

Автор ер.  
Я 46

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

ЩЕЛАКОВА  
РАИСА ПАВЛОВНА

**ИССЛЕДОВАНИЕ  
ФИЗИКО-БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ  
В СВЯЗИ С ИХ ХРАНЕНИЕМ**

Специальность 05.18.03—хранение зерна  
(элеваторно-складское хозяйство)  
и других сельскохозяйственных продуктов

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Декабрь 1987

ОДЕССА — 1974

Министерство высшего и среднего специального образования  
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ИМ. М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ЩЕЛАКОВА Раиса Павловна

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ В СВЯЗИ С ИХ ХРАНЕНИЕМ

Специальность 05.18.03 – хранение зерна  
(элеваторно-складское хозяйство) и других  
сельскохозяйственных продуктов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

№. 012335 ✓

Одесский технологический  
институт пищевой промыш-  
ленности им. М.В. Ломоносова

Б И Б Л И О Т Е К А

Одесса – 1974

ОНАХТ

24.04.12

Исследования физико-



v012335

Работа выполнена на кафедре "Технологии гидролизных производств" Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент  
А.Д.ЧМЫРЬ

Официальные оппоненты:

Доктор химических наук, профессор М.С.ДУДКИН  
Кандидат технических наук, доцент З.Д.ГОНЧАРОВА

Ведущее предприятие - Южпробиосинтез

Автореферат разслан "13" мая 1974 года.

Защита диссертации состоится 28 июня 1974 года на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Совет института по адресу: г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА  
кандидат технических наук

Л.А.ЗАПОРОЖЕЦ

- I -

Актуальность проблемы. Для создания материально-технической базы коммунизма огромное значение имеет увеличение продуктов животноводства. В настоящее время в целом по стране нет полной обеспеченности животноводства кормовым белком; потребность только продуктивного скота и птицы в комбикормах составит к 1975 году 68,9 млн. тонн во всех категориях хозяйств. Увеличение производства зерновых культур, сахарной свеклы, картофеля, кормовых трав не может устранить указанного дефицита, так как эти виды кормов богаты углеводами, но содержат недостаточное количество белков, незаменимых аминокислот и витаминов. Решить эту проблему, в основном, можно путем введения в комбикорма белково-витаминных добавок - кормовых дрожжей, питательная ценность которых обуславливается содержанием в них до 50% белка, всех незаменимых аминокислот, витаминов, углеводов, жиров и микроэлементов.

Согласно решениям XXIV съезда КПСС производство кормовых дрожжей в данном пятилетии увеличится более чем в 3 раза. В 9-ой пятилетке будет введено в действие ряд крупнейших предприятий, что позволит довести производство кормовых дрожжей до 1,3 млн. тонн к 1975 году. При этом единичная мощность гидролизно-дрожжевых заводов будет увеличена до 50-60 тыс. тонн, а заводов по производству дрожжей из очищенных парафинов нефти до 70-250 тыс. тонн в год.

В связи с созданием крупнотонажного производства потребуются рациональные решения вопросов, связанных с хранением и транспортировкой кормовых дрожжей.

Одним из решений этой проблемы является гранулирование дрожжей, что позволит механизировать и автоматизировать процессы, связанные с хранением и транспортировкой данного продукта.

Важным вопросом в деле обеспечения животных качественными кормами является их сохранность. Хранение дрожжей можно рассматривать как частный случай хранения пищевых и кормовых продуктов; последним посвящены исследования В.Л.Кретовича, Е.Д.Козакова, Н.П.Козьминой, Л.А.Трисвятского, А.Н.Волковой, Н.И.Соседова, С.И.Акивис, Е.М.Сычевой, В.А.Яковенко, З.Д.Гончаровой, Н.П.Юрченко и многих других советских и зарубежных ученых. Из приведенного обзора литературы, практического анализа теоретических и экспериментальных исследований, связанных с хранением зерна, пищевых и кормовых продуктов следует, что при этом могут протекать различные биохимические процессы, приводящие к ухудшению их качества. Каче-

ственные показатели продуктов и кормов могут изменяться под влиянием условий среды в зависимости от начального состояния продукта, температуры, относительной влажности воздуха, действия кислорода и света, способов и продолжительности хранения.

Все эти условия взаимосвязаны между собой и от их сочетания зависят сроки безопасного хранения зернопродуктов и кормов.

Вопросам получения кормовых дрожжей и исследованию их химического состава посвящены работы М.С.Дудкина, В.Е.Старичковой, С.З.Хаит, З.В.Левинной, Е.А.Плевако, Н.И.Коротченко, А.В.Дубинской, П.Н.Фишера, В.П.Аристовой, Р.М.Федорович и др.; в то время как хранение их почти не изучено.

Хранение кормовых дрожжей без учета изменений их качеств, может привести к снижению их ценности как кормового продукта. Для проектирования транспортных систем и хранилищ серьезное значение приобретает исследование качественных показателей кормовых дрожжей, выращенных на очищенных парафинах нефти, при их производственном хранении. Сведения, имеющиеся в литературе по этому вопросу, крайне ограничены и касаются только порошкообразных дрожжей. Процессы, протекающие в хранящихся гранулированных дрожжах, вообще не изучены. Поэтому возникает необходимость исследования качественных показателей всех видов кормовых дрожжей при хранении их в условиях нерегулируемой температуры и относительной влажности воздуха.

Цель и основные задачи исследования. Исходя из вышеизложенного, целью нашей работы явилось исследование физических и биохимических свойств кормовых дрожжей, выращенных на очищенных парафинах нефти, в связи с их хранением в различных условиях. Для разработки рекомендаций при проектировании транспортных систем и хранилищ дрожжей необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить влияние различных условий: температуры и относительной влажности воздуха на изменение белкового, липидного комплекса и витаминов в хранящихся дрожжах.
2. Исследовать динамику качественных показателей порошкообразных и гранулированных кормовых дрожжей при их продолжительном производственном хранении в условиях нерегулируемой температуры и относительной влажности воздуха.
3. Проследить изменение структурно-механических, упруго-вязких и сыпучих свойств кормовых дрожжей при их производственном хранении.
4. Провести опытное кормление птицы гранулированным биошро-

том после продолжительного хранения.

5. Разработать и экономически обосновать наиболее рациональные режимы и варианты хранения для длительной сохранности качества дрожжей.

Объем работы. Диссертация состоит из введения и четырех глав с выводами. Работа содержит 132 страницы машинописного текста, 30 рисунков, 34 таблицы и 4 приложения. Библиография включает 285 наименований, из которых 43 иностранных.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с целью и задачами данной работы объектами исследования были выбраны сухие товарные кормовые дрожжи (БК), выращенные на очищенных жидких парафинах нефти, в виде порошка БК, гранул БК и гранул биошрота (обезжиренные БК).

Промышленная партия сухих порошкообразных кормовых дрожжей была получена из дрожжевого цеха Краснодарского химвкомбината и заложена на хранение в марте-апреле 1968 г. сроком на 1 год. Вторая партия дрожжей была програнулирована на Кивиневском комбикормовом заводе и заложена на хранение в январе 1969 г. сроком на 2 года. Биошрот был получен из Новочеркесского завода синтетических продуктов и програнулирован на Николаевском комбикормовом заводе. В соответствии с программой исследований гранулированный биошрот был заложен на хранение в производственных условиях в двух различных географических зонах страны: на юге - на Одесском складе хлебопродуктов в мае 1971 г. и на севере - на складе Уфимского завода БК в июне 1971 г. сроком на 18 и 20 месяцев. Порошок БК, гранулы БК и гранулы биошрота хранились в Одессе на складе хлебопродуктов № 1 в условиях нерегулируемой температуры и относительной влажности воздуха.

