

в'язкостей зменшується з ростом навантаження, а при напрузі зсуву 80 Па і вище вона досягає мінімального сталого значення 0,05 Па·с, що відповідає майже зруйнованому структурному каркасу.

Встановлено, що для досягнення необхідної в'язкості затору та сусла достатньо використовувати ферментні препарати для розріджування та оцукрювання. Додаткове внесення у затор цитолітичних ферментних препаратів дозволяє зменшити динамічну в'язкість затору на 4...16 % залежно від напруження зсуву.

Література

1. Кошечая, В. Н. Изменение некрахмальных полисахаридов в процессе приготовления кислого сусла [Текст] / В. Н. Кошечая, Н. А. Емельянова // Пищевая промышленность. – 1981. – № 27. – С. 32–33.
2. Narsiss, L. Verfolg der Ei wese fraktionen und derprotlytischen Enzyme in Grunmals, Schwelkmais, Darmals und gelagertem Darmals [Text] / L. Narsiss, B. Lints. – Braun Wissenschaft. – 1990. – № 12. – p. 360–362.
3. Кошечая, В. Н. Изыскание оптимальных условий ферментативного гидролиза гемицеллюлоз и гумми-веществ в процессе приготовления ферментированного ржаного солода и концентрата кислого сусла: дис. ...кандидата техн. наук: 05. 18. 07 / Кошечая Валентина Николаевна. – К., 1980. – 180 с.
4. Череди́ченко, В. С. Исследование реологических характеристик замесов для оценки действия ферментативных препаратов с термостабильной α -амилазой [Текст] / В. С. Череди́ченко, Л. В. Римарева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 1. – С. 22–25.
5. Ковалевська, Є. І. Реологія харчових мас: курс лекцій для студ. спец."Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів" напряму 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. [Текст] / Є. І. Ковалевська. – Київ: НУХТ, 2010. – 34 с.

УДК [631.576.3:635.655]-021.4:621.796

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ХРАНЕНИЯ

Егорова А. В., канд. техн. наук, доцент, Труфкати Л. В., канд. техн. наук, доцент,
Евдокимова Г. И., канд. техн. наук, доцент, Шпырко Т. В., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В данной работе исследовано влияние различных режимов хранения на изменения биохимических и микробиологических показателей качества семян сои. Подобраны условия, способствующие снижению интенсивности окислительных процессов и замедлению процессов жизнедеятельности всех живых компонентов семян сои. Установлены закономерности, позволяющие спрогнозировать допустимые сроки и стойкость семян при определенных условиях хранения.

This paper investigates the effect of different storage conditions on changes on biochemical and microbiological parameters of soybean seeds quality. The conditions that contribute to reduce the intensity of oxidative processes and slowing of life processes of all living components of soybean seeds were selected. Principles that allow to predict acceptable terms and resistance of seeds under certain conditions of storage were established.

Ключевые слова: семена сои, показатели качества, хранение, режимы, жиры, окисление, микрофлора.

Постановка проблемы. Проблема полноценного здорового питания актуальна для производителей пищевых продуктов во многих странах мира. Наиболее перспективным способом поддержания физиологических функций и активной жизнедеятельности организма человека является производство продуктов питания, обогащенных белоксодержащими добавками растительного происхождения. Приоритетным источником растительного сырья для производства таких продуктов питания являются зернобобовые культуры. Они содержат высококачественный белок и, кроме того, являются источником полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, не содержат холестерина и твердых жиров.

Среди растительных белков лидирующее положение занимают белки бобовых культур и, в частности, семян сои.

Семена бобовых широко применяются для супов, каш, соусов, суррогатов кофе, консервов.

