

УДК 631.577.002.3

## ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ СОКОВ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

**Кожухова Марина Александровна**

кандидат технических наук, доцент

marinakozh@yandex.ru

**Дроздов Роман Анатольевич**

аспирант

roman.droz dov.15@yandex.ru

**Рыльская Лариса Анатольевна**

кандидат технических наук, доцент

**Дроздова Татьяна Александровна**

аспирант

Кубанский государственный технологический университет

Краснодар, Россия

**Аннотация.** Актуальной задачей развития АПК является глубокая переработка сельскохозяйственного сырья и сокращение отходов на всех этапах жизненного цикла продукции. Для решения данной задачи проведены исследования, в результате которых разработаны технологические режимы производства соков из овощей с применением ферментного препарата «Пектинекс Ультра SP - L», что позволило увеличить выход сока на 15 – 20%. Предложено использовать вторичные сырьевые ресурсы сокового производства в качестве источника пищевых волокон, обоснованы способы их хранения и применения в составе функциональных кисломолочных продуктов.

**Ключевые слова:** плодоовощные соки, ферментативная обработка, вторичные сырьевые ресурсы, пищевые волокна.

Одной из задач цифровизации АПК является максимальное сохранение всего выращенного урожая и сокращение потерь и отходов на всех этапах жизненного цикла продукции. Значительное количество отходов образуется при переработке плодов и овощей, например, при производстве соков они составляют 30–50 % [9]. Это создает технологические, экономические, экологические проблемы и обуславливает необходимость поиска их рационального, научно обоснованного решения.

Соки – востребованный вид продукции, поэтому соковое производство постоянно развивается, совершенствуются технологии и обновляется ассортимент. В последнее время, учитывая интерес потребителей к здоровому питанию, увеличиваются объемы производства овощных соков, которые содержат меньше сахаров, больше полисахаридов, менее калорийны по сравнению с фруктовыми, но не уступают им по физиологической активности. Многие физиологически ценные компоненты сырья (витамины, антиоксиданты, пищевые волокна, фенольные вещества) после отжима сока остаются в выжимках, поэтому вторичные сырьевые ресурсы (ВСП) можно использовать для производства БАВ, пищевых добавок и функциональных ингредиентов [8].

Цель данной работы – обоснование рациональной и глубокой переработки овощей с получением соков и функциональных ингредиентов.

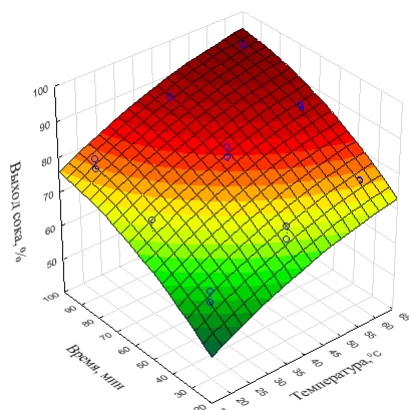
Объектами исследований служили свежие, районированные в Краснодарском крае овощи, которые сортировали, мыли, очищали от несъедобных частей, измельчали, бланшировали, подвергали ферментативной обработке, варьируя температуру, pH и продолжительность. Сок отжимали на центрифуге, выжимки собирали, делили на 3 части и подвергали дальнейшей обработке: высушиванию, замораживанию или биоконсервированию [4, 5].

Выход сока, содержания в нем тонкоизмельченной мякоти, массовую долю сухих веществ, каротин, витамин С определяли общепринятыми стандартными методами, активность ферментов, растворимые сахара и полисахариды – по методикам, изложенным в руководстве [1].

