



УДК 639.3.043

Поступила в редакцию 28.08.2025

Received 28.08.2025

**В. Ю. Агеец<sup>1</sup>, Ж. В. Кошак<sup>1</sup>, Е. М. Чирко<sup>2</sup>, Е. Е. Рыбкина<sup>1</sup>, П. В. Янович<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup> *Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция, Национальная академия наук Беларуси, Пружаны, Республика Беларусь*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ И ОСЕТРА**

**Аннотация.** В статье рассмотрены результаты исследования травяной муки из бинарных смесей чумизы, вики, гороха, сои, суданской травы, могара в различном сочетании и их использование в составе комбикормов для ценных видов рыб. Изучен химический состав зеленой массы чумизы, сои и вики. Установлено, что как в чистом виде, так и в виде бинарных смесей зеленая масса изучаемых культур содержит сырого протеина от 13,0 до 21,0 %, сырого жира от 1,9 до 2,4 %, сырой клетчатки от 34,0 до 37,0 %. Травяная мука также содержит каротиноиды, макро- и микроэлементы, входящие в состав ферментов организма рыб и тем самым ускоряющие процессы роста рыб и снижающие кормовые коэффициенты. Установлено, что травяная мука в количестве 1,0 % из смеси суданки и сои, чумизы и гороха, чумизы и вики может быть использована в составе комбикормов для радужной форели и осетровых рыб.

**Ключевые слова:** соя, вика, могоар, чумиза, зеленая масса, травяная мука, комбикорм, кормовой коэффициент, радужная форель, лентский осетр

**Uladzimir Yu. Aheyets<sup>1</sup>, Zhanna V. Koshak<sup>1</sup>, Elena M. Chirko<sup>2</sup>,  
Evgeniya E. Rybkina<sup>1</sup>, Pavel V. Yanovich<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup> *Brest Regional Agricultural Experimental Station, National Academy of Sciences of Belarus, Pruzhany, Republic of Belarus*

## **USE OF GRASS MEAL IN COMPOUND FEED FOR RAINBOW TROUT AND STURGEON**

**Abstract.** The article considers the results of the study of grass meal from binary mixtures of chumiza, vetch, pea, sudan grass, mogar in various combinations and their use in the composition of



compound feed for fish. The chemical composition of the green mass of chumiza, soybeans and vetch were studied. It was found that both in pure form and in the form of binary mixtures, the green mass of the studied crops contains crude protein from 13.0 to 21.0 %, crude fat from 1.9 to 2.4 %, crude fiber from 34.0 to 37.0 %. Grass meal also contains carotenoids, macro- and microelements that are part of the enzymes of the fish body and thereby accelerate the growth processes of fish and reduce feed coefficients. It has been established that grass meal in the amount of 1.0 % from a mixture of sudan grass and soybeans, chumiza and peas, and chumiza and vetch can be used in the composition of compound feed for rainbow trout and sturgeon fish.

**Keywords:** soybeans, vetch, mogar, chumiza, green mass, grass meal, compound feed, feed coefficient, rainbow trout, Lena sturgeon

**Введение.** Производство комбикормов для рыб требует определенный набор сырья, однако в настоящее время по некоторым позициям ассортимент сырья сокращается, происходит рост его стоимости и соответственно растет и стоимость комбикормов. По этой причине удешевление производства комбикормов для рыб при сохранении их питательной ценности остается одним из способов достижения эффективности кормления рыбы. Поэтому поиск новых видов сырья является актуальным для Республики Беларусь и одним из таких видов сырья может быть травяная мука, изготовленная из смеси однолетних кормовых культур в условиях Республики Беларусь.