Соя занимает особое место среди бобовых культур благодаря уникальному химическому составу и высокой усвояемости. Массовая доля полноценного белка в семенах сои составляет более 40 % в сочетании со значительной массовой долей липидов — более 20 %. В мире соя — самая распространенная бобовая культура. Два основных продукта, получаемых из семян сои — соевая мука и соевое масло. Высокобелковую муку (70...90 % белка) применяют как заменитель белка животного происхождения при производстве мясных, колбасных, молочных, макаронных, кондитерских, хлебобулочных изделий и других продуктов питания [1, 2]. Очищенное соевое масло также используют при производстве маргарина, майонеза, различных заправок для салата и других пищевых продуктов. Выделенный из соевого масла лецитин находит применение при производстве дрожжей, пищевых добавок — комплексных улучшителей качества хлеба. В хлебопекарном производстве широко применяют и другие продукты, вырабатываемые из семян сои — соевое молоко, соевую белковую массу, соевый творог и сыворотку. В настоящее время разработаны рецептуры хлебобулочных изделий, отличающихся высокой биологической ценностью, дополнительными компонентами которых являются продукты переработки семян сои [3].

Ингредиенты семян сои оказывают многочисленные оздоровительные эффекты на организм человека. Соевые продукты с успехом применяются для профилактики при нарушении липидного, углеводного и минерального обмена, а также иммунного статуса. Их рекомендуют включать в рационы питания в случае возникновения сердечнососудистых, онкологических, мочекаменных заболеваний, также при сахарном диабете, остеопорозе, расстройствах пищеварения, заболеваниях мозга и нервной системы, ожирении, дисбактериозах, возрастных гормональных нарушениях как у мужчин, так и у женщин. Эти ценные свойства компонентов семян сои позволяют рекомендовать соевые продукты в качестве лечебно-профилактических широкого спектра [1].

Известно, что основа безопасности пищевых продуктов закладывается еще на стадии заготовки сырья. Между тем, даже из высококачественного сырья может быть получена небезопасная продукция, если во время хранения сырья или его переработки происходили нарушения установленных технологических режимов, особенно режимов хранения [4].

Борьбу с потерями и снижением питательных свойств зерна и зернопродуктов возможно осуществлять только на основе глубоких знаний их химического состава, сложных биологических и химических процессов, интенсивность которых зависит от особенностей объекта и условий окружающей среды.

Одним из важнейших показателей качества и безопасности любого пищевого продукта служит также его микробиологическая характеристика. Степень обсемененности и видовой состав микробиоты не только характеризует качество данного продукта, но и позволяет судить о тех нежелательных процессах и изменениях, которые могут произойти в нем при хранении.

Показатель количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) — наиболее распространенный микробиологический тест. Он повсеместно применяется в пищевой промышленности для микробиологической оценки качества сырья и готовой продукции и их стойкости при хранении. Идентификация и определение количества патогенных, условно-патогенных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей необходимы с точки зрения безопасности, так как наличие патогенных и превышение предельно допустимой нормы по количеству условно-патогенных микроорганизмов и микромицетов может стать причиной пищевых отравлений.

Целью работы было установление максимально возможного срока хранения семян сои при различных условиях хранения.

Объекты исследования. Нами проведены исследования по изменению содержания жира, кислотности, кислотному и перекисному числу, а также влиянию режимов хранения на изменение микробиоты семян сои. Образцы сои в количестве по 1 кг хранили в полотняных мешочках в условиях холодильной камеры ($t = (4...6) \pm 1$ °C), термостате ($t = 25 \pm 1$ °C), а также в лабораторных условиях при комнатной температуре ($t = (12...15) \pm 1$ °C). Относительная влажность воздуха при всех условиях хранения поддерживалась в пределах 60...70 %. Продолжительность хранения составляла 12 месяцев.

Методы исследований. Биохимические исследования семян сои проводили перед закладкой, а также через каждые три месяца хранения по общепринятым методикам [5, 6]. Результаты биохимических исследований приведены в табл. 1.