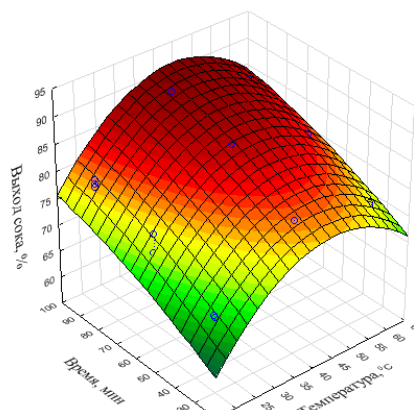
Планирование экспериментов, статистическую обработку результатов и построение 3D-графиков проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 10,0.

Как показывает мировая практика, современным, эффективным и технологичным способом производства плодоовощных соков является разделение жидкой и твердой фракций на декантере. Для достижения наибольшего эффекта передотжимом сока рекомендуется обработать мякоть ферментными препаратами (ФП). В настоящее время предлагаемые производителями ФП предназначены в основном для фруктового и ягодного сырья, поэтому препарат для обработки овощей и условия его применения необходимо подбирать экспериментально. С этой целью нами исследовано влияние различных ФП на выход и качественные показатели соков, получаемых из традиционных и перспективных видов овощей: моркови, свеклы, тыквы, кабачков, топинамбура и ячменя. В большинстве случаев наилучшие результаты были получены при использовании ФП «Пектинекс Ультра SP-L». Данный ФП обладает пектолитической и гемицеллюлазной активностью, что позволяет получать на декантере соки с высоким выходом, льющейся консистенцией и регулируемым количеством мякоти. Для каждого вида сырья с применением методов оптимизации эксперимента определены условия ферментативной обработки и математические модели, которые можно использовать для оперативного управления процессом и решения задач цифровизации сокового производства.

Графические зависимости для моркови и свеклы, позволяющие наглядно представить влияние условий ферментации на выход сока, приведены на рисунке 1.



А



Б

Рисунок 1 – Графики, отражающие зависимость выхода морковного (А) и свекольного (Б) сока от температуры и времени ферментации

Полученные аналитические зависимости позволяют оценить влияние рН ( $X_1$ ), температуры ( $X_2$ ) и времени ( $X_3$ ) ферментации на выход сока из моркови ( $Y_1$ ) и свеклы ( $Y_2$ ):

$$Y_1 = 40,04 - 0,763 \cdot X_1 - 0,132 \cdot X_1^2 + 0,754 \cdot X_2 - 0,005 \cdot X_2^2 + 0,59 \cdot X_3 - 0,003 \cdot X_3^2, \quad (1)$$

$$Y_2 = -14,62 + 20,22 \cdot X_1 - 1,936 \cdot X_1^2 + 1,537 \cdot X_2 - 0,017 \cdot X_2^2 + 0,279 \cdot X_3 - 0,001 \cdot X_3^2, \quad (2)$$

Результаты исследований показали, что предварительная обработка овощной мезги ФП при оптимальных условиях (рН= 4,5-5,2; температура 45-50 °С) способствует увеличению выхода сока с тонкоизмельченной мякотью на 15-20 %.

Перед проведением ферментативной обработки необходимо инактивировать собственные ферменты сырья, которые могут вызвать нежелательные изменения цвета, вкуса, содержание легкоокисляемых витаминов и других биологически активных веществ. В связи с этим определяли активность и термоустойчивость окислительно-восстановительных ферментов (ОВ) в овощах. Подготовленное сырье измельчали на кубики 10\*10 мм и подвергали кратковременной тепловой обработке (бланшированию) в водной среде или паром, после охлаждения в образцах определяли активность пероксидазы (ПО) и полифенолоксидазы (ПФО). Данные представлены на рисунке 2.