В настоящее время в земледелии Республики Беларусь с учетом изменения климата с каждым годом возрастает роль засухоустойчивых культур, в частности, суданской травы, чумизы и могоара. Нельзя не отметить, что практически все виды просовидных и сорговых культур обладают комплексом хозяйственно полезных признаков, главными из которых являются экологическая пластичность, высокая продуктивность и питательность, универсальность использования, высокий коэффициент размножения при устойчивом семеноводстве, слабое поражение болезнями и вредителями, относительная холодоустойчивость и высокая засухоустойчивость. Поэтому эти культуры удачно вписываются в традиционные схемы кормопроизводства региона. Но просовидные и сорговые культуры, как и



все представители мятликовых, не характеризуются высоким содержанием белка. Протеиновая полноценность зеленой массы этих культур не всегда соответствует зоотехническим нормам и требованиям. Поэтому в данной статье представлены исследование возможности использования различных видов травяной муки из различных бинарных смесей в комбикормах для рыб.

### **Материалы и методы исследований.**

Материалом для исследований служили:

- зеленая масса;
- травяная мука;
- радужная форель;
- ленский осетр.

Химический состав сырья и комбикормов определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина — титриметрическим методом по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4-93; жира — экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги — методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), зольные элементы определялись методом сухого озоления в муфельной печи (ГОСТ 26226-95), сырая клетчатка — методом удаления из продукта кислото-щелоче растворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.4). Содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов в комбикорме определяли по ГОСТ 26176-91.

Биохимический состав тела рыб определяли в соответствии с [1, 2]. Опытное кормление рыбы в соответствии с [3, 4].

Химический состав кормов определялся по указанным выше ГОСТам с использованием инфракрасного анализатора SpectraStar. Травяную муку и опытные комбикорма изготавливали на научной линии по производству комбикормов для рыб.

**Результаты исследований.** Проведена оценка зеленой массы однолетних просовидных культур (чумиза) и зернобобовых культур (вика, соя), высеваемых в чистом виде как сырья для производства травяной муки, используемой в рационах кормления рыб.

Внешний вид зеленой массы по стадиям получения травяной муки представлены на рис. 1.



а



б



в



Чумиза

Соя

Вика

Рис. 1. Внешний вид зеленой массы:

а – внешний вид растений до измельчения; б – внешний вид растения после промежуточного измельчения; в – внешний вид зеленой массы перед гранулированием

Fig. 1. Appearance of green mass:

A – appearance of plants before crushing; B – appearance of plants after intermediate crushing; C – appearance of green mass before granulation



На рис. 1 представлены этапы измельчения сухой зеленой массы от целого растения до тонкоизмельченного продукта, предназначенного для гранулирования травяной муки.

Был проведен химический состав зеленой массы. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав зеленой массы  
Table 1. Chemical composition of green mass

Наименование	Влажность, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание, % на сух.в.			Содержание каротиноидов, мг/кг
			сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	
Вика	14,76±0,18	85,24±0,18	21,05±0,59	2,30±0,06	34,12±0,08	27,50±0,27
Соя	12,81±0,06	87,19±0,06	20,54±0,50	2,31±0,07	22,39±0,02	69,83±0,00
Чумиза	9,93±0,02	90,0,7±0,02	15,68±0,28	1,98±0,10	37,35±0,04	34,29±0,43

Анализируя данные в табл. 1, видно, что по содержанию сырого протеина зеленой массы вики и сои больше на 5,4 % и 4,8 % соответственно, чем чумизы. Содержание сырой клетчатки в зеленой массе сои меньше по сравнению с зеленой массой вики и чумизы на 11,7 % и 15,0 % соответственно. Отмечается более высокое содержание каротиноидов в зеленой массе сои.

