

УДК 637.181(047.31)
https://doi.org/10.47612/2220-8755-2021-16-134-139

Поступила в редакцию 21 ноября 2022 года

*А.С. Ридецкая, Е.В. Беспалова, к.т.н.,
Г.П. Пинчук, О.Л. Сороко, к.т.н., доцент
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ГОРОХА

*A. Ridetskaya, E. Bepalova, G. Pinchuk, O. Soroko
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Belarus*

DIFFERENT TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN THE PRODUCTION OF PEA-BASED PLANT DRINK

e-mail: ridetskaja@gmail.com, bespalova-kat@mail.ru, gripin_2503@mail.ru, olegisoroko@tut.by

Аналоги молочных продуктов, изготавливаемые на основе растительного сырья являются актуальными, так как набирает обороты течение веганского и ЗОЖ (здорового образа жизни) питания. Производство напитков на основе гороха не имеет аналогов в Республике Беларусь и может занять свою нишу на рынке сбыта. В статье представлены результаты исследований по разработке технологических операций, процесса инактивации антипитательных веществ и ферментации, необходимых при использовании в качестве сырья бобовой культуры, такой как горох.

Analogues of dairy products made on the basis of vegetable raw materials are relevant, as the course of vegan and healthy lifestyles (healthy lifestyle) is gaining momentum. The production of pea-based drinks has no analogues in the Republic of Belarus and can find its niche in the sales market. The article presents the results of research on the development of technological operations, the fermentation process and the inactivation of anti-nutrients necessary when using legumes such as peas as raw materials.

Ключевые слова: горох; растительные напитки; ферментация; инактивация; антипитательные вещества.

Key words: peas; herbal drinks; fermentation; inactivation; anti-nutrients.

Введение. Зернобобовые культуры являются важным источником растительного белка, жира, углеводов и других ценных веществ в питании человека и животных. Однако, зернобобовые культуры, как и многие другие виды растений способны синтезировать вещества, оказывающее вредное воздействие на организм при использовании их в пищу или на корм скоту. К ним относятся ингибиторы протеаз, лектины, цианогенные гликозиды, антивитамины, токсичные аминокислоты и др [1].

Ландштейнером и Раубитчком еще в 1908 году было установлено, что семена съедобных видов фасоли и гороха содержат фитогемаглютины или лектины, вызывающие агглютинацию эритроцитов [2].

У гороха содержание ингибиторов протеаз значительно ниже по сравнению с другими зернобобовыми культурами, однако оно растет с увеличением содержания белка в зерне. Это означает, что с увеличением содержания белка возможно снижение степени его усвояемости [3].

Без предварительной технологической обработки широкое применение растительного белка в пищевой промышленности невозможно, так как семена растений семейства бобовых в больших количествах содержат антиалиментарные факторы, в частности, ингибиторы протеолитических ферментов пищеварительной системы, среди которых наиболее изученными являются ингибиторы трипсина и химотрипсина, являющиеся низкомолекулярными белками. Ингибиторы способны подавлять активность протеиназ в результате образования с последними стойких

комплексов, в составе которых фермент лишен каталитической активности [4]. Около 90% антипитательных факторов от их общего количества по массе белковой природы.

Цель работы – установить параметры процессов ферментации и инактивации антипитательных веществ в горохе, для производства растительных напитков.

Метод или методология проведения работы – определение характеристик объектов исследований осуществлялось в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства и аккредитованной производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности». При этом использовались стандартные и специальные методы анализа.

Объектами исследований являлись: горох, экстракты и напитки на основе гороха.

Результаты и их обсуждение. Существуют два основных пути снижения трипсинигибирующей активности (ТИА) в растительном сырье: технологический и селекционный. Эффективными технологическими способами снижения ТИА признаны инактивация антипитательных веществ под воздействием высоких температур, при влаготепловой обработке, и биокаталитическая инактивация ингибиторов. В процессе инактивации нежелателен как перегрев, так и недогрев сырья. О степени влаготеплового воздействия на массу судят по активности уреазы [4,5].