Используя свойства сыпучести дрожжей, их можно хранить насыпью и в таре, поэтому хранение порошка и гранул осуществлялось в следующих вариантах:

- 1) насыпью,
- 2) в бумажных многослойных мешках,
- 3) в джутовых мешках,
- 4) в закрытом сосуде типа силос.

Порошок БК хранился дополнительно в атмосфере углекислого газа в герметической таре и насыпью, обработанной консервантом. В качестве консерванта использовали пиросульфит натрия.

Для осуществления контроля за изменением качественных показате-

телей кормовых дрожжей на протяжении всего срока хранения периодически отбирались средние пробы: в порошке - раз в I; I,5; 2 месяца, в гранулах БВК - раз в 6 месяцев, в гранулах биопшота - каждые 4-4,5 месяца.

Производственному хранению кормовых дрожжей предшествовали исследования влияния среды и продолжительности хранения на их биохимические свойства. Образцы порошка и гранул БВК находились в различных режимах хранения, отличающиеся между собой вариациями по температуре ( $t$ ) и относительной влажности воздуха ( $\varphi$ ).

Дрожжи помещали в химические стаканы весом по 500 г при высоте слоя 8-10 см и хранили в эксикаторах на фарфоровой сетке.

Порошок БВК хранился в течение 9 месяцев в условиях  $\varphi = 70\%$  и  $t = +4^{\circ}\text{C}$  и  $t = +22^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность хранения гранул БВК составляла от 4 до 12 месяцев при  $\varphi = 65-70\%$ ,  $70\%$ ,  $80\%$  и  $90\%$  и соответственно  $t = -15^{\circ}\text{C}$ ,  $+4^{\circ}\text{C}$ ,  $+22^{\circ}\text{C}$ .

Качество исследуемых продуктов характеризовалось физическими свойствами, влагосодержанием, наличием микрофлоры и химическим составом по основным показателям. Из физических показателей определялись структурно-механические, упруго-вязкие, гигроскопические и сыпучие свойства порошка и гранул дрожжей. Химический состав продукта характеризовался по изменению азотистых веществ (сырой протеин, истинный белок, аминокислотный состав, ферментативная гидролизуемость), липидной фракции (кислотное, перекисное, иодное числа), водорастворимых витаминов (тиамин и рибофлавин).

В связи с тем, что кормовые дрожжи представляют собой в основном белковый продукт, в них проводили определение содержания общего, белкового и небелкового азота и аминокислотного состава. Общий азот определяли по методу Кьельдаля, белковый азот - методом Бернштейна, количество небелкового азота находили по разности между общим и белковым азотом.

Количество отдельных аминокислот в дрожжах устанавливали методом восходящей бумажной хроматографии.

Содержание метионина исследовали по методу Левиной в модификации Герожанкиной.

В основу определения количества триптофана в кормовых дрожжах положен метод Фюрфа и Дюше.

Данные химического состава дрожжей не дают полной характеристики качества и питательной ценности кормового продукта. Поэтому была сделана попытка охарактеризовать качество при хранении дрожжей по атакуемости белков пищеварительными ферментами, в качестве

которых использовали кристаллический пепсин и трипсин. Определение ферментализации белка дрожжей исследовали по методу А.А.Покровского и И.Д.Ертанова.

При выборе метода определения липидов из сухих товарных дрожжей основывались на то, чтобы в процессе выделения их не произошли структурные изменения, и чтобы извлечение жиров было достаточно полным. Поэтому был использован метод, применяемый для БВК - экстракция липидов смесью хлороформ - метанол с последующей очисткой от водорастворимых веществ.

Определение жира в биопшоте проводили согласно МТУ путем экстракции диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета. В липидной фракции определяли иодное число методом Кауфмана, кислотное и перекисное числа - стандартными методами.

Количество витаминов  $B_1$  и  $B_2$  устанавливали флюорометрическими методами.

Для более полного изучения изменений в кормовых дрожжах при хранении определяли физические характеристики. Для порошкообразных дрожжей проводили исследования сыпучих свойств.

Насыпную массу товарных дрожжей определяли в литровой пурке по ГОСТу 108-40-64. Коэффициент внутреннего трения определяли на приборе трехостного сжатия.

Для определения ударной прочности гранул использовали лабораторный копер У-1 системы Рожкова со свободно падающим бойком. Массу бойка изменяли в зависимости от размера гранул.

В данной работе статическую прочность гранул дрожжей определяли в осевом направлении при действии статических нагрузок в пределах 500 н.

Упруго-вязкие свойства гранул характеризовали реологическими константами. Их величины определяли из нагрузочно-разгрузочных характеристик изменения деформации во времени при постоянном нагружении на исследуемое тело. Реограммы были получены на специально реконструированном приборе - деформографе, работающему по принципу приборов класса пластометров и дефометров.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

##### I. Влияние условий хранения на биохимические свойства кормовых дрожжей

Для опытов использовали порошок и гранулы дрожжей, полученных

из углеводов нефти. Влияние условий хранения на качественные показатели порошкообразных и гранулированных дрожжей приведены в таблицах I и 2. Как видно из таблиц во всех режимах хранения влажность дрожжей повысилась до равновесной и оставалась без изменений до конца сроков. Порошок при этом оказался более гигроскопичным чем гранулы.

В условиях хранения с  $t = +22^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 90\%$  через 2 месяца наблюдалось уплотнение порошка и поражение плесенью, а через 4 месяца хранения оба образца были полностью покрыты плесенью.

При хранении порошка и гранул в условиях низких  $t$  и  $\varphi$  наблюдалось снижение количества микробов к концу хранения. Следовательно, повышение атмосферной влажности и температуры приводит к значительному увлажнению дрожжей и усиленному развитию микрофлоры.

Анализ изменений азотистых веществ (табл. 2 и I') показал, что хранение порошка и гранул БК в условиях низких температур не привело к их существенным изменениям. С повышением температуры до  $+22^{\circ}\text{C}$  и при  $\varphi = 70\%$  содержание сырого протеина в порошке через 9 месяцев хранения снижается с 52,4% до 49,2; у гранул через год близко к исходному.

Намечается тенденция к снижению истинного белка, триптофана увеличению небелкового и аминного азота более выраженная у порошка, с последующим снижением последнего к концу хранения.

Увеличение  $\varphi$  до 90% и  $t = +22^{\circ}\text{C}$  привело к тому, что через 3 месяца у порошка и через 4 мес. у гранул началось разрушение сырого протеина, снижение истинного белка, аминокислот и увеличение небелковых веществ.

Отмечено также снижение ферментативной гидролизуемости белковых веществ образцов, находящихся в условиях  $t = +22^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 70\%$  и 90%; у порошка на 11,4-21% у гранул соответственно на 14,9-17,3%.

Указанные изменения могут быть связаны с протеолизом, вызванным действием развивающейся микрофлоры и сохранившимися ферментами самой дрожжевой клетки. Но наряду с процессами протеолитического распада белков до аминокислот может идти процесс их связывания за счет взаимодействия аминных групп с углеводами и продуктами окисления жиров. При этом могут образовываться новые соединения, не подвергавшиеся действию пищеварительных ферментов. Это предположение согласуется со снижением аминного азота и аминокислот.

