

## ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОГО КОМБИКОРМА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА ЕГО КАЧЕСТВО

*Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, Н. Н. Гадлевская, Н. В. Зенович,  
А. Н. Русина*

Проведен качественный анализ экструдированного комбикорма для осетровых рыб в процессе хранения в течение 1,5; 3 и 5,5 месяцев. Определено изменение содержания сухого вещества, сырого протеина, жира, аминокислотного состава и аминокислотного сора в исследуемом комбикорме в процессе хранения. Изучен жирнокислотный состав комбикормов и его изменение в процессе хранения. Выявлено, что значения кислотного и перекисного числа при хранении комбикорма в течение 1,5; 3 и 5,5 месяцев были ниже нормируемых. Определено изменение температуры, относительной влажности и давления наружного воздуха в весенний, летний и осенний месяцы хранения исследуемого комбикорма в условиях комбикормового завода в г. Жабинка и прослежена их связь с показателями качества комбикорма. Проведено кормление рыбы комбикормом после 5 и 6 месяцев хранения и выявлена их безопасность. Установлено, что сроки годности и хранения экструдированных комбикормов для осетровых рыб равны 4 и 6 месяцев соответственно.

### Введение

Эффективность использования комбикормов в рыбоводстве в большой степени зависит от их качества. Для производства комбикормов используют компоненты, обладающие различными биохимическими свойствами, которые при определенных условиях подвергаются изменениям. В нормальных условиях хранения комбикормов химические, биохимические и микробиологические процессы протекают медленно. С повышением влажности, температуры воздуха эти изменения усиливаются и могут послужить причиной не только ухудшения качества готовой продукции, но и полной ее порчи. К основным показателям, характеризующим питательную ценность комбикормов, относят содержание сырого протеина, жиров, минеральных веществ. Из биологически активных веществ, которые дополняют полноценность продукции, с точки зрения хранения интерес представляют витамины и другие вещества. Как следует из исследований авторов [1–6], в процессе хранения комбикормов, даже в условиях нормальной температуры и относительной влажности, происходят значительные потери питательных свойств, инактивируются витамины и другие биологически активные вещества. Уровень аммиака, жира и каротина в комбикормах с различной влажностью при хранении в таре зависит не столько от способов хранения, сколько от температуры и влажности [1–4]. При сопоставлении динамики биохимических и микробиологических процессов обращает на себя внимание наличие кажущихся противоречий во влиянии способов хранения на микрофлору, с одной стороны, и химический состав, с другой. Это объясняется тем, что при сравнительно небольших сроках хранения резко сниженная интенсивность воздухообмена в комбикормах, затаренных в мешки, оказала более сильное влияние на жизнедеятельность бактерий и грибов, чем на химические процессы.

В последнее время прудовые хозяйства республики для кормления осетровых рыб в основном используют экструдированные комбикорма различных производителей, которые регламентируют свои сроки их хранения. Так, авторы [1] считают, что срок годности экструдированного комбикорма должен быть равным 4 месяца при температуре от 0 °С до 30 °С. Датская компания «Аллер Аква», являющаяся одним из ведущих производителей экструдированных комбикормов для рыб, ограничивает срок хранения в зависимости от состава комбикорма в 2, 6, 8 и 12 месяцев. Срок годности всех производимых комбикормов для рыб фирмы «Сорпенс» (Голландия) равен 16 месяцев. В соответствии с требованиями стандартов, действующих на территории Беларуси, срок хранения со дня изготовления полнорационных комбикормов для прудовых рыб по ГОСТ 10385-2014 и ТУ ВУ 100035627.016-2015 составляет 2 и 3 месяца соответственно [6].

Таким образом, очевидно, что установленная на данный момент хранимоспособность комбикорма по данным разных авторов неоднозначна и исследования в данном направлении актуальны.

Поэтому целью работы является определение фактических сроков годности и хранения производимых в республике экструдированных комбикормов для осетровых рыб.

### Результаты исследований и их обсуждение

В связи с поставленной целью работы проведены исследования по минимизации потерь питательных элементов в комбикормах для осетровых рыб путем определения их фактических сроков годности и хранения.