Основной ингибитор трипсина – Kunits, активность которого падает при температуре 90–95°C, а при температуре 105–108°C снижается до минимума через 1–5 секунд. Ингибитор Боумена-Бирка (содержится в количестве 10–20% от всех ингибиторов трипсина) инактивируется при более высокой температуре 115–121°C. Не идентифицированные ингибиторы инактивируются в диапазоне температур 110–125°C.

Ингибиторы трипсина, присутствующие в семенах гороха (3–18 г/кг), снижают скорость гидролиза протеина в желудочно-кишечном тракте (особенно замедляют отщепление метионина). Чтобы инактивировать ингибиторы протеаз и ослабить гемагглютинирующую активность лектина, зерно гороха подвергают влаготепловой обработке. Гранулирование и экструдирование позволяют инактивировать антипитательные факторы [5, 6].

Установлено, что помимо ингибиторов протеаз в семенах бобовых присутствуют такие нежелательные вещества, как олигосахариды (раффиноза, стахиоза, версбаскоза). Олигосахариды содержатся в растении, выполняя роль энергетического резерва. Раффиноза – невосстанавливающий трисахарид, состоящий из остатков D-глюкозы и D-фруктозы, является одним из распространенных растительных резервных углеводов. Стахиоза – дигалактозилсахароза – невосстанавливающий тетрасахарид растений, состоящий из двух остатков галактозы, остатка глюкозы и остатка фруктозы.

Основными способами снижения содержания или удаления антипитательных веществ является замачивание, варка, автоклавирование, обжаривание, проращивание, химическая обработка, облучение [7].

Установлено воздействие технологических операций на антипитательные вещества. Проведена термическая обработка гороха различными способами: тепловая обработка при 120±5°C 15 мин. с последующим замачиванием в течении 12 ч при 4±2°C; замачивание в течении 12 ч при 4±2°C с последующим автоклавированием (1 атм., 120±5°C 1 ч.); автоклавирование (1 атм., 120±5°C 1 ч.) с последующим замачиванием в течении 12 ч при 4±2°C.

Анализ антипитательных веществ и органолептических характеристик гороха после температурных обработок показал рациональную технологию предварительной обработки сырья путем автоклавирования в лабораторных условиях (обработку

острым паром в производственных условиях) с последующим замачиванием сырья, так же после проведения термической обработки исчезла горечь, которая присутствовала в экстракте изготовленного из сырья без воздействия температур, только замачивание. Таким образом, осуществляется двойное ингибирование антипитательных факторов. К тому же рекомендовано осуществлять стерилизацию готовых напитков, что дополнительно окажет инактивирующее воздействие на указанные нежелательные компоненты.

Экстракты, подвергнутые термообработке, обладают высокой вязкостью (свыше 85546 мПа·с), что обуславливает невозможность проведения его фильтрования. Следовательно, существует необходимость проведения технологической операции направленной на снижении данного показателя. Известно, что причиной этого является наличие высокого содержания крахмала (44,7%).

Снизить клейстеризацию крахмала возможно расщеплением на более короткие цепочки. Для этих целей применяется фермент амилаза. Он способствует изменению структуры молекулы крахмала.

Были проведены исследования по влиянию технологических процессов, в том числе ферментации, на органолептические и физико-химические показатели полученных экстрактов.

Исследовано действие следующих ферментов: α -амилаза, глюковаморин.

α -амилаза – способствует разжижению крахмалосодержащего сырья для подготовки его к действию иных ферментов. Оптимум действия 70–80°C, выдержка 60±10 минут. Глюковаморин – используется для осахаривания крахмала с образованием глюкозы. Оптимум действия 58–59°C, выдержка 120±10 минут.

В таблице 1 показаны образцы экстрактов и последовательность основных технологических операций при их получении. Все образцы получены из предварительно подготовленного сырья путем автоклавирования с последующим замачиванием в течение 12 часов при температуре 4±2°C. Исследования осуществлены на доступном сырье – горохе-крупе.