Был определен макро- и микроэлементный состав зеленой массы, данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов в зеленой массе  
Table 2. Content of macro- and microelements in green mass

Образец	Содержание микроэлементов, мг/100 г				Содержание макроэлементов, мг/100 г			
	Cu	Zn	Mn	Fe	K	Na	Ca	Mg
Вика	1,7094	3,4936	5,3725	33,9793	2703,57	498,09	800,42	178,92
Соя	2,1076	5,7248	5,7815	38,5811	2325,35	484,15	1105,29	351,90
Чумиза	2,0904	5,1240	3,8881	9,1062	2063,52	695,68	582,93	415,01

Анализируя данные табл. 2, видно, что по содержанию железа зеленая масса чумизы бедна железом по сравнению с зеленой массой вики и сои. По содержанию магния зеленая масса вики бедна, по сравнению с зеленой массой чумизы. Отмечается более высокое содержание кальция в зеленой массе сои по сравнению с зеленой массой вики и чумизы.



В связи с вышеизложенным были подготовлены бинарные смеси культур и проведено их гранулирование, внешний вид гранул травяной муки из бинарных смесей представлен на рис. 2.

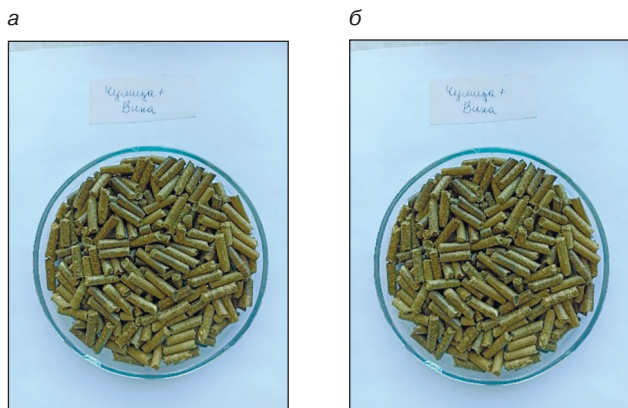


Рис. 2. Внешний вид гранулированной травяной муки (а) травяная мука из бинарной смеси чумизы и гороха (б) травяная мука из бинарной смеси чумизы и вики

Fig. 2. Appearance of granulated grass meal

Был проведен химический состав зеленой массы. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав зеленой массы  
Table 3. Chemical composition of green mass

Образцы гранулированной зеленой массы	Влажность, %	Сухое вещество, %	Содержание сырого протеина, % на сух.в.	Содержание сырого жира, % на сух.в.	Содержание сырой клетчатки, % на сух.в.	Содержание каротиноидов, мг/кг
Чумиза+вика	62,40±0,17	37,60±0,17	13,16±0,62	2,38±0,14	34,63±0,21	66,62±2,26
Чумиза+горох	69,59±0,43	30,41±0,43	12,69±1,22	2,43±0,11	34,92±0,14	69,76±0,00
Чумиза+соя	62,95±0,12	37,05±0,12	14,42±0,18	2,27±0,13	34,64±0,14	68,30±0,26
Суданка+горох	65,45±0,24	34,55±0,24	12,07±0,09	2,15±0,04	34,85±0,06	68,01±0,24



Окончание табл. 3

Образцы гранулированной зеленой массы	Влажность, %	Сухое вещество, %	Содержание сырого протеина, % на сух.в.	Содержание сырого жира, % на сух.в.	Содержание сырой клетчатки, % на сух.в.	Содержание каротиноидов, мг/кг
Суданка+вика	62,84±0,14	37,16±0,14	12,65±0,12	2,07±0,11	34,67±0,12	37,20±0,17
Суданка+соя	63,20±17	36,80±0,17	13,17±0,03	2,02±0,08	34,52±0,15	66,00±0,24
Могар+горох	65,63±0,14	34,37±0,14	12,17±0,07	2,07±0,08	34,48±0,33	67,16±0,05
Могар+вика	62,91±0,04	37,09±0,04	12,62±0,14	2,20±0,03	34,71±0,10	69,04±0,14
Могар+соя	63,43±0,23	36,57±0,23	13,04±0,10	2,22±0,09	34,33±0,16	66,87±0,18

Анализируя данные табл. 3, видим, что в травяной муке из различных бинарных смесей содержится высокое содержание клетчатки (чуть более 34 %), что ограничивает ее использование в составе комбикормов для рыб, в то же время высокое содержание каротиноидов в ее составе, что очень благоприятно для питания рыбы, так же, как и содержание сырого протеина на уровне зерна пшеницы.