Объектом исследования являлся экструдированный комбикорм КЭ-112-2 для осетровых рыб, произведенный на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод». Комбикорм на протяжении 6 месяцев (май – октябрь) хранился в полипропиленовых мешках на складе предприятия в соответствии с рекомендациями ГОСТ 10385-2014. За это время наблюдалось следующее изменение параметров наружного воздуха (температура, относительная влажность, давление): (19±10) °С, (56±27) %, (750±9) мм рт. ст. (май – июнь); (26±8) °С, (61±33) %, (746±8) мм рт. ст. (июнь – июль); (21±13) °С, (70±30) %, (755±16) мм рт. ст. (август – октябрь).

Испытания экструдированного комбикорма для осетровых рыб КЭ-112-2 проводились в лаборатории кормов и аквариальной РДУП «Институт рыбного хозяйства».

Химический состав комбикорма определяли стандартными методами. Так, содержание сырого протеина определяли по ГОСТ 13496.4; сырого жира – по ГОСТ 13496.15, сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.4, массовую долю влаги – по ГОСТ 13496.3, зольные элементы – по ГОСТ 26226-95. Оценку качества липидов проводили по показателям кислотного и перекисного чисел по ГОСТ 13496.18, ГОСТ 26593. Аминокислотный состав сырья определяли по МВИ.МН 1363-2000; жирнокислотный состав – по ГОСТ 31663, ГОСТ 31665; содержание жирорастворимых витаминов – по ГОСТ 32043, ГОСТ 31486, СТБ 1079. Для оценки полноценности белков рассчитывался аминокислотный скор.

В состав комбикорма входило 78 % белковых (мука рыбная, продукт соевый, мука мясокостная, альбумин, дрожжи), 16 % минерально-витаминных (жир рыбий, премикс, лизин) и 6 % зерновых (мука пшеничная) компонентов. Исходный экструдированный комбикорм по качеству соответствовал требованиям ГОСТ 10385-2014.

В связи с изменением температуры и относительной влажности наружного воздуха в весенний и летний месяцы хранения (май – август) произошла усушка комбикорма на 1,5 %, а в осенние (сентябрь – октябрь) – увлажнение на 0,7 % (рисунок 1).

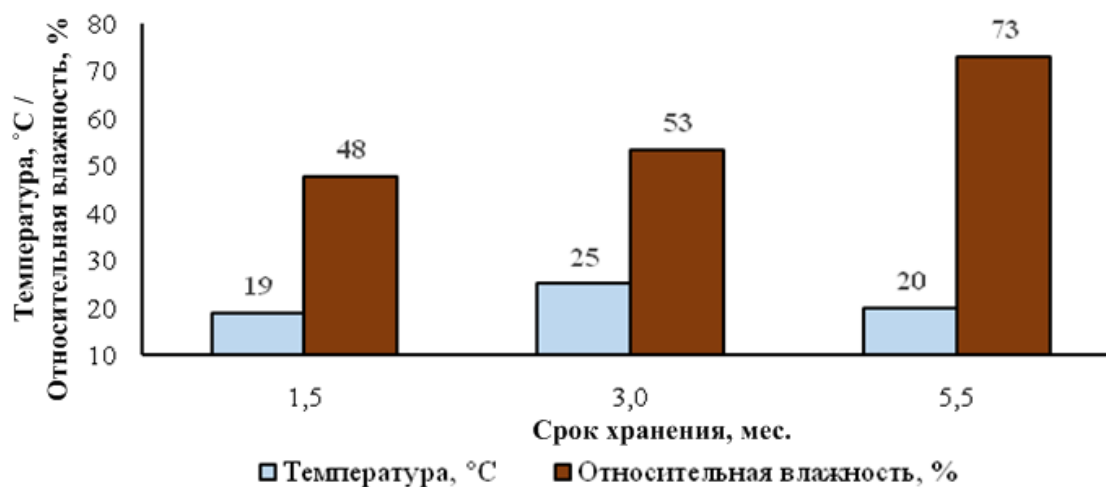


Рисунок 1 – Изменение средневзвешенных значений дневной температуры и относительной влажности воздуха

Отмечено, что за 1,5; 3 и 5,5 месяцев хранения исследуемого комбикорма массовая доля сырого протеина уменьшилась и была соответственно равна 37,8 %, 37,5 % и 36,4 %.