Микробиологические исследования образцов также проводили перед закладкой и через каждые 3 месяца хранения. Для определения качественного и количественного состава микробиоты использовали как классические методики, так и современный микробиологический экспресс-анализатор ВасТрас 4300 (Австрия), работа которого основана на регистрации изменений электрического сопротивления (импеданса) питательной среды, происходящего в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Основным преимуществом данного метода является облегчение работы микробиолога и сокращение времени исследования от 1...7 суток по классическим методикам до 24 ч для определения МАФАНМ и 48 ч для определения микромицетов.

Пробы отбирали в стерильную посуду в асептических условиях, исключающих микробное загрязнение образцов из окружающей среды. Качественный и количественный состав микробиоты образцов определяли по микробиологическим и санитарным показателям, к которым относятся количество МА-ФАНМ, микромицетов (плесневых грибов и дрожжей), бактерий группы кишечных палочек (БГКП) с последующей идентификацией. Общее количество бактерий определяли методом посева смывов различной степени разведения в мясопептонный агар (МПА), плесневых грибов и дрожжей — в сусло-агар (СА) с последующим культивированием при температуре 30 ± 1 °C в течение 24...48 ч и при температуре 28 ± 1 °C в течение 5...7 суток соответственно. Споровые формы бактерий определяли в пастеризованных смывах с образцов, которые высевали на комплексную питательную среду МПА и СА в соотношении 1:1 [7, 8].

Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 2.

Результаты исследований. Интенсивность химических изменений, происходящих при различных температурах хранения неодинаково. В процессе хранения семян сои изменяется содержание жира и его качество. Так, после 12 месяцев хранения при температуре $(5...25) \pm 1$ °C массовая доля жира в семенах сои составляла соответственно 18,20 % и 17,89 %, тогда как в исходном образце — 18,90 %.

Качественные изменения жира семян сои в процессе хранения вызываются ферментами липазой и липоксигеназой, ферментами микроорганизмов, а также воздействием кислорода воздуха. Под действием фермента липазы происходит расщепление жира на глицерин и свободные жирные кислоты, что приводит к увеличению кислотности и кислотного числа. Температура хранения значительно влияет на скорость нарастания как кислотности, так и кислотного числа жира. Понижение температуры хранения тормозит накопление свободных жирных кислот. Так, после 12 месяцев хранения при $t = 5 \pm 1$ °C, кислотность семян сои увеличилась на 0,57 град, а при $t = 15 \pm 1$ °C она выросла на 1,05 град. Более высокий рост кислотности происходил при температуре хранения 25 ± 1 °C — на 2,4 град. Кроме того установлено, что хранение семян сои при температуре 25 ± 1 °C приводит к активации фермента липазы и, как следствие, к значительному увеличению кислотности и кислотного числа жира.

Таблица 1 — Изменение показателей качества жира в процессе хранения семян сои

Температура, °C	Продолжительность хранения, месяцы	Массовая доля жира, %	Кислотность, град.	Кислотное число, мг КОН	Перекисное число, ммоль/кг
5	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,51	3,15	7,03	4,20
	6	18,44	3,24	8,45	4,65
	9	18,35	3,39	9,19	4,80
	12	18,20	3,47	10,54	4,95
15	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,43	3,35	8,65	4,75
	6	18,36	3,65	10,04	5,06
	9	18,32	3,81	11,48	5,65
	12	18,06	3,95	12,62	6,0
25	0	18,90	2,9	6,15	3,80
	3	18,34	3,52	10,01	5,02
	6	18,22	3,78	14,25	6,35
	9	18,16	4,96	15,42	7,20
	12	17,89	5,52	16,82	8,50

Перекисное число служит показателем окислительных изменений жира. В присутствии кислорода воздуха жирные кислоты, входящие в состав жиров, могут частично окисляться и образовывать перекиси и гидроперекиси, что соответственно приводит к увеличению перекисного числа. Установлено, что низкие температуры хранения замедляют процессы окисления жиров.

Следует отметить, что семена сои, несмотря на высокое содержание жира, относительно стойки при хранении на протяжении 12 месяцев, что можно объяснить высоким содержанием в них витамина E, который является природным антиоксидантом.

