абсолютный прирост, г	5,7	6,3
Среднесуточный прирост, г	0,19	0,21
Выживаемость молоди, %	54	57
Выживаемость молоди, шт.	540	570
Кормовой коэффициент, ед.	1,8	1,5

По наблюдениям оба производственных корма имели хорошую отдачу. Сеголетки судака активно реагировали на корм. По результатам эксперимента значения абсолютного и среднесуточного прироста отличаются на 0,6 г и 0,02 г соответственно; выживаемость на 3 % и кормо-

вой коэффициент на 0,3 ед. ниже по сравнению с рыбами, потреблявшими импортный корм.

Результаты выращивания сеголеток нефритового окуня в бассейнах с использованием различных производственных искусственных кормов в условиях ТОО «Kaz Organik Product» представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты выращивания сеголеток нефритового окуня на производственных искусственных кормах

Показатель	Корм	
	ТОО «КазНИИППП»	ТОО «Kaz Organik Product»
Период подращивания, сут	30	30
Плотность посадки, шт/м ³	500	500
Начальная масса, г	5,0±0,11	5,0±0,11
Конечная масса, г	13,4±0,26	11,9±0,26
Абсолютный прирост, г	8,4	6,9
Среднесуточный прирост, г	0,28	0,23
Выживаемость молоди, %	71	68
Выживаемость молоди, шт.	355	340
Кормовой коэффициент, ед.	1,5	1,8

Лучшие значения рыбоводно-биологических показателей были отмечены у сеголеток, потреблявших корм, разработанный ТОО «КазНИИППП». По результатам эксперимента значения абсолютного и среднесуточного прироста были выше на 1,5 и 0,05 г соответственно. Так-

же выше показатели выживаемости – на 3 % и кормового коэффициента – на 0,3 ед.

Результаты выращивания сеголеток щук с использованием различных производственных искусственных кормов в условиях УЗВ ТОО «Бухтарминского НВХ» представлены в таблице 5.

Результаты выращивания сеголеток щуки на производственных искусственных кормах

Показатель	Корм	
	ТОО «КазНИИППП»	«Aller Aqua»
Период подращивания, сут	30	30
Плотность посадки, шт/м ³	1000	1000
Начальная масса, г	5,0±0,12	5,0±0,12
Конечная масса, г	11,3±0,26	12,2±0,27
Абсолютный прирост, г	6,3	7,2
Среднесуточный прирост, г	0,21	0,24
Выживаемость, %	56	59
Выживаемость, шт.	560	590
Кормовой коэффициент, ед.	1,9	1,6

По результатам эксперимента значения абсолютного и среднесуточного прироста ниже на 0,9 и 0,03 г соответственно; выживаемость на 3 % и кормовой коэффициент на 0,3 ед. ниже по сравнению с рыбами, потреблявшими импортный корм. Для улучшения отдачи на разработанный корм рекомендовано улучшить плавучесть корма.

Заключение. Установленные технологические показатели указывают, что выработанные экструдированные комбикорма для рыб представляют собой хороший технологичный продукт, соответствующий требованиям нормативно-технической документации. Разработанные рецепты и технологию производства комбикормов можно рекомендовать для использования на отечественных комбикормовых заводах при выработке производственных комбикормов из местного сырья для кормления и выращивания сеголеток судака, щуки, нефритового окуня в промышленных условиях.

Список источников

1. Выращивание ценных видов рыб в промышленных условиях Казахстана на отечественных кормах / В.И. Сидорова [и др.] // Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства». Алматы: Казак университеті, 2019. С. 590–598.
2. Дельмухаметов А.Б., Пьянов Д.С. Рост судака различных поколений в установках замкнутого водоснабжения // Известия КГТУ. 2014. Т. 32. С. 85–90.

3. Сравнительная оценка применения сухих полнорационных комбикормов европейского производства при выращивании осетровых рыб / В.Г. Чипинов [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. «Рыбное хозяйство». 2012. № 2. С. 99–104.
4. Singh S.K., Muthukumarappan K. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeed: a response surface analysis // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. Vol. 96. № 6. P 2220–2229.
5. Rokey G.J., Plattner B., Souza E.M. Feed extrusion process description // Revista Brasileira de Zootecnia. 2010. Vol. 39. P. 510–518.
6. Брагинец С.В., Бахчевников О.Н., Хлыстунов В.Ф. Экструдирование кормов для аквакультуры // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 38–49.
7. Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России / Г.Г. Матишов [и др.]; под ред. С.В. Пономарева. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 224 с.

References

1. Vyraschivanie cennyh vidov ryb v industrial'nyh usloviyah Kazahstana na otechestvennyh kormah / V.I. Sidorova [i dr.] // Sb. nauch. tr., posvyasch. 90-letiyu TOO «Nauchno-proizvodstvennyj centr rybnogo hozyajstva». Almaty: Kazak universiteti, 2019. S. 590–598.
2. Del'muhametov A.B., P'yanov D.S. Rost sudaka razlichnyh pokolenij v ustanovkah

- zamknutogo vodosnabzheniya // Izvestiya KGTU. 2014. T. 32. S. 85–90.
3. Sravnitel'naya ocenka primeneniya suhih polnacionnyh kombikormov evropejskogo proizvodstva pri vyraschivanii osetrovyh ryb / V.G. Chipinov [i dr.] // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Ser. «Rybnoe hozyajstvo». 2012. № 2. S. 99–104.
 4. Singh S.K., Muthukumarappan K. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeed: a response surface analysis // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. Vol. 96. № 6. P 2220–2229.
 5. Rokey G.J., Plattner B., Souza E.M. Feed extrusion process description // Revista Brasileira de Zootecnia. 2010. Vol. 39. P. 510–518.
 6. Braginec S.V., Bahchevnikov O.N., Hlystunov V.F. `Ekstrudirovanie kormov dlya akvakul'tury // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2021. № 1 (25). S. 38-49.
 7. Spravochnik rybovoda. Innovacionnye tehnologii akvakul'tury yuga Rossii / G.G. Matishov [i dr.]; pod red. S.V. Ponomareva. Rostov n/D.: Izd-vo YuNC RAN, 2013. 224 s.

Статья принята к публикации 23.09.2022 / The article accepted for publication 23.09.2022.

Информация об авторах:

Мая Жумадиловна Бектурсунова¹, старший научный сотрудник лаборатории технологии зернопродуктов и комбикормов

Валентина Ивановна Сидорова², ведущий научный сотрудник лаборатории технологии зернопродуктов и комбикормов

Сауле Тургановна Жиенбаева³, ассоциированный профессор кафедры технологии хлеба и перерабатывающих производств, доктор технических наук, ассоциированный профессор

Наталья Геннадьевна Машенцева⁴, профессор кафедры биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза, доктор технических наук, профессор, профессор РАН

Сауле Жангировна Асылбекова⁵, заместитель генерального директора, доктор биологических наук, ассоциированный профессор

Алена Александровна Мухрамова⁶, главный ученый секретарь

Information about the authors:

Maya Zhumadilovna Bektursunova¹, Senior Researcher, Laboratory of Grain Products and Feed Technology

Valentina Ivanovna Sidorova², Leading Researcher, Laboratory of Grain Products and Feed Technology

Saule Turganovna Zhiyenbaeva³, Associate Professor at the Department of Bread Technology and Processing Industries, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Natalya Gennadievna Mashentseva⁴, Professor at the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Russian Academy of Sciences

Saule Zhangiropva Asylbekova⁵, Deputy General Director, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

Alena Alexandrovna Mukhramova⁶, Chief Scientific Secretary