Таблица 1 – Последовательность основных технологических операций при получении экстрактов гороха

Образец экстракта гороха	Технологические операции
1	Фильтрация
2	Фильтрация, пастеризация
3	Пастеризация, ферментация 1 стадия
4	Фильтрация, ферментация 1 стадия, пастеризация
5	Ферментация 1 стадия, фильтрация, пастеризация
6	Фильтрация, ферментация 2 стадии, пастеризация
7	Ферментация 2 стадии, фильтрация, пастеризация

Источник данных: собственная разработка.

Ферментация образцов экстракта гороха осуществлялась в 1 или 2 стадии. Технологические параметры ферментации следующие: 1-стадийная ферментация – применение фермента α -амилаза в количестве рекомендованном производителем фермента. Ферментирование при температуре 70±2°C в течение 60±5 мин; 2- стадийная ферментация – осуществление 1-стадии ферментирования при вышеуказанных условиях, 2-стадия – применение фермента глюковаморин в количестве рекомендованном производителем фермента при температуре 59±1°C в течение 120±10 мин.

Пастеризация и одновременная инактивация ферментов осуществлена при температуре 95±2°C без выдержки.

Полученные образцы исследованы по органолептическим (вкус, консистенция) и физико-химическим показателям (массовая доля сухих веществ, содержанием крахмала, вязкость). Результаты исследований представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели экстрактов гороха

Образец экстракта гороха	Органолептические характеристики		Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля крахмала в сухом веществе, %
	вкус	консистенция		
1	Наличие крахмалистого привкуса, мучнистый, легкий гороховый вкус	Жидкая с наличием осадка	9,0	22,2
2	Отсутствие крахмалистого вкуса, легкий гороховый вкус, водянистый	В меру густая жидкость, клейстерообразная	7,8	47,4
3		Сметанообразная	11,9	51,3
4		Питьевого йогурта	9,4	48,9
5		Питьевого йогурта	9,3	47,3
6	Выраженная сладость, отсутствие мучнистости, приятный гороховый привкус	Жидкая	7,5	40,0
7	Более выражена сладость, чем 6, отсутствие мучнистости, приятный гороховый привкус	Жидкая	7,1	67,6

Источник данных: собственная разработка.

В результате исследований установлено, что образец экстракта 1, не подвергнутый термической обработке, имеет крахмалистый вкус и мучнистость. Это объясняется свойствами крахмала не растворяться в воде. В результате пастеризации исчезает мучнистость, но наблюдается увеличение вязкости продукта по причине клейстеризации крахмала. Фильтрация, проведенная до ферментации и пастеризации, способствует получению менее вязкой консистенции. Ферментация, осуществленная в 2 стадии, позволяет получить сладкую жидкость. Образец 7 экстракта гороха имеет более выраженную сладость, что связано с проведением фильтрации экстракта после ферментации. Это позволяет большему количеству крахмала гидролизироваться до глюкозы.

При проведении технологических операций получены экстракты гороха с массовой долей сухих веществ от 7,1 до 11,9%. В следствие ферментации наблюдается увеличение массовой доли различных углеводов в сухом веществе, что объясняется расщеплением крахмала. Экстракт гороха 7 обладает максимальным содержанием углеводов, что говорит об увеличенном расщеплении крахмалов до декстринов и моносахаров. Образцы 6 и 7, 4 и 5 отличаются только последовательностью фильтрации и обладают сравнительно одинаковой массовой долей сухих веществ 7,1 – 7,5 и 9,3 – 9,4 % соответственно.

Исследования вязкости экстрактов гороха свидетельствуют о том, что образец 6 и 7 максимально близок по вязкости к образцу 1 и молоку коровьему, вязкость которого равна 1,8 мПа*с.

В результате установлено, что такие технологические операции как фильтрация и ферментация способствуют снижению доли разделения суспензии, а пастеризация приближает данный показатель к 0.