В результате анализа микробиологических показателей качества семян сои было установлено, что основным представителем бактериальной флоры является эпифитная, мелкая, подвижная, грамотрицательная, не спорообразующая палочка *Erwinia herbicola* — нормальный спутник семян при хранении в стандартных условиях. Принято считать, что количество этих бактерий является показателем свежести семян. Содержание бактерий *Erwinia herbicola* от общего количества всех бактерий составило 72,4 %.

Таблица 2 — Микробиологические показатели качества семян сои при различных режимах хранения

Температура, °C	Продолжительность хранения, месяцы	Состав микробиоты (КОЕ/г × 10 ³)						
		МАФАнМ			Микромицеты			
		Всего	<i>Erwinia herbicola</i>	p. <i>Bacillus</i>	Всего	p. <i>Aspergillus</i>	p. <i>Penicillium</i>	Прочие грибы
5	0	30,00	21,72	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	24,10	15,10	4,17	0,70	0,00	0,20	0,50
	6	17,40	10,30	4,15	0,60	0,00	0,30	0,30
	9	10,30	4,40	4,20	0,50	0,00	0,25	0,25
	12	7,20	2,45	4,18	0,40	0,00	0,30	0,10
15	0	30,0	21,72	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	28,60	19,40	4,17	0,85	0,00	0,25	0,60
	6	25,45	17,10	4,17	0,70	0,00	0,20	0,50
	9	16,50	8,50	4,20	0,75	0,00	0,35	0,40
	12	9,62	3,48	4,20	0,50	0,00	0,30	0,20
25	0	30,0	27,12	4,15	0,90	0,00	0,20	0,70
	3	29,30	20,30	4,20	0,90	0,05	0,30	0,55
	6	27,00	18,70	4,21	0,80	0,06	0,34	0,40
	9	19,40	10,30	4,23	0,70	0,05	0,35	0,30
	12	13,47	4,75	4,23	0,70	0,05	0,45	0,20

Из спорообразующих бактерий были обнаружены бациллы группы «*subtilis-licheniformis*», относительное содержание которых составило 13,8 % от общего количества бактерий, а количество колиформных бактерий (БГКП) составляло 14,0 %. Из микромицетов перед закладкой на хранение обнаружены полевые грибы родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* и незначительное количество не идентифицированных грибов. Присутствие дрожжей не выявлено ни в одном из исследуемых образцов.

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на рост и развитие микробиоты семян, находящихся на хранении, является относительная влажность воздуха, однако, этот показатель находится в прямой зависимости от температуры.

Интенсивность микробиологических изменений, происходящих в семенах сои при различных температурах хранения, неодинакова. Данные, характеризующие динамику качественных и количественных изменений микробиоты семян сои, свидетельствуют о том, что в процессе хранения при температуре 5 °C, 15 °C, 25 °C и относительной влажности воздуха 60...70 % количество бактерий и микромицетов снижалось. Так, после 12 месяцев хранения при температуре 5±1 °C количество бактерий уменьшилось на 79 %, а при температуре хранения 15±1 °C и 25±1 °C — на 68 и 55 % соответственно.

Результаты микробиологического контроля показали, что наибольшее снижение наблюдается при температуре хранения 5±1 °C, наименьшее — при температуре хранения 25±1 °C. Уменьшение количества бактерий происходило за счет отмирания, главным образом, бактерий *Erwinia herbicola*, что является естественным природным процессом. Качественный и количественный состав спорообразующей микробиоты семян сои при всех температурных режимах оставался практически без изменений.

Микромицеты практически не развивались, однако наблюдалась смена их видового состава. Количество грибов родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Rhizopus* и других не идентифицированных полевых грибов снижалось, и к двенадцатому месяцу хранения оно сократилось в 5...9 раз в сравнении с началом хранения.

Постоянными представителями грибной микробиоты семян сои оставались грибы рода *Penicillium*, и только к третьему месяцу хранения при температуре 25±1 °C появились грибы рода *Aspergillus*.