Снижение доступности белка свидетельствует о понижении питательной ценности кормовых дрожжей.

Содержание тиамина и рибофлавина при хранении дрожжей в режи-

Таблица I

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОРОШКООБРАЗНЫХ КОРМОВЫХ ДРОЖЕЖЕЙ

Наименование показателей	Един. измер.	Исходное	Условия хранения и продолжительность (месяцы)														
			$t = +4^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 70\%$			$t = +22^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 70\%$			$t = +22^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 90\%$			$t = +22^{\circ}\text{C}$ $\varphi = 90\%$					
			2	4	6	9	2	4	6	9	1	2	3	4	1	2	3
1. Влажность	%	8,2	11,7	11,8	11,9	11,8	11,2	11,3	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	21,3	21,5	21,6	21,6
2. Сырой протеин (N% x 6,25)	% сух. в.	52,4	52,3	52,4	51,9	52,1	52,1	51,6	50,7	49,2	49,2	49,2	51,1	51,1	49,9	48,2	
3. Истинный белок (N% x 6,25)	"	46,3	46,1	46,5	45,8	44,9	45,9	45,1	44,0	42,1	42,1	45,8	43,1	41,2	38,7		
4. Небелковый азот	"	0,97	0,99	0,94	0,96	1,12	0,99	1,04	1,10	1,13	1,07	1,07	1,28	1,39	1,52		
5. Аминный азот	"	0,61	0,57	0,63	0,59	0,67	0,65	0,69	0,84	0,57	0,76	0,97	1,32	0,91			
6. Метонин	"	0,36	0,36	0,36	0,35	0,34	0,35	0,34	0,32	0,31	0,35	0,33	0,29	0,27			
7. Триптофан	"	2,23	2,25	2,17	2,19	2,13	2,13	1,97	1,89	1,77	2,09	1,93	1,67	1,53			
8. Тиамин	мкг/г	11,1	10,9	10,7	10,3	9,6	10,8	10,3	9,5	8,8	10,7	9,8	7,9	6,5			
9. Рибофлавин	"	90,2	89,8	90,3	89,5	88,0	89,1	87,4	85,1	80,7	89,6	86,5	80,1	75,2			
10. Кислотное число	мг КОН	49,2	50,8	53,1	57,3	59,5	52,6	59,5	66,9	70,2	53,1	68,8	77,6	73,2			
11. Перекисное число	% кода	0,220	0,227	0,255	0,274	0,297	0,237	0,261	0,308	0,363	0,271	0,317	0,401	0,331			
12. Йодное число	"	60,1	59,8	60,0	59,4	58,7	60,0	59,2	57,1	55,3	57,3	55,1	47,2	41,4			

Азотистые вещества

Водорастворимые витамины

Жировые характеристики

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВЫХ ДРОЖЕЙ

Наименование показателей	Единица измерения	Исходное	Условия хранения и продолжительность (месяцы)														
			t = +4°C				t = +22°C				t = +22°C						
			3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12			
I. Влажность	%	10,5	11,2	11,3	11,3	11,2	10,9	11,0	10,9	11,0	10,9	11,0	11,0	19,6	19,5	19,6	19,6
2. Сырой протеин (N <sub>6</sub> x 6,25)	% сух.в.	51,2	50,5	51,1	50,7	50,8	51,1	50,9	50,6	50,9	50,6	50,1	50,8	50,3	49,8	47,9	47,9
3. Истинный белок (N <sub>6</sub> x 6,25)	"	45,2	44,6	44,9	43,9	43,7	44,5	43,9	43,3	42,4	44,9	43,9	44,9	43,9	41,5	38,9	38,9
4. Небелковый азот	"	0,96	1,0	0,99	1,08	1,07	1,05	1,12	1,15	1,26	0,93	1,02	0,93	1,02	1,12	1,44	1,44
5. Аминовый азот	"	0,54	0,56	0,59	0,62	0,56	0,59	0,69	0,73	0,53	0,55	0,68	0,55	0,68	0,97	0,71	0,71
6. Метионин	"	0,31	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,27	0,28	0,31	0,29	0,31	0,29	0,27	0,25	0,25
7. Триптофан	"	2,10	2,06	1,96	2,01	1,98	2,07	1,97	1,91	1,83	2,10	1,88	2,10	1,88	1,73	1,56	1,56
8. Тиамин	мкг/г	9,6	9,4	9,1	8,9	8,7	8,9	8,3	7,9	7,1	9,4	8,8	7,1	9,4	8,8	7,6	6,8
9. Рибофлавин	"	73,1	73,0	72,1	71,7	71,4	72,2	69,1	68,4	65,2	72,5	71,3	65,2	72,5	71,3	68,2	63,6
10. Кислотное число	мг КОН	52,1	56,1	58,3	50,5	61,8	58,4	67,2	71,3	73,2	54,7	67,1	73,2	54,7	67,1	78,3	85,4
11. Перекисное число	% мол	0,548	0,562	0,591	0,614	0,619	0,587	0,607	0,656	0,603	0,571	0,623	0,603	0,571	0,623	0,681	0,623
12. Иодное число	"	40,2	40,0	40,1	39,5	38,2	39,8	38,9	37,7	36,8	40,1	36,5	40,1	36,5	32,7	29,7	29,7

Водорастворимые витамины

Жировые константы

ме  $t = +4^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 70\%$  практически не меняется (табл. I и 2). Увеличение  $\varphi$  и  $t$  приводит к разрушению витаминов. Так в условиях  $t = +22^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 70\%$  содержание тиамин снизилось через 9 месяцев хранения в порошке на 20,0%, в гранулах на 17%; рибофлавин соответственно на 10,6 и 6,5%. Повышение  $\varphi$  до 90% привело к значительным потерям витаминов уже в первые месяцы хранения, для порошка БВК через 4 мес. содержание тиамин снизилось на 40%; рибофлавин на 20%; для гранул соответственно на 30 и 13%. Распаду витаминов могут способствовать окислительные процессы, происходящие в липидной фракции хранящихся дрожжей.

Как явствует из табл. 2 и I жировые характеристики оказались наиболее лабильными. Их изменения отмечены даже в условиях низких температур и  $\varphi = 70\%$ .

Более существенно возросли кислотные, снизились иодные и изменились перекисные числа при увеличении  $t$  до  $+22^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi$  до 70-90%.

Интенсивное возрастание свободных жирных кислот шло в первые месяцы хранения, и при  $\varphi = 90\%$  оно увеличилось более чем в 1,5 раза в порошке через 3 мес., а у гранул через 4 мес. хранения. В этих же условиях шло накопление перекисей, затем наблюдалось их разрушение и перекисные числа через 4 мес. уменьшались. Степень неопределенности жира, характеризующаяся иодным числом, понизилась у гранул на 26%, у порошка на 31%.

Увеличение кислотных и перекисных чисел хранящихся дрожжей свидетельствует о наличии гидролитических и окислительных процессов, которые могут быть вызваны увеличением влагосодержания, действием посторонней микрофлоры, либо за счет сохранившихся ферментов дрожевой клетки. Снижение иодных чисел является результатом окисления неопределенных жирных кислот путем насыщения двойных связей.

Исследования различных режимов хранения порошка и гранул БВК выявили, что при понижении температуры и относительной влажности воздуха биохимические процессы замедляются. Повышение  $t$  и  $\varphi$  способствует развитию нежелательных процессов в хранящихся дрожжах, которые могут привести к ухудшению качества данного продукта.