На последующем этапе исследований определялось содержание аминокислот (АК) в комбикорме и рассчитывался аминокислотный скор по незаменимым аминокислотам. Комбикорм признается полноценным, если аминокислотный скор равен или больше 100. Недостаток незаменимых аминокислот в комбикормах, прежде всего, резко тормозит рост рыб, снижает усвояемость пищи, негативно отражается на аппетите и жизнестойкости. При дефиците метионина у ценных видов рыб развивается катаракта глаз и снижается жизнестойкость рыб. Дефицит метионина и цистина в ряде случаев вызывает увеличение размеров печени у форели (индекс 4,2 % при норме до 2,0 %).

Изменение аминокислотного состава комбикорма в процессе хранения в течение 1,5; 3 и 5,5 месяцев приведено на рисунке 2, содержания аминокислот и аминокислотного сора – в таблице 1.

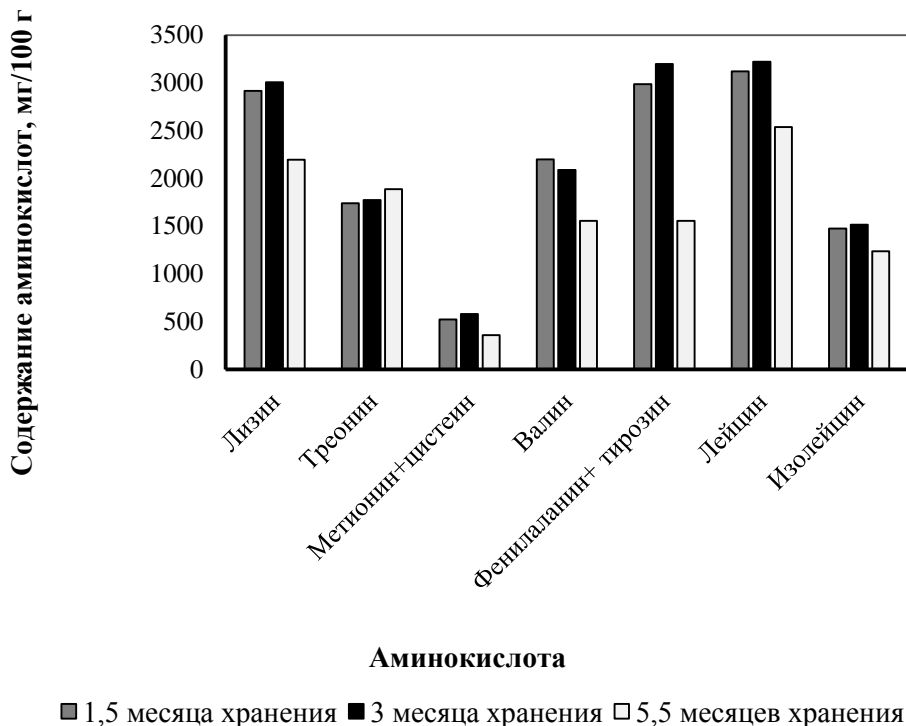


Рисунок 2 – Изменение аминокислотного состава комбикорма в процессе хранения

Отмечено, что уже в течение 1,5 месяцев хранения комбикорм был не сбалансирован по изолейцину, сумме метионина и цистеина. В связи с тем, что аминокислотный скор изолейцина практически равен 100 (98,47 %), исследуемый комбикорм после 1,5 месяцев хранения нуждается в корректировке только по сумме аминокислот метионин и цистеин. При хранении в течение 3-х месяцев аминокислотный состав исследуемого комбикорма практически такой же, как при хранении 1,5 месяца. После хранения комбикорма в течение 5,5 месяцев наблюдается уменьшение содержания практически всех определяемых аминокислот (кроме треонина) в 1,2–2,0 раза. При этом происходит потеря валина на 30 %, а суммарного содержания фенилаланина и тирозина – на 50 % (рисунок 3). Потерю остальных аминокислот при хранении исследуемого комбикорма можно считать несущественной, так как их аминокислотный скор больше 100.