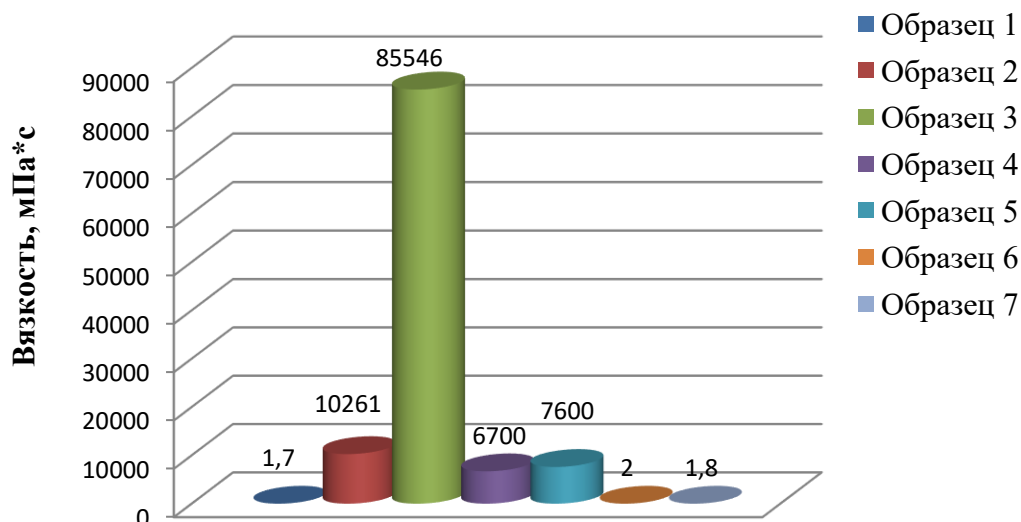


Рисунок 1 – Вязкости экстрактов, полученных из гороха крупы, при различных режимах обработки
 Источник данных: собственная разработка.

Заключение. В процессе исследований при производстве напитков на основе гороха установлено, что данный вид сырья содержит антипитательные факторы, которые оказывают негативное воздействие на пищеварительную систему любого организма. Существует ряд технологических операций, способствующих инактивации данных факторов. Были проведены исследования воздействия температурных факторов на сырье (горох) с целью инактивации ингибирующих факторов и установлена рациональная технология предварительной обработки сырья путем автоклавирования в лабораторных условиях с последующим замачиванием сырья в течение 12 часов при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Таким образом осуществляется двойное ингибирование антипитательных факторов, с целью улучшения вязкостных и органолептических показателей готового продукта.

Список использованных источников

1. Таранов М.Т., Сабиров А.Х. Биохимия кормов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
2. Landsteiner K. and Rabitchek H. Beobachtungen uber Hamalyse and Hemagglutination. Zentr. Bacterial. Parasitenk, 45, 1908. P.660-664.
3. Singh V., Jambnathan R. Protease inhibitors and vitro protein digestibility of pigeapnea (Cajanus cajian L. Millesp) and its wild relatives. J. Food Sci. and Technol, 1981, 18, N16. P.246-2.
4. Петибская В.С. Пути снижения трипсинингибирующей активности сои // Известия вузов. Пищевая технология. 2000. №1. С. 6-8
5. Основные виды корма для свиней / Голушко В. [и др.]. - Животноводство России. - №12. – 2007. – с. 27-31.
6. Deswal, A. Optimization of enzymatic production process of oat milk using response surface methodology / A. Deswal, N.S. Deora, H.N. Mishra // Food and Bioprocess Technology. – 2014. – V. 7 (2). – P. 610–618.
7. Курчаева, Е. Е. Изучение процесса снижения антипитательных веществ в семенах
1. Taranov M.T., Sabirov A.Kh. Biochemistry of feed. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 p.
4. Petibskaya V.S. Ways to reduce the trypsin-inhibiting activity of soy // Izvestiya vuzov. Food technology. 2000. No. 1. pp. 6-8
5. The main types of feed for pigs / Golushko V. [and others]. - Animal husbandry in Russia. - No. 12. - 2007. - p. 27-31.
7. Kurchaeva, E. E., Chernyaeva, S. N., Safonova, Yu. // Proceedings of the international

бобовых / Курчаева Е. Е., Черняева С. Н., Сафонова Ю.А. // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России, Воронеж, 27–28 февраля 2017 г. / Агроэкологический вестник – Воронеж, 2017. – с. 132-137.

scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia, Voronezh, February 27–28, 2017 / Agroecological Bulletin - Voronezh, 2017. - p. 132-137