## 2. Изменения физических свойств при производственном хранении кормовых дрожжей

Условия хранения. В связи с поставленной целью и задачами данного исследования кормовые дрожжи хранились в производственных ус-

ловиях в двух географических зонах (в г.г. Одессе и Уфе).

Данные систематического контроля за условиями хранения: температурой ( $t$ ) и относительной влажностью воздуха ( $\varphi$ ) показали, что они были характерными для южной и северной зоны нашей страны.

Условия г.Уфы характеризовались большим количеством месяцев с низкой  $\varphi$  (ниже 60%) и более низкими температурами на складе. В то время, как в условиях г.Одессы в течение всего срока хранения минусовых  $t$  на складе не наблюдалось, а значения  $\varphi$  в основном выше 60% и в осенне-зимние периоды достигала 75-80%.

Влажность. Условия хранения оказывают влияние, прежде всего, на влагосодержание дрожжей.

Так, влажность порошка растет в течение годового хранения от 7,5 до 12,2% почти во всех вариантах. При хранении порошка БВК в закрытом сосуде в атмосфере  $\text{CO}_2$  содержание влаги колебалось на уровне исходной; в джутовом мешке и в насыпи уже через 7 месяцев хранения влажность достигла более 10%, что привело к уплотнению и комкованию биомассы дрожжей.

Влажность гранул БВК и биошрота незначительно изменилась в варианте хранения - закрытый сосуд на протяжении всего срока, не зависимо от географической зоны; гранулы БВК, хранившиеся на складе г.Одессы, характеризовались постепенным повышением влагосодержания в течение двухлетнего хранения; причем наибольшей влажности достигли дрожжи, хранившиеся насыпью (11,6%) и в джутовых мешках (12,4%), при исходной  $W = 6,9\%$ .

При хранении гранул биошрота в условиях г.Одессы отмечено изменение влажности на протяжении 20 месяцев от 7,0 до 11,5%.

Хранение биошрота в г.Уфе характеризовалось тем, что влажность его повысилась в первые месяцы от 7,4 до 8,5-9,5% и удерживалась в этих пределах в течение осенне-зимнего периода, несколько снижаясь в летние месяцы.

Сравнивая производственное хранение порошка и гранул, можно заключить, что порошкообразные дрожжи в большей степени подвергались увлажнению, чем гранулированные. Это объясняется, очевидно, тем, что в результате гранулирования увеличивается их плотность, уменьшается удельная поверхность, что снижает гигроскопические свойства и приводит к повышению устойчивости при хранении.

Сыпучие свойства. Исследование сыпучих свойств порошкообразных дрожжей показало, что они с течением времени ухудшаются.

Насыпная масса исходных порошкообразных дрожжей составляла

490 и 495 кг/м<sup>3</sup>. В зависимости от вариантов и сроков хранения она изменялась. Как видно из рис. I насыпная масса порошка по мере удлинения сроков хранения уменьшалась. Более заметные изменения наблюдались при хранении дрожжей насыпью и в джутовой таре. В образцах дрожжей, хранившихся в закрытом сосуде и в атмосфере  $\text{CO}_2$ , намечается только тенденция к снижению насыпной массы; хранение дрожжей в бумажных мешках занимает промежуточное положение. Применение консерванта не оказало существенного влияния на стабильность этого показателя, значения насыпной массы в этом варианте идентичны с хранением дрожжей насыпью. Уменьшение насыпной массы дрожжей связано с их влагосодержанием. По мере продолжительности хранения порошка и увеличением влажности дрожжевые частицы набухают, увеличиваясь в размере: при этом масса их, приходящаяся на единицу объема, становится меньше и насыпная масса дрожжей уменьшается.

Механическое трение между частицами характеризовали с помощью коэффициентов внутреннего трения ( $f$ ). Как показали экспериментальные исследования, коэффициенты внутреннего трения и трения скольжения растут по мере продолжительности хранения и зависят от способов хранения дрожжей (IV - 4,5 диссертации).

Сыпучесть порошка БВК в процессе хранения, особенно при доступе воздуха, ухудшается и дрожжи относятся к слеживающимся материалам.

С целью выяснения влияния различных условий, способов и продолжительности хранения на качественные показатели гранул дрожжей были проведены исследования их прочностных свойств.

Зависимость структурно-механических и упруго-вязких свойств гранулированных дрожжей от вышеперечисленных условий имеет немаловажное значение при их транспортировке, хранении и использовании.

Статическая прочность. Исследование статической прочности гранулированных дрожжей, хранившихся в производственных условиях в различных зонах, выявило, что с увеличением влагосодержания и продолжительности хранения, разрушающее напряжение уменьшается (рис. 2, I). При этом пластические деформации растут, упругие снижаются, и прочность при сжатии в осевом направлении уменьшается.

Сравнение полученных результатов показало, что наибольшие колебания статической прочности отмечены при хранении гранул в условиях г.Одессы. Изменение данного показателя у гранул биошрота хранившихся в условиях г.Уфы, невелико и находится в пределах 9,4 - 7,8 мн/м<sup>2</sup> для всех вариантов хранения. Сопоставление способов хра-

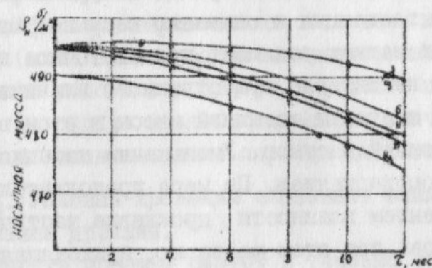


Рис.1. Изменение насыпной массы при хранении порошка БВК.  
 Д - джутовый мешок, Б - бумажный мешок, З - закрытый сосуд,  
 Г - атмосфера  $CO_2$ , Н<sub>к</sub> - насыпь с консервантом, Н - насыпь.

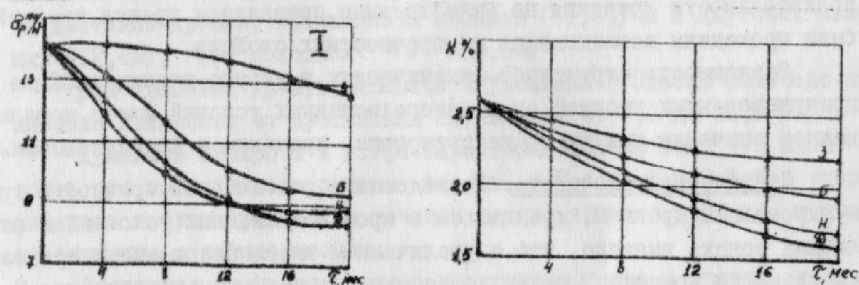


Рис.2. Изменение прочностных свойств при хранении биопрота в условиях г.Одессы (I - статическая прочность, II - крошимость).  
 Д - джутовый мешок, Б - бумажный мешок, З - закрытый сосуд, Н - насыпь.

нения показало, что в большей степени снизилась статическая прочность у дрожжей, хранящихся насыпью и в джутовой таре, в обеих зонах страны.

Полученные результаты дают возможность сделать вывод об условиях хранения гранул БВК и биопрота в типовых силосах высотой 40 м и  $d = 6$  м. Нижние слои гранул при хранении в таких силосах будут испытывать давление  $0,46-0,52$   $мн/м^2$ . Такое давление без разрушения смогут выдержать гранулы БВК и биопрота с  $d = 5,0$  и  $d = 8,0$  мм при увеличении влажности от 7,0 до 14,0 % и плотности гранул от 1000 до 1200  $кг/м^3$ .