Таблица 1 – Изменение содержания аминокислот и аминокислотный скор комбикорма в процессе хранения

Показатели	Срок хранения, мес.	Количество						
		ли-зин	трео-нин	метио-нин+ цистеин	ва-лин	фенилала-нин+тирозин	лей-цин	изолей-цин
Содержание АК в идеальном белке, г/1 г белка	0	55	40	35	50	60	70	40
Содержание АК в комбикорме, г/1 г белка	0	78	46	14	59	80	83	39
	1,5	78	46	14	59	80	83	39
	3,0	78	46	15	54	83	84	39
	5,5	57	49	9	40	40	66	32
Аминокислотный скор, %	0	141	116	40	117	133	119	98
	1,5	141	116	40	117	133	119	98
	3,0	142	115	43	109	138	120	98
	5,5	104	123	27	81	67	94	80

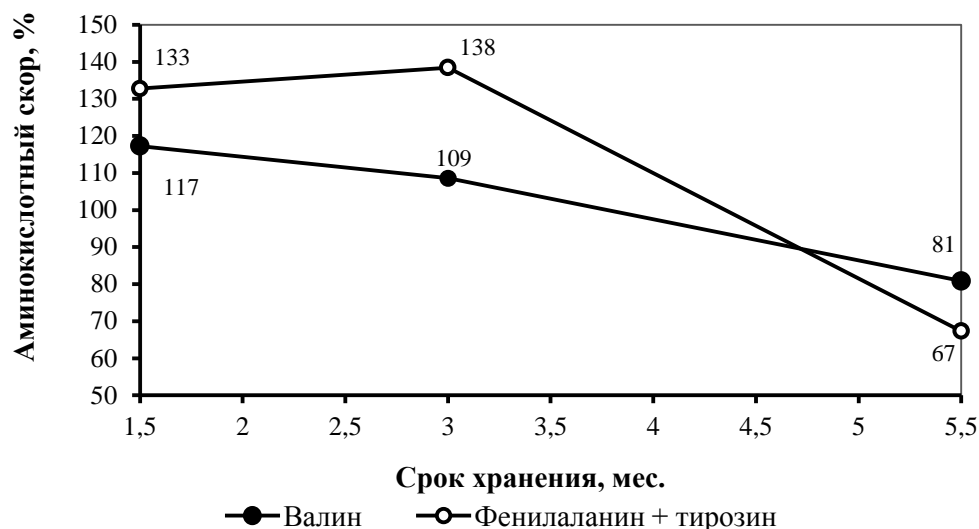


Рисунок 3 – Изменение значений аминокислотного скор для валина и суммарного содержания фенилаланина и тирозина

Видно, что уменьшение аминокислотного скор до значений меньше 100 % для валина наступает при 4 месяцах хранения комбикорма, а для суммарного содержания фенилаланина и тирозина – при 4,8 месяцах хранения. Поэтому для сохранения незаменимых аминокислот в составе комбикорма КЭ-112-2 фактический срок его годности должен составлять 4 месяца.

Известно, что хранение комбикормов, содержащих жиры и масла, всегда сопровождается гидролизом последних, и основными показателями состояния жиров являются перекисное и кислотное число. Изменение значений кислотного и перекисного числа исследуемого комбикорма в процессе хранения в течение 6 месяцев представлены на рисунке 4.

Видно, что значения кислотного и перекисного числа находятся в пределах нормы, что свидетельствует о том, что процесс образования перекисей при хранении комбикорма проходит неактивно. При этом наблюдается уменьшение перекисного числа на 39 %, означающее, что в комбикорме снижается и количество необходимого для окисления жиров активного кислорода. Кислотное число, хотя и ниже нормы в 1,6–2,1 раза, с увеличением времени хранения увеличивается. Скорость накопления свободных жирных кислот, количество которых характеризует кислотное число, в осенний период выше по сравнению с весенним и летним периодами, что вероятно связано с повышенными значениями относительной влажности наружного воздуха.