Была определена переваримость гранулированной травяной муки радужной форелью и осетром в соответствии с методикой М. А. Щербины [4]. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициент видимой переваримости протеина травяной муки  
Table 4. Coefficient of apparent digestibility of grass meal protein

Наименование варианта	Протеин, %	
	Квп осетр	Квп радужная форель
Чумиза+вика	42,52	43,84
Чумиза+горох	39,00	39,61
Суданка+вика	48,96	40,67
Суданка +соя	47,82	48,06

В табл. 4 представлены образцы бинарных смесей, давшие максимальную переваримость сырого протеина.



На следующем этапе исследований были разработаны комбикорма для радужной форели и осетра с 1,0 % всех вариантов бинарных смесей в их составе взамен зерна пшеницы в рецепте, в составе использовали только бинарные смеси, давшие максимальную переваримость сырого протеина.

Показатели качества представлены в табл. 5.

**Таблица 5. Показатели качества опытных экструдированных комбикормов**  
**Table 5. Quality indicators of experimental extruded compound feeds**

Образец	Содержание, %					
	влаж-ность	сухое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	зола
Комбикорм для форели (суданка+соя)	3,82 ±0,19	96,18 ±0,19	48,91 ±0,28	18,50 ±0,14	2,69 ±0,02	8,04± 0,10
Комбикорм для форели (суданка+вика)	5,17 ±0,06	94,83 ±0,06	47,95 ±1,00	18,78 ±0,08	1,71 ±0,04	8,51± 0,05
Комбикорм для форели (чумиза+вика)	3,36 ±0,01	96,64 ±0,01	48,62 ±0,20	18,72 ±0,15	2,20 ±0,05	8,20± 0,11
Комбикорм для форели (чумиза+горох)	4,14 ±0,17	95,86 ±0,17	48,13 ±0,68	18,86 ±0,12	2,26 ±0,06	8,32± 0,09
Комбикорм для форели (контроль)	4,23 ±0,20	95,77 ±0,20	48,30 ±0,53	18,08 ±0,17	2,18 ±0,09	8,02± 0,07
Комбикорм для осетра (суданка+соя)	9,59 ±0,01	90,14 ±0,23	42,14 ±0,80	14,26± 0,09	2,00 ±0,05	8,12± 0,03
Комбикорм для осетра (суданка+вика)	9,87 ±0,23	90,14 ±0,23	42,29 ±0,51	14,16 ±0,11	1,99 ±0,02	8,11± 0,09
Комбикорм для осетра (чумиза+ вика)	9,95 ±0,12	90,05 ±0,12	41,93 ±0,25	14,26 ±0,09	1,99 ±0,04	8,12± 0,01
Комбикорм для осетра (чумиза+ горох)	10,05 ±0,10	89,95 ±0,10	42,85 ±0,10	14,57 ±0,04	1,98 ±0,02	8,02± 0,04
Комбикорм для осетра (контроль)	9,92 ±0,04	90,08 ±0,04	42,60 ±0,20	14,33 ±0,06	1,93 ±0,05	8,08± 0,01

Анализируя табл. 5, видно, что показатели качества не сильно различаются при внесении 1,0 % травяной муки и соответствуют все показатели качества комбикормов соответствуют ТУ ВУ 100035627.025-2020.

Результаты кормления радужной форели осетра представлены в табл. 6.