**Крошимость.** Полученные экспериментальные данные по изменению крошимости представлены на рис. 2.п.

\* Как видно из приведенных графиков при производственном хранении гранулированных дрожжей их крошимость претерпевает изменения. Происходит уменьшение крошимости к концу сроков хранения во всех вариантах обеих географических зон. Наибольшие изменения претерпевают дрожжи, хранящиеся в джутовом мешке и насыпью, наименьшие - в закрытом сосуде. Крошимость гранулированных дрожжей, хранившихся в бумажных мешках, занимает промежуточное положение между указанными вариантами. Можно полагать, что снижение крошимости во всех образцах связано с увеличением влагосодержания к концу сроков хранения. При увлажнении гранулы дрожжей теряют свою упругость (хрускость) и меньше подвергаются истиранию.

Существенных различий значений крошимости при хранении гранул БВК и биопрота в южной и северной зонах не отмечено.

Следует отметить тот факт, что крошимость гранулированных дрожжей не превышает крошимости гранулированных комбикормов. Это обстоятельство дает возможность при перемещении и хранении гранул дрожжей использовать оборудование, применяемое в комбикормовой промышленности.

**Ударная прочность.** Изменения ударной прочности гранул при длительном хранении их в нерегулируемых условиях представлены в таблице 3. Из таблицы явствует, что работа по разрушению гранул БВК и биопрота, хранящихся в различных зонах, подвергается изменению. В одесских и уфимских образцах отмечается одинаковая закономерность, ударная прочность зависит от продолжительности хранения и влагосодержания. С увеличением влажности возрастает удельная работа разрушения гранул дрожжей. Хранение дрожжей в закрытой таре в обеих географических зонах не привело к значительным изменениям данного показателя. Более существенные изменения претерпевают образцы дрож-

ИЗМЕНЕНИЕ УДАРНОЙ ПРОЧНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ДРОЖЕЙ (дл/кг)

Варианты хранения	Место хранения	Вид дрожжей	Сроки хранения в месяцах															
			0	4,0	4,5	6,0	8,0	9,0	12,0	13,5	16,0	18,0	20,0	24,0				
Закрытый сосуд	Одесса	БВК	725			735			743									812
	Одесса	биошрот	443	477		429			462									441
	Уфа	биошрот	151		181			173										180
Бумажный мешок	Одесса	БВК	725			746			758									836
	Одесса	биошрот	443	471		512			541									528
	Уфа	биошрот	151		196			201										225
Джутовый мешок	Одесса	БВК	725			752			782									845
	Одесса	биошрот	443	539		555			589									583
	Уфа	биошрот	151		212			203										231
Насыпь	Одесса	БВК	725			763			780									851
	Одесса	биошрот	443	543		564			584									612
	Уфа	биошрот	151		225			214										234

жей, хранившихся насыпью и в джутовой таре. Следует также отметить, что значения ударной прочности для гранул биошрота с  $d = 8,0$  мм значительно ниже, чем у гранул дрожжей с  $d = 5,0$  мм. Полученные значения ударной прочности и ее изменение в процессе хранения дают возможность предположить, что в производственных условиях целостность таких гранул будет обеспечена при многократных нагрузках во время их транспортировки и загрузки в силоса. Разрушение таких гранул может произойти при падении их с высоты не менее 28-40 м.

Упруго-вязкие свойства. Упруго-вязкие свойства при хранении гранулированных дрожжей характеризовали реологическими константами: модулем упругости ( $E_{упр.}$ ), пластической вязкостью ( $\eta_{пл}$ ), модулем эластичности ( $E_{эл.}$ ) и эластичной вязкостью. Реологические константы, полученные при данном исследовании, дают возможность выбрать наиболее рациональный способ измельчения гранул по мере их дальнейшего использования.

Результаты констант, полученные при производственном хранении гранул дрожжей в южной и северной зонах, представлены в диссертации гл. IV - 6.2.

В процессе длительного хранения упруго-вязкие свойства гранул меняются в зависимости от условий и сроков хранения. С течением времени у исследуемых образцов гранулированных дрожжей проявляется общая закономерность: возрастают пластические и эластические свойства. В большей степени эти изменения характерны для вариантов хранения насыпью и в джутовых мешках, в меньшей для закрытой тары, как в южной, так и в северной зонах страны.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать для измельчения гранул БВК и биошрота после производственного хранения машины ударного действия, либо вальцовые молотковые дробилки.

### 3. Изменения биохимических свойств хранившихся кормовых дрожжей

Микробиологический контроль. Начальное количество микроорганизмов в порошке БВК, в числе их 1,0-1,3 тыс./г плесеней составило 65 тыс./г, в гранулах БВК 40 тыс./г и в гранулах биошрота 60 тыс./г. Микрофлора дрожжей представлена в основном спороносными видами, преобладающие виды плесеней, отмеченные в хранившихся дрожжах - *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*.

Применение закрытой тары привело к снижению бактерий 4,1 - 4,3 тыс./г и плесеней до 0,5 тыс./г к концу годового хранения.

Подобное явление наблюдалось при использовании в качестве тары бумажного мешка. Для дрожжей, хранящихся в джутовых мешках, процесс отмирания бактерий происходит неравномерно с частичным повышением их количества в отдельные периоды хранения.

В гранулированных БВК, хранившихся в г.Одессе, наблюдалось некоторое увеличение численности микроорганизмов после годового хранения, затем шло снижение их к концу срока. Такая же тенденция отмечалась при хранении биошрота в закрытом сосуде и в бумажных мешках (табл.4).

Что касается гранул биошрота, сохранявшихся насыпью и в джутовой таре, то в них количество бактерий после 20 мес. увеличивается с 60 до 135-140 тыс./г, влагосодержание в этих образцах к данному времени увеличилось почти вдвое.

Хранение гранулированного биошрота в условиях г.Уфы характеризовалось постепенным снижением количества микроорганизмов к концу срока хранения.

Следует отметить тот факт, что при хранении гранулированных дрожжей не развиваются плесени, что, очевидно, связано со свойством гранул. Изменение физического состояния дрожжей в результате грануляции благоприятно сказывается на качестве продукта, что следует из бактериологического анализа при хранении.

Азотистые вещества. На рис.3 представлены экспериментальные данные, полученные по изменению азотистых веществ при хранении порошка БВК.

Анализ полученных кривых свидетельствует о том, что произошло снижение сырого протеина и истинного белка в процессе хранения; причем более заметное в джутовых мешках и насыпью. Применение консерванта привело к стабилизации указанных показателей; в герметической таре и в атмосфере CO<sub>2</sub> отмечается тенденция к уменьшению содержания общего и истинного белка. Хранение в бумажных мешках занимает промежуточное положение.

В процессе хранения гранулированных дрожжей содержание сырого протеина изменяется незначительно в обеих географических зонах.

В образцах гранул БВК и биошрота, хранившихся в условиях г.Одессы, отмечается уменьшение истинного белка после 18-тимесячного хранения, наибольшее при хранении насыпью и в джутовой таре. Уменьшение истинного белка вызвало соответствующее увеличение небелкового азота.