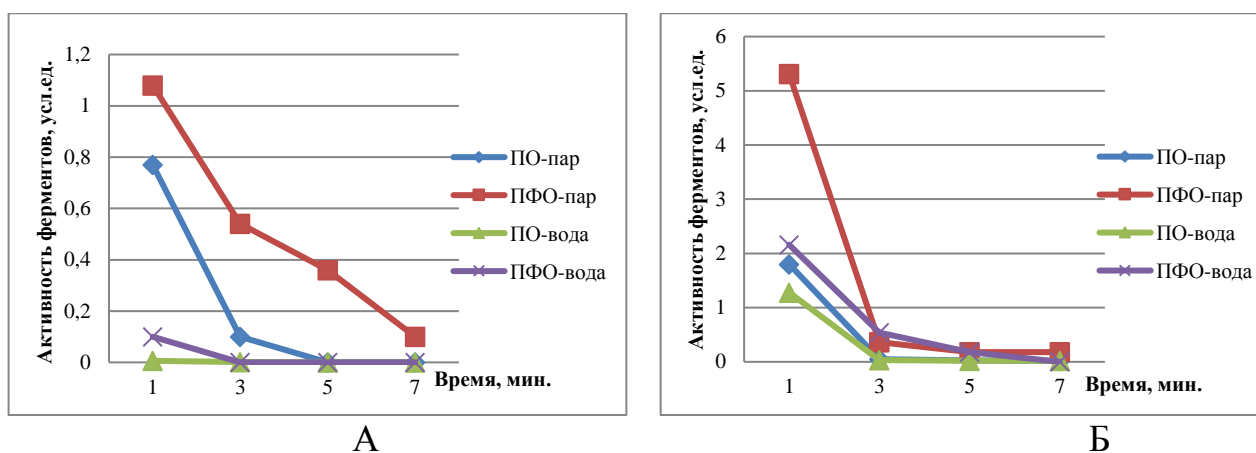


Рисунок 2 – Изменение активности ОВ ферментов моркови (А) и свеклы (Б) при бланшировании различными способами

Из анализа представленных графиков следует, что ОВ ферменты в свекле более активны, но менее термостабильны, чем в моркови; при бланшировании в воде ферменты инактивируются быстрее, чем при обработке паром; в обоих видах сырья ПФО проявляет более высокую термостабильность, чем ПО. В ходе исследований было также установлено, что скорость инактивации ОВ ферментов в овощах увеличивается при снижении рН и уменьшении размеров частиц. Полученные результаты были учтены при разработке режимов бланширования овощного сырья перед ферментацией [3, 7].

Известно, что применение ферментов в соковом производстве позволило не только существенно снизить количество отходов, но и привело к изменению их химического состава, что послужило причиной для пересмотра направлений дальнейшего использования вторичных сырьевых ресурсов (ВСР). В связи с этим, нами исследован химический состав ВСР, полученных после отжима сока с применением ферментативной обработки препаратом «Пектинекс Ультра SP - L» и без нее. Данные, представленные в таблице 1, показывают, что ВСР овощей, подвергнутых действию ФП, содержат больше сухих веществ, целлюлозы, меньше гемицеллюлозы и пектина. В результате ферментативной обработки несколько снизилось содержание витамина С, но в образцах моркови увеличилось количество каротиноидов.

Химический состав ВСП, полученных при производстве соков с различной предварительной обработкой

Наименование показателя	ВСП без ферментативной обработки		ВСП после ферментативной обработки	
	Морковь	Свекла	Морковь	Свекла
Массовая доля сухих веществ, %	17,56	19,61	23,57	23,05
Растворимые сахара, %	7,02	6,33	7,3	6,9
Целлюлоза, %	6,59	7,26	13,1	13,5
Гемицеллюлоза, %	2,14	4,52	1,83	2,24
Пектин.в-ва, %	1,11	0,99	0,77	0,72
Витамин С, мг/100г	2,04	3,65	1,74	2,43
β-каротин, мг/100 г	7,98	-	12,52	-

Несмотря на перераспределение в составе полисахаридов, они составляют примерно 75 % от сухой массы ВСП, что послужило основанием для рекомендаций по дальнейшему использованию ВСП овощей в качестве концентрата пищевых волокон (КПВ). Для сохранения КПВ рассматривались различные варианты их технологической обработки: высушивание, замораживание и биоконсервирование. Для каждого варианта определены рациональные режимы и сроки хранения, а также разработаны рекомендации по применению различных товарных форм КПВ для обогащения молочных продуктов, том числе кисломолочных напитков, сырков и творожных десертов [2, 6].