Следует отметить, что во всех исследуемых образцах при различных режимах хранения патогенные и условно-патогенные представители, такие как кишечная палочка, сальмонеллы, золотистый стафилококк, обнаружены не были. Наличие микромицетов и бактерий находилось в пределах нормы, что свидетельствует об обеспечении соответствующих санитарно-гигиенических условий хранения.

Выводы. По результатам биохимических исследований можно сделать заключение, что интенсивность окислительных процессов как ферментативного, так и неферментативного характера зависит от температуры хранения. Количество и качество жира при всех изученных процессах хранения изменяется. Снижение температуры хранения значительно замедляет скорость ферментативных процессов, поэтому

хранение семян сои при температуре, не превышающей $(4...6) \pm 1$ °C, позволяет увеличивать его продолжительность.

Проведенные микробиологические исследования позволяют рекомендовать хранение семян сои при температуре $(5...15) \pm 1$ °C и влажности до 12 %, так как при данных условиях значительно замедляются процессы жизнедеятельности микроорганизмов, задерживается рост бактерий и плесневых грибов, что положительно влияет на сохранность качества и безопасность семян.

Положительная роль низких температур заключается в действии, тормозящем развитие и жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы, так как при низких температурах замедляется развитие микроорганизмов, не размножаются насекомые и клещи, резко падает интенсивность дыхания семян и сорняков. Для снижения возможности заражения семян избыточной микробиотой решающее значение приобретает их своевременная очистка перед закладкой на хранение.

При использовании семян сои в качестве пищевого сырья, а также при переработке на соевое молоко, масло, муку и другие продукты, необходимо подвергать семена мойке или термической обработке, соблюдая режимы, обеспечивающие сохранность физиологических и биологических свойств их компонентов.

Таким образом, знание закономерностей изменения биохимических свойств семян сои, а также количественного и качественного состава их микробиоты позволяют подобрать и обосновать оптимальные режимы и сроки хранения.

Литература

1. Капельяниц, Л. В. Соевые продукты и ингредиенты: химия, технология, использование [Текст] / Л. В. Капельяниц, Т. В. Шпырко, Л. В. Труфкати. – О.: ТЭС, 2014. – 196 с.
2. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование [Текст] / В. С. Петибская; рец. В. Ф. Баранов [и др.]; ред. В. М. Лукомец. – Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2012. – 432 с.
3. Кудрявцева, А. А. Человек на пороге XXI века [Текст] / А. А. Кудрявцева // Пищевая промышленность. – 1999. – № 3. – С. 21–22.
4. Смирнова, Т. А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т. А. Смирнова, Е. И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.
5. ДСТУ ISO 729:2005. Насіння олійних культур. Визначення кислотності олії [Текст]. – Взамін ISO 729:1988; чинний від 2006–10–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 5 с.
6. ГОСТ 26593–85. Масла растительные. Методы измерения перекисного числа [Текст]. – Введ. 1986–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 5 с.
7. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Текст]. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 5 с.
8. ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов. [Текст]. – Введ. 1990–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 9 с.

УДК [635.658:581.142]:54.021

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРЕН СОЧЕВИЦІ

Тележенко Л. М., д-р техн. наук, професор, Атанасова В. В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття спрямована на визначення змін в процесі пророщування сочевиці за різних режимів та дослідженню змін в її хімічному складі. В статті наведено аналіз найбільш значущих складових сочевиці, що виявляють негативну дію при її засвоєнні. Проаналізовано зміну найбільш впливових хімічних складових сочевиці у процесі біопробудження зерна, що призводить до поліпшення перетравлюваності продукту та його впливу на обмін речовин у організмі людини.

The article aims at identifying changes in the process of germination of lentil under different regimes and the study of changes in its chemical composition. The article presents the analysis of the most significant components of lentils, have a negative effect upon adoption. Analyzes changes in the most influential chemical consti-