Результаты исследований аминокислотного состава в гранулах

Таблица 4

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БАКТЕРИЙ ПРИ ХРАНЕНИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ (тыс./г)

№	Варианты хранения	Место хранения	Вид дрожжей	Сроки хранения в месяцах														
				0	4	4,5	6	8	9	12	13,5	16	18	20	24			
1.	Закрытый сосуд	г.Одесса	БВК	40			63	45	60					33	30	25	30	
		г.Одесса	биошрот	60	35					95				20				
		г.Уфа	биошрот	1500		750			500		40			30				
	Бумажный мешок	г.Одесса	БВК	40			42			55				37				20
		г.Одесса	биошрот	60	40					100				20				
		г.Уфа	биошрот	1500		700			450		30			25				
3. Джутовый мешок	г.Одесса	БВК	40			65			60				43				16	
		г.Одесса	биошрот	60	55					135				45				
		г.Уфа	биошрот	1500		1000			300		60			200				
	г.Одесса	БВК	40			80				50				39				20
		г.Одесса	биошрот	60	50					125				160				
		г.Уфа	биошрот	1500		900			250		45			50				

Одесский технологический институт промышленности  
 Библиотека  
 12335

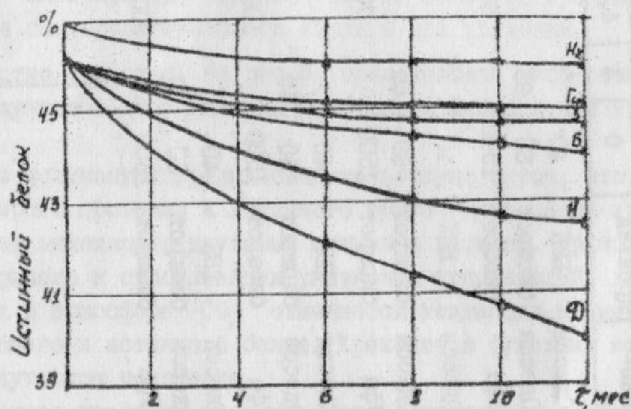
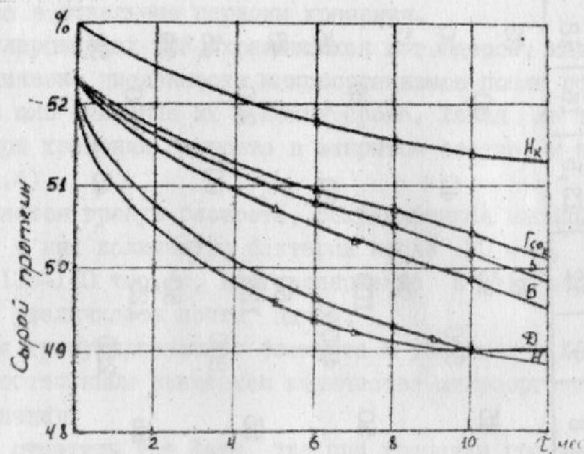


Рис.3. Изменение азотистых веществ при хранении порошка БВК. Д - джутовый мешок, Н - насыпь, Б - бумажный мешок, З - закрытый сосуд, Г - атмосфера  $CO_2$ , Hк - насыпь с консервантом.

БВК показали, что в течение года существенных изменений в их содержании не выявлено; к концу двухлетнего хранения уменьшилось содержание незаменимых аминокислот: лизина, метионина, триптофана, треонина, валина, суммарно лейцина и изолейцина (1У гл. 2 диссерт.). В гранулах биопрота, хранившегося на юге и севере, определяли только содержание метионина и триптофана.

При хранении гранул биопрота в г.Одессе наблюдалось уменьшение количества данных аминокислот после 20-тисесячного хранения; наименьшее в закрытом сосуде, наибольшее в насыпи. Хранение биопрота в г.Уфе выявило только тенденцию к снижению метионина и триптофана к концу 18-тисесячного хранения.

**Витамины.** Качество кормовых дрожжей при хранении оценивалось также по содержанию в них водорастворимых витаминов  $B_1$  и  $B_2$ .

К концу годового хранения порошке БВК потери тиамин составили 12-19%, а рибофлавина 6-10% в всех способах хранения.

Рассматривая динамику изменения содержания витаминов при хранении гранул БВК и биопрота в различных зонах (табл.5), очевидно, следующие: в течение первого года хранения изменения витаминов незначительны, намечается тенденция к их уменьшению, более заметная для образцов хранившихся в условиях г.Одессы. Снижение содержания тиамин и рибофлавин в гранулированных дрожжах отмечено на протяжении второго года хранения. В гранулах БВК и биопрота, также как и в порошке БВК, наибольшим изменениям по содержанию витаминов подверглись гранулы, хранившиеся насыпью, и в джутовой таре; наименьшим - в закрытом сосуде. Для всех способов хранения потери тиамин у гранул БВК через 24 месяца хранения равны 16-26%, у рибофлавин 14-23%, снижение содержания витамина  $B_1$  для гранул биопрота, хранившихся в Одессе 20 месяцев, составляет 15-24%, а хранившихся в Уфе 18 месяцев - 9-17%, соответственно витаминов  $B_2$  12-18% и 8-14%.

Из вышесказанного очевидно, что более стойким при хранении всех видов дрожжей в обеих зонах является рибофлавин, менее стойким - тиамин.

**Жировые константы.** Длительное хранение гранулированных дрожжей в южной и северной зонах страны показало, что наиболее лабильной оказалась липидная фракция дрожжей.

Хранение гранул БВК и биопрота сопровождалось накоплением свободных жирных кислот.

Результаты, полученные при хранении гранулированного биопрота в двух различных зонах свидетельствуют о том, что более значитель-

Таблица 5  
СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> В ГРАНУЛИРОВАННЫХ ДРОЖЖАХ ПРИ ХРАНЕНИИ (мкг/г)

Варианты хранения	Место хранения	Вид дрожжей	Вита-мин	Сроки хранения (в месяцах)													
				0	4	4,5	6	8	9	12	13,5	16	18	20	24		
Закрывающийся сосуд	Одесса	БВК	V <sub>1</sub>	8,5			8,2			7,7			7,5			7,2	
			V <sub>2</sub>	72		68			68			63			60		
	Одесса	Биошрот	V <sub>1</sub>	6,7	7,1		6,8			6,4			6,2			5,6	
			V <sub>2</sub>	75,4	75,3		74,9			73,8			70,2			65,5	
		Уфа	V <sub>1</sub>	6,7		6,6			6,7			6,7			6,1		
			V <sub>2</sub>	75,4		75,1			75,2			70,8			68,5		
Джутовый мешок	Одесса	БВК	V <sub>1</sub>	8,5			8,0			7,7			7,0			6,5	
			V <sub>2</sub>	72		69,0			67,0			61,0			54,0		
	Одесса	Биошрот	V <sub>1</sub>	6,7	6,8		6,6			6,3			5,7			4,9	
			V <sub>2</sub>	75,4	75,7		72,8			71,4			68,6			62,9	
		Уфа	V <sub>1</sub>	6,7		6,7			6,6			6,1			5,6		
			V <sub>2</sub>	75,4		73,5			74,6			66,9			63,8		
Насыпь	Одесса	БВК	V <sub>1</sub>	8,5			7,9			7,5			6,9			6,5	
			V <sub>2</sub>	72		70			67			62			54		
	Одесса	Биошрот	V <sub>1</sub>	6,7	6,4		6,4			6,3			5,9			4,8	
			V <sub>2</sub>	75,4	76,1		73,9			72,9			63,4			62,2	
		Уфа	V <sub>1</sub>	6,7		6,3			6,1			6,2			5,7		
			V <sub>2</sub>	75,4		74,9			73,9			68,5			64,1		

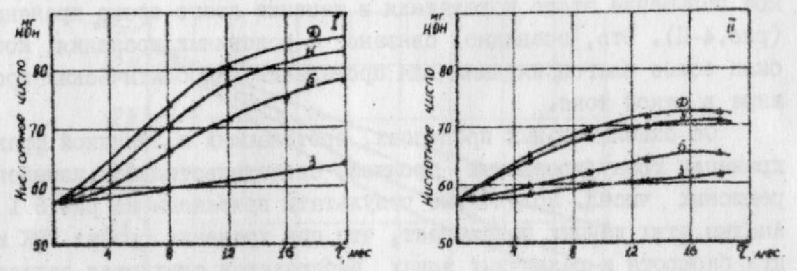


Рис.4. Изменение кислотных чисел при хранении гранул биошрота (I - хранение в г.Одессе, II - хранение в г.Уфе).