Таблица 6. Кормовые затраты при использовании комбикормов с разным видом травяной муки на радужной форели и осетре

Table 6. Feed costs when using compound feeds with different types of grass meal for rainbow trout and sturgeon

Наименование варианта, комби- корм с травяной мукой	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффи- циент, ед
	начало кормления	конец кормления			
Радужная форель					
суданка + соя	560,0±1,5	675,3±0,9	115,7±0,9	162,4±0,5	1,39±0,01*
суданка +вика	462,0±0,1	605,7±1,2	143,7±1,2	134,0±0,1	0,93±0,01
чумиза + вика	423,0±1,2	529,0±3,1	106,0±2,0	122,7±0,3	1,16±0,02*
чумиза + горох	416,7±1,5	540,3±2,3	123,7±1,5	120,8±0,04	0,98±0,01
контроль, без травяной муки	449,3±1,2	588,3±0,7	137,3±0,3	130,3±0,4	0,95±0,01
Ленский осетр					
суданка + соя	2470,3±3,13	2699,7±3,34	254,7±2,30	356,43±13,7	1,4±0,06
суданка +вика	2326,0±1,5	2467,3±3,8	141,3±2,3	306,30±8,5	2,2±0,06
чумиза + вика	2230,7±3,8	2386,3±3,8	155,7±0,9	326,80±7,2	2,1±0,06
чумиза + горох	2254,3±1,3	2451,3±1,7	197,0±1,5	377,6±6,2	1,9±0,03
контроль, без травяной муки	2226,0±2,5	2419,0±3,5	193,0±1,2	373,33±19,2	1,9±0,09

\*  $P < 0,05$ .

Анализируя данные в табл. 6, видно, что для кормового коэффициента для радужной форели достоверная разница по отношению к контрольному варианту установлена для вариантов с травяной мукой из смеси суданки и сои, и смеси чумизы и вики, в этих вариантах кормовой коэффициент выше на 18,0 % и 31,6 %, чем в контрольном варианте. Анализ остальных кормовых коэффициентов не показал достоверной разницы между опытными и контрольным вариантами. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для ввода в комбикорма для радужной форели травяной муки можно рекомендовать муку из смеси суданки и вики. Что касается кормового коэффициента для ленского осетра, то достоверная разница по отношению к контрольному варианту установлена для варианта с травяной мукой из смеси суданки и сои, в этом варианте кормовой коэффициент ниже на 26,3 %, чем в контрольном варианте. Анализ остальных кормовых коэффициентов не показал достоверной разницы между опытными и контрольным вариантами.



На следующем этапе был проведен биохимический анализ тела радужной форели и ленского осетра после кормления различными вариантами комбикормов с травяной мукой. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8. Биохимический состав тела рыбы  
Table 8. Biochemical composition of the fish body

Комбикорм с травяной мукой	Содержание в теле рыбы, %				
	влажность	сухое вещество	белок	зольность	жирность
Радужная форель					
Суданка+соя	75,30±1,18	24,70±1,18	16,79±0,22	2,61±0,73	5,31±0,23
Чумиза+вика	75,96±1,22	24,04±1,22	16,86±1,15	2,43±0,05	4,76±0,02
Чумиза+горох	74,73±0,34	25,27±0,34	17,13±0,28	3,14±0,50	5,01±0,12
Контроль	75,77±0,65	24,23±0,65	15,78±0,73	2,49±0,17	5,98±1,21
Ленский осетр					
Суданка+соя	64,86±0,84	35,14±0,84	16,46±0,79	1,27±0,02	17,42±0,03
Суданка+вика	66,67±0,79	33,33±0,79	16,08±0,89	1,39±0,04	15,87±0,14
Чумиза+вика	65,75±0,13	34,25±0,13	17,15±0,33	1,30±0,26	15,81±0,06
Чумиза+горох	66,12±0,19	33,88±0,19	15,56±0,25	0,70±0,50	17,63±0,06
Контроль	70,17±0,02	29,83±0,02	12,65±0,04	1,17±0,06	16,01±0,04