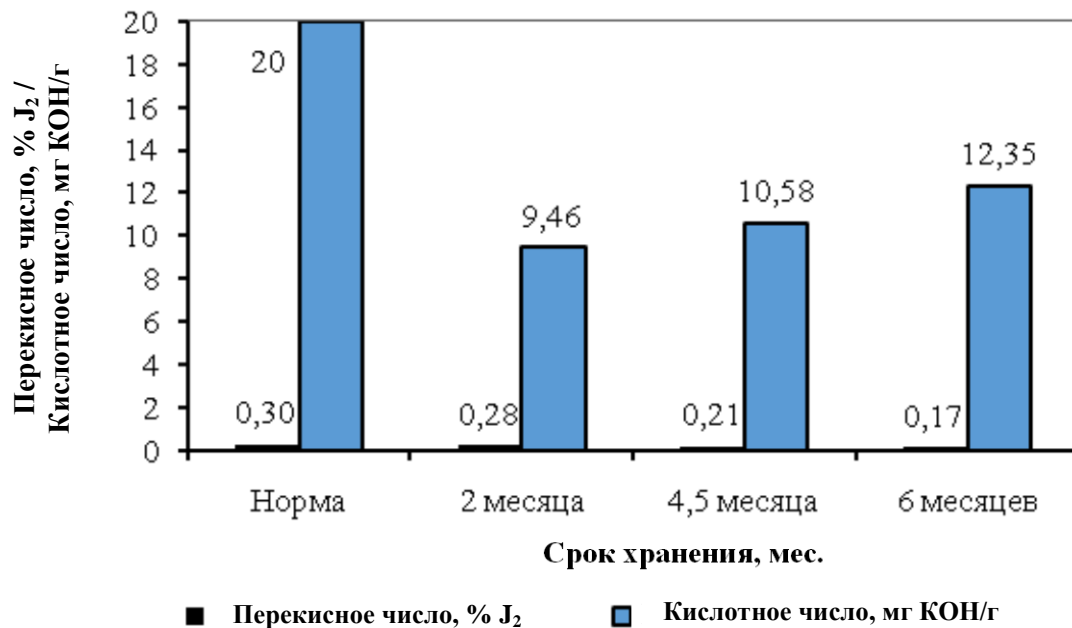


Рисунок 4 – Значения кислотного и перекисного числа при хранении комбикорма КЭ-112-2 для осетровых рыб

Известно, что находящиеся в комбикорме ненасыщенные жирные кислоты, окисляясь в процессе хранения, образуют насыщенные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, пальмитолеиновая и др.). Нами определены те жирные кислоты, которые наиболее характерно показывают состояние жиров комбикорма КЭ-112-2 в процессе хранения (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание жирных кислот комбикорма КЭ-112-2

Наименование кислоты	Срок хранения, мес.		
	1,5	3,0	5,5
Линолевая	34,5	34,8	35,5
Олеиновая	25,7	25,6	26,4
Пальмитиновая	16,8	17,0	16,2
Стеариновая	4,9	4,8	4,8
Пальмитолеиновая	4,4	4,4	4,4
α-линоленовая	3,6	3,6	3,6

Анализ данных таблицы 2 показывает увеличение количества насыщенных жирных кислот, что свидетельствует о процессе окисления жиров. В связи с тем, что содержание насыщенных кислот в процессе хранения в течение 5,5 месяцев остается относительно стабильным, а содержание ненасыщенных жирных кислот изменяется незначительно, то качество жиров комбикорма можно считать хорошим. В связи с этим комбикорм может быть использован на корм осетрам.

Содержание жирорастворимых витаминов также свидетельствует о качестве комбикорма. Данные по содержанию жирорастворимых витаминов в комбикорме КЭ-112-2 в процессе хранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание жирорастворимых витаминов в комбикорме КЭ-112-2

Витамины	Содержание (мг/100 г) при разных сроках хранения (мес.)		
	1,5	3,0	5,5
А	92,0	108,0	91,1
Е	3,26	3,70	1,94
D <sub>3</sub>	2,76	2,88	1,94
K <sub>3</sub>	0,89	1,10	0,71

Видно, что при хранении комбикормов в складских условиях количество изучаемых витаминов после хранения 1,5 месяцев несколько увеличилось, что связано с увеличением массовой доли сухого вещества в связи с высокой температурой летом (в среднем 25 °С). Затем в условиях высокой относительной влажности воздуха осенью (в среднем 73 %) наблюдается уменьшение массовых долей сухого вещества и витаминов. Отмечена большая устойчивость к повышению температуры окружающей среды в летний период (через 3 месяца хранения) витамина D<sub>3</sub>. Это зависело в основном от источника витамина. В данном случае в состав комбикорма он введен в форме необлученных дрожжей.