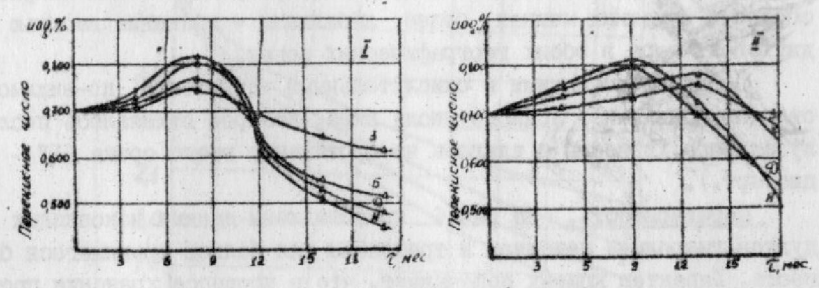


Рис.5. Изменение перекисных чисел при хранении гранул биошрота (I - хранение в г.Уфе, II - хранение в г.Одессе).  
Условные обозначения: З - закрытый сосуд, Н - насыпь, Б - бумажный мешок, Д - джутовый мешок.

ное накопление свободных жирных кислот наблюдалось в условиях юга Украины по сравнению с условиями севера. Нарастание кислотных чисел в одесских образцах отмечалось, в основном, в течение первого года хранения (рис.4-I), в уфимских пробах наблюдалось постепенное повышение этого показателя в течение всего срока хранения (рис.4-II). Это, очевидно, связано с условиями хранения, которые были более благоприятными для протекания гидролитических процессов жира в южной зоне.

Об окислительных процессах, протекающих в липидной фракции при хранении гранулированных дрожжей, свидетельствовали изменения перекисных чисел. Полученные результаты приведены на рис.5 I и II. Анализ этих данных показывает, что при хранении гранул БВК и гранул бишпрота в различных зонах наблюдается следующая закономерность. В первой половине хранения образуются первичные продукты окисления - перекиси, о чем свидетельствует увеличение перекисного числа. Во второй половине - идет процесс разрушения, связанный с более глубоким окислением и образованием вторичных продуктов, перекисные числа при этом снижаются во всех вариантах.

Более интенсивно окислительные и гидролитические процессы протекали в образцах дрожжей, хранившихся в условиях г.Одессы.

При сопоставлении исследуемых вариантов хранения, очевидно, что наиболее стабильным оказалось хранение гранул дрожжей в закрытом сосуде и бумажных мешках, более лабильным - хранение насыпью и в джутовой таре в обеих географических зонах.

С гидролитическими и окислительными процессами, по-видимому, связано понижение иодного числа жира, которое отмечалось после полугодового хранения и длилось на протяжении всего срока (IY - 2,4 диссерт.).

**Переваримость.** На рис.6 представлены данные накопления продуктов гидролиза пепсином и трипсином для белков хранящегося бишпрота. Характер кривых показывает, что в процессе хранения происходит снижение способности к ферментативному гидролизу в обеих зонах. Наибольшее снижение наблюдалось при хранении гранул бишпрота насыпью и в джутовой таре; в закрытом сосуде накопление аминного азота ( $NH_2$ ) было значительным. Уменьшение аминного азота после ферментализа колеблется в северной зоне в пределах 12-19%; в южной соответственно 17-26% во всех вариантах хранения.

Полученные результаты и биохимические изменения показывают, что условия северной зоны страны являются более благоприятными для сохранения качества кормовых дрожжей при хранении.

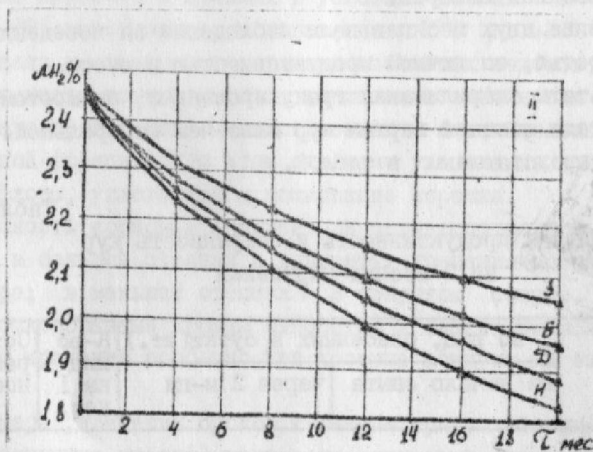
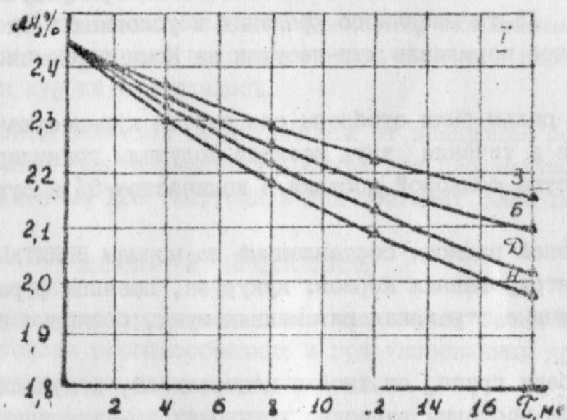


Рис.6. Ферментативный гидролиз при хранении гранул бишпрота в г. Уфе (I) и в г. Одессе (II)  
 З - закрытый сосуд, Б - бумажный мешок, Н - насыпью, Д - джутовый мешок.

4. Опытное кормление кур хранящимися  
гранулированными дрожжами.

Для изучения возможности использования гранулированного биопрота после 15-ти месячного хранения в условиях г.Одессы было проведено опытное кормление кур-несушек на Коминтерновской птицефабрике.

С этой целью были отобраны две партии кур-несушек по 225 голов, которые в течение двух месяцев получали гранулированный биопрот в качестве белковой добавки в количестве 5% к сухой части рациона.

В основной рацион, составленный по нормам ВНИИТПа входили смесь концентрированных кормов: кукуруза, пшеница фуражная, ячмень, отруби пшеничные, травяная витаминная мука, белковые добавки, микроэлементы.

Куры обеих групп, опытной и контрольной, получали одинаковые по содержанию протеина рационы, хотя белково-витаминные добавки были разные: рассыпные гидролизные дрожжи, мясокостная, рыбная мука и гранулированный биопрот.

В течение двух месяцев вели наблюдение за поведением кур, за их сохранностью, за яичной продуктивностью и весом.

Результаты скормливания гранулированным биопротом показали, что показатели опытной партии кур выше чем контрольной. Данные исследований представлены в табл.6.