Анализируя данные в табл. 8, следует обратить внимание, что при кормлении радужной форели комбикормом, содержащим 1,0 % травяной муки, состоящей из смеси чумизы и гороха содержание белка в мышцах радужной форели выше на 7,9 % выше по сравнению с контролем. На втором месте по содержанию белка в мышцах находится рыба, кормившаяся комбикорм с 1,0 % травяной муки, содержащей смесь чумизы и вики (выше на 6,4 % по сравнению с контролем). Наибольшее накопление белка в теле осетровых рыб наблюдается при кормлении комбикормом с травяной мукой из смеси чумизы и вики (выше на 4,5 % по сравнению с контролем), на втором месте при незначительном отставании находится содержание белка в теле осетра, выращенного на смеси суданки и сои (выше на 3,81 % по сравнению с контролем). Следует обратить внимание на то, что все виды травяной муки в составе комбикормов приводят к увеличению содержания белка в теле осетровых рыб.

### Выводы.

Изучение использования травяной муки из бинарных смесей показало возможность ее использование в составе комбикормов



для различных видов рыб, в частности для радужной форели и осетра. Использование травяной муки из смеси суданки и сои, чумизы и гороха, и чумизы и вики в количестве 1,0 % в составе комбикормов дают минимальные кормовые коэффициенты по сравнению с комбикормами без травяной муки при кормлении радужной форели и осетра. Снижение кормовых коэффициентов достигается за счет содержания в травяной муке биологически активных веществ, протеина и высокой переваримости травяной муки рыбами, особенно ценными несмотря на высокое содержание клетчатки, что выражается в повышенном содержании белка в теле рыб на 3,81–6,3 % в зависимости от вида рыбы и вида бионарной смеси.

### Список использованных источников

1. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы : [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР от 11 июля 1984 г.]. – [2-е изд.]. – М. : ВНИИПРХ, 1986. – 52 с.
2. Практикум по ихтиопатологии / Н. А. Головина, Е. В. Авдеев, Е. Б. Евдокимова [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. – М. : Моркнига, 2016. – 416 с.
3. Иванов, А. А. Физиология рыб : учебник / А. А. Иванов. – М. : Мир, 2003. – 284 с.
4. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : С.-х. технологии, 2015. – 292 с.

### Reference

1. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby : utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR ot 11 iyulya 1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish : approved by the Ministry of Fisheries of the USSR on July 11, 1984.]. 2nd ed. Moscow, VNIIPRKH Publ., 1986. 52 p. (in Russian).
2. Golovina N. A., Avdeeva E. V., Evdokimova E. B., Kazimirchenko O. V., Kotlyarchuk M. Yu. *Praktikum po ikhtiopatologii* [Ichthyopathology Workshop]. Moscow, Morkniga Publ., 2016. 416 p. (in Russian).
3. Ivanov A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fish]. Moscow, Mir Publ., 2003. 284 p. (in Russian).
4. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, Sel'skokhozyaistvennyye tekhnologii Publ., 2015. 292 p. (in Russian).



### Сведения об авторах

*Агеец Владимир Юльянович* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

*Кошак Жанна Викторовна* — кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

*Чирко Елена Михайловна* — кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормопроизводства, Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция, Национальная академия наук Беларуси (ул. Урбановича, здание 5, Пружаны, Республика Беларусь). E-mail: chirko1968@tut.by

*Рыбкина Евгения Евгеньевна* — научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: zenarybkina599@gmail.com

*Янович Павел Вадимович* — младший научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pasha.yanovich.01@mail.ru

### Information about the authors

*Uladzimir Yu. Aheyets* — D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

*Zhanna V. Koshak* — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

*Chirko Elena M.* — Ph.D. (Agricultural), Researcher Forage Production Department, Brest Regional Agricultural Experimental Station, National Academy of Sciences of Belarus (Urbanovicha St., building 5, Pruzhany, Republic of Belarus). E-mail: chirko1968@tut.by

*Evgeniya E. Rybkina* — Junior Researcher, Feed Laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru

*Pavel V. Yanovich* — Junior researcher, feed laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pasha.yanovich.01@mail.ru