Таким образом, незначительные изменения массовых долей витаминов не должны лимитировать сроки хранения комбикормов.

После хранения комбикорма в течение 6 месяцев определена общая бактериальная обсемененность (количество микроорганизмов, обнаруживаемых в 1 г комбикорма при посеве их разведений на питательный агар с последующим культивированием при 37 °С в течение 24–48 ч), которая составила 4400 м.к. в 1 г (регламентируемая – 500 тыс. м.к. в 1 г). Замечено, что посевы комбикорма представлены в основном естественными обитателями кормов, колониями аэробных метатрофных мезофильных микробов, использующих в качестве источников азотного питания белок и продукты его распада. Однако эти изменения не вызывали порчи комбикорма.

Для проверки безопасности исследуемого комбикорма в течение всего периода его хранения производили кормление рыбы. В качестве объекта исследования в данном случае выбрана радужная форель. Это связано с тем, что форель более требовательна к составу и качеству комбикормов нежели осетр. Наличие токсичных веществ, продуктов распада жиров и других веществ сразу отражается на состоянии радужной форели (особенно ее внутренних органов). Осетры же относительно тугорослые и период кормления должен быть существенно большим (3–4 месяца). Рыбу кормили комбикормом КЭ-112-2 на протяжении двух последних месяцев хранения (5-й и 6-й месяц со дня изготовления комбикорма). Обнаружено, что рыба была жива, набирала вес и ее внутренние органы были в норме.

### Заключение

Определены сроки годности и хранения экструдированного комбикорма для осетровых рыб. Выявлено, что снижение содержания аминокислот наблюдается после 4-х месяцев хранения комбикорма; относительно стабильное содержание ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в составе комбикорма наблюдается в течение 5,5 месяцев хранения комбикорма; распада витаминов в течение 5,5 месяцев хранения комбикорма не наблюдается; общая бактериальная обсемененность комбикорма после хранения в течение 6-ти месяцев в 114 раз ниже регламентируемой; скармливание комбикорма, хранившегося в течение 5-ти и 6-ти месяцев, на рыбу отрицательного воздействия не оказало. Поэтому сроки годности и хранения комбикорма должны составлять соответственно 4 и 6 месяцев.

### Литература

- 1 Шевцов, А. А. Экструдирование с вводом жиросодержащих компонентов / А. А. Шевцов, Н. Н. Василенко, О. Н. Ожерельева // Комбикорма, 2006. – № 2. – С. 33.
- 2 Абрамова, Ж. И. Исследование процессов окисления липидов в искусственных кормах рыб и сравнительная оценка методов их определения / Ж. И. Абрамова, Н. Е. Картавцева, Л. А. Николаева: сб. научн. трудов «Актуальные проблемы кормления рыб в промышленном рыбоводстве», Выпуск 176, Ленинград, 1981. – С. 103–116.
- 3 Лукошкина, М. В. Изменение степени окисления липидов и содержание витаминов в кормах в первые месяцы хранения / М. В. Лукошкина: сб. научн. трудов гос. науч.-исслед. ин-та озерного и речного хоз-ва «Эффективное кормление сиговых и лососевых рыб», выпуск 275, Ленинград, 1988. – С. 139–144.
- 4 Ермакова, С. В. Влияние условий хранения на аминокислотный состав корма / С. В. Ермакова, К. Б. Мосейчук: сб. научн. трудов гос. науч.-исслед. ин-та озерного и речного хоз-ва «Эффективное кормление сиговых и лососевых рыб», выпуск 246, Ленинград, 1986. – С. 132–134.
- 5 Головня, Е. Установление срока годности кормов и кормовых добавок / Е. Головня // Комбикорма, 2015. – № 5. – С. 94–99.
- 6 Кошак, Ж.В. Протеин как основа комбикормов для рыб. / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Н. Русина А. Н. и [др.] // Вестник МГУП. – № 2 (23). – 2017. – С. 94–99.

*Поступила в редакцию 21.11.2018*