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны технологические режимы производства соков из овощей с применением ферментного препарата «Пектинекс Ультра SP - L», что позволило увеличить выход сока на 15–20% и сократить количество отходов. Предложено использовать вторичные сырьевые ресурсы сокового производства в качестве источника пищевых волокон, обоснованы способы их хранения и применения в составе функциональных кисломолочных продуктов.

### Список литературы:

1. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков // Изд. 2-е, перераб. и доп. — Ленин-град: Колос. Ленингр. отделение, 1972. – 456 с.
2. Оптимизация рецептуры ферментированного молочного продукта с функциональными свойствами / Р.А. Дроздов, Т.В. Бархатова, М.А. Кожухова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – Краснодар: Изд.: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – № 4. – С. 42-48.
3. Производство продуктов для здорового и функционального питания из шиповника по безотходной технологии / В.Ф. Винницкая, Е.И. Попова, С.И. Данилин [и др.] // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 2. - С. 45.
4. Разработка состава и технологии пробиотического кисломолочного продукта для питания детей раннего возраста / А.П. Мансуров, В.А. Бочаров, И.С. Бугрова, С.И. Данилин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. - 2020. - № 1. - С. 30-39.
5. Разработка технологических рекомендаций по организации производства функциональных пищевых продуктов из местного фруктового и овощного сырья / В.Ф. Винницкая, Е.И. Попова, Д.В. Акишин [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2018. - № 1. - С. 101-106.
6. Разработка функционального творожного продукта/ Р.А. Дроздов, М.А. Кожухова, И.А. Хрипко, Т.А. Дроздова // Международная научно-практическая конференция «Эксклюзивные технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов». – Краснодар: Изд-во ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2019. – С. 20-23.
7. Технология переработки пастернака, тыквы и яблок в порошок для функционального питания / Ю.В. Родионов, Д.В. Никитин, С.И. Данилин [и др.] // Проблемы развития АПК региона. - 2018. - № 3 (35). - С. 214-220.

8. Sustainable solutions for agro processing wastemanagement: An Overview / C.M. Ajila, S.K. Brar, M. Verma, U.P. Rao // Springer Science/Business Media: Dordrecht. The Netherlands. – 2012. – P. 65–109.

9. Total Food Exploiting co-products—Minimizing waste / L. De las Fuentes, B. Sanders, A. Lorenzo, S. Alber // Agro-Food Wastes Minimisation and Reduction Network. Institute of Food Research: Norwich.UK. – 2004. – P. 233–244.

**UDC 631.577.002.3**

**DEEP PROCESSING OF FRUIT AND VEGETABLE RAW MATERIALS TO  
PRODUCE JUICES AND FUNCTIONAL INGREDIENTS**

**Marina Aleksandrovna Kozhukhova**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

marinakozh@yandex.ru

**Drozdov Roman Anatolievich**

graduate student

roman.drozdov.15@yandex.ru

**Rylskaya Larisa Anatolievna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Drozdova Tatiana Alexandrovna**

graduate student

Kuban State Technological University

Krasnodar, Russia

**Annotation.** An urgent task for the development of the agro-industrial complex is the deep processing of agricultural raw materials and the reduction of waste at all stages of the product life cycle. To solve this problem, studies were conducted, which resulted in the development of technological modes for the



production of juices from vegetables using the enzyme preparation "Pectinex Ultra SP-L", which allowed to increase the yield of juice by 15-20%. It is proposed to use secondary raw materials of juice production as a source of dietary fiber, the methods of their storage and use in the composition of functional fermented milk products are justified.

**Key words:** fruit and vegetable juices, enzymatic processing, secondary raw materials, dietary fiber