Таблица 6

Яичная продуктивность и сохранность кур  
за 2 месяца кормления

Группа	К-во яиц, снесенных в сутки (шт.)		К-во яиц на 1 нес.	Сохранность	Средний вес яйца
	на начало опыта	через 2 м-ца			
Опытная	141	152	36	96,0	52,1
Контрольная	129	131	29	92,0	51,4

На основании проведенных опытов по кормлению кур-несушек гранулированным биопротом после 15-ти месячного хранения можно сделать следующие выводы:

Гранулированный биопрот хорошо усваивается курами и дает

сравнительно лучшие результаты по сравнению с рассыпными дрожжами.

Потребление гранулированного биопрота курами является более полным, чем рассыпных добавок.

Биопрот после 15-ти месячного хранения, скормливаемый курам, не представляет вреда для птицы, за время опытного кормления заболеваний среди кур не наблюдалось.

Расчет экономической эффективности от внедрения бестарного способа хранения гранулированных дрожжей для биохимического завода производительностью 120 тыс. тонн в год составит 3384 тыс. рублей.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Выполненные экспериментальные исследования биохимических и физических свойств порошкообразных и гранулированных дрожжей позволило сделать ряд выводов и предложений.

1. Выявлено влияние различных режимов хранения на изменение качественных показателей кормовых дрожжей. Установлено, что все биохимические процессы в дрожжах в условиях низких  $t = +4 - 15$  и  $\varphi = 65-70\%$  замедлялись, а повышение  $T^{\circ}C$  до  $+22$  и  $\varphi$  до  $80-90\%$  привело к снижению содержания азотистых веществ, водорастворимых витаминов, переваримости, накоплению небелковых веществ, и способствовало протеканию гидролитических и окислительных процессов в липидной фракции. При этом отмечено увлажнение продукта, развитие микрофлоры, уплотнение и комкование порошка.

2. Влажность кормовых дрожжей при производственном хранении повышается: в большей степени в вариантах хранения насыпью и в джутовой таре; в меньшей степени - в закрытом сосуде.

3. Порошкообразные дрожжи относятся к слеживающимся продуктам и в процессе хранения особенно при доступе воздуха их сыпучесть ухудшается.

4. По мере удлинения сроков хранения гранулированных дрожжей выявлено увеличение ударной прочности, снижение статической прочности, крошимости. Наименьшим изменениям подверглись прочностные характеристики при хранении гранул в закрытом сосуде в обеих геостратифических зонах.

5. Гранулированные дрожжи представляют собой упруго-вязкое тело, с течением времени у них растут пластические и эластические свойства, снижающие прочность и крошимость хранившихся дрожжей.

6. Приведенный микробиологический контроль показал снижение

общего количества микроорганизмов почти во всех вариантах хранения.

7. При производственном хранении порошка и гранул выявлено изменение качественных показателей в зависимости от климатических условий, способов и продолжительности хранения.

Установлено снижение сырого протеина, истинного белка, аминокислот, ферментативной гидролизуемости, отмечены потери витаминов; причем наибольшие при хранении дрожжей насыпью и в джутовой таре, наименьшие в закрытом сосуде.

8. Установлено наличие гидролитических и окислительных процессов, характеризующихся повышением кислотного, перекисного и снижением водного чисел.

9. Гранулы биоснота после 15-ти месячного хранения, скормливаемые курам, не представляют вреда для птицы, хорошо усваиваются курами и дают лучшие результаты по сравнению с рассыпными дрожжами.

10. На основании анализа качественных показателей, изменяющихся при производственном хранении порошка и гранул, можно заключить, что наилучшими вариантами хранения являются закрытый сосуд (типа силос) затем бумажный мешок.

Производственное хранение кормовых дрожжей в виде порошка в условиях нерегулируемой температуры и относительной влажности воздуха показало, что их целесообразно сохранять в течение года в закрытой таре; в бумажных мешках - 8 месяцев, насыпью и в джутовой таре - 6 месяцев при условии, что влажность продукта не превышает 10 %.

Хранение гранул БВК и биоснота в производственных условиях целесообразно осуществлять в закрытом сосуде (типа силос) до 2-х лет, в бумажных мешках 1,5 года, насыпью и в джутовой таре до 1-го года в обеих зонах без заметного ухудшения их качества. Для длительного производственного хранения условия северной зоны страны являются более благоприятными чем южные для сохранения питательной ценности дрожжей.

11. Экономическая эффективность от внедрения бестарного хранения гранулированных дрожжей для биохимического завода производительностью 120 тыс. тонн в год составит 3384 тыс. рублей.

12. Изучение способов бестарного хранения продуктов и экспериментальные исследования комплекса физико-механических, упруго-вязких, гигроскопических и биохимических свойств гранулированных дрожжей при производственном хранении их в различных зонах позволяют рекомендовать для длительного хранения два типа хранилищ: силосное и комплексно-механизированные цилиндрические хранилища.

На основании результатов данного исследования составлен технологический регламент на хранение порошкообразных и гранулированных кормовых дрожжей, выращенных на очищенных парафинах нефти. Данный регламент используется для проектирования цеха гранулирования и бестарного хранения на строящихся Ангарском, Полоцком и Кременчугском биохимических заводах.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. И.В.Арешидзе, Р.П.Суковатая (Щелакова), Г.Ф.Худченко, А.Д.Чмырь, Н.И.Коротченко. Изменение микробиологических показателей и витаминов группы В при хранении товарных дрожжей. Сб. тр. Транспортировка и хранение кормовых дрожжей. ВНИИсинтезбелок М, 1970 г.
2. Р.П.Суковатая (Щелакова), И.В.Арешидзе, А.Д.Чмырь, Э.В.Левина. Изменение содержания азотистых веществ в кормовых дрожжах при хранении. Ж-л "Микробиологическая промышленность", № 4, 1972 г.
3. Р.П.Суковатая (Щелакова), И.В.Арешидзе, А.Д.Чмырь. Изменение содержания витаминов и посторонней микрофлоры при хранении кормовых дрожжей. Известия высших учебных заведений "Пищевая технология", № 5, 1972.
4. Р.П.Суковатая (Щелакова), И.В.Арешидзе, А.Д.Чмырь, Э.В.Левина. Химический состав гранулированных кормовых дрожжей. Известия высших учебных заведений "Пищевая технология", № 1, 1973.
5. Р.П.Суковатая (Щелакова), И.В.Арешидзе, А.Д.Чмырь. Изменение липидной фракции при хранении гранулированных кормовых дрожжей. Ж-л "Микробиологическая промышленность", № II, 1973.

По результатам работы сделаны доклады на следующих научных конференциях:

1. "Изменение химических свойств при хранении кормовых дрожжей" Доклад на XXXI научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова. 1971 г. Одесса.
2. "Хранение гранулированных кормовых дрожжей в заданных условиях". Доклад на XXXII научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова. 1972 г. Одесса.

3. "Изменение физических свойств гранулированных кормовых дрожжей при хранении". Доклад на XXXII научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова. 1972 г. Одесса.
4. "Влияние процесса гранулирования на химический состав кормовых дрожжей". Доклад на научной конференции во Всесоюзном научно-исследовательском институте комбикормовой промышленности в г. Воронеже. 1972 г.
5. "Изменение азотистых веществ при хранении гранулированного биопрота". Доклад на УI конференции молодых ученых во ВНИИсинтез-белок. г. Москва. 1973 г.