

УДК 664.292

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ СВЕЖИХ ВЫЖИМОК ЯБЛОК НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ НИХ ПЕКТИНА

З.В. Василенко, В.В. Редько, В.А. Седакова

Представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния температуры и продолжительности контактного способа сушки свежих выжимок яблок на степень извлечения (выход) пектина, его фракционный состав и качественные показатели (степень этерификации, молекулярную массу, студнеобразующую способность). Выявлены экспериментальные закономерности, позволяющие сделать однозначный вывод о целесообразности применения предлагаемых оптимальных параметров процесса сушки свежих выжимок яблок для получения пектина с высокими физико-химическими показателями качества, соответствующие регламентируемым нормам.

Введение

Для производства пектина используют свежее, сульфитированное и сушёное сырье. Сушка и сульфитация пектинсодержащего сырья вызваны необходимостью удлинения сроков его хранения перед переработкой. В свежих выжимках (по сравнению с сульфитированными и сушёными) наблюдается усиленный рост и размножение дрожжей и плесневых грибов, которые, в свою очередь, синтезируют собственные пектиназы, разрушающие пектин. В сульфитированном сырье в процессе хранения качество пектина ухудшается, студнеобразующая способность снижается в среднем на 18–19 %. В сушёном сырье микробиологические и физико-химические процессы существенно замедляются, в результате чего количество и качество пектиновых веществ в процессе хранения изменяются незначительно [1].

Таким образом, сушка свежих выжимок яблок является очень важной стадией при подготовке выжимок к хранению и последующей переработке их с целью получения пектина.

Качество сушки выжимок определяется не только температурой процесса, но и выбором конкретного способа (с использованием горячего воздуха, электромагнитного поля сверхвысоких частот и пр.) и аппаратуры (барабанные, конвейерные ленточные, туннельные сушилки и пр.) [2].

Согласно литературным данным [3] наибольший выход и лучшее качество пектина, извлекаемого из выжимок яблок сушёных, достигаются при поддержании температуры в толще высушиваемого исходного сырья (контактный способ) в пределах 70–80 °С. Результатом отклонений от указанного диапазона значений температур является снижение качественных показателей самих выжимок яблочных сушёных и, как следствие, конечного целевого продукта (пектина).

Экспериментальная часть

В настоящей работе было исследовано влияние температурных и временных параметров контактного способа сушки свежих выжимок яблок на содержание пектина, степень его извлечения (выход) из выжимок при кислотном гидролизе, качественные характеристики пектина, регламентируемые в условиях промышленного производства.

В качестве исходных контролируемых параметров были выбраны температура и продолжительность сушки. В качестве выходного параметра контролю подвергалась конечная влажность выжимок, поскольку влажность выжимок – важный критерий стабильности качества при хранении [3]. При влажности более 10 % выжимки портятся быстрее, чем при 6 – 10 %. Высокая доля влаги ускоряет биохимические процессы, вызывающие расщепление пектина ферментами, а также связанные с окислительными процессами – потемнение и повышение температуры массы выжимок, что увеличивает

опасность самовозгорания [3]. Продукт с влажностью до 10 % можно хранить более 1 года.

Для установления оптимальных параметров процесса сушки свежие выжимки яблок массой 2,5 кг подвергали двукратному промыванию при 30 °С, рН среды 3,0 – 3,5, гидромодуле 1:20, скорости перемешивания 400 об/мин в течение 4 – 5 минут, после чего промытые выжимки помещали в сушильный шкаф при заданной температуре (60, 70, 80, 90, 100 и 120 °С) и сушили до влажности не более 10 %. Параллельно для контроля процесса сушки определялось содержание сухих веществ в свежих выжимках яблок гравиметрическим методом (29,04 %).

Полученные экспериментальные данные по продолжительности сушки и содержанию сухих веществ в конечном продукте в зависимости от температуры представлены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, содержание сухих веществ в выжимках, полученных при различных параметрах сушки, составляет не менее 90 % (что соответствует содержанию влаги не более 10 %). Однако, продолжительность сушки существенно зависит от температуры и изменяется в широких пределах (от 48 часов при 60 °С до 2 часов при 120 °С).

Таблица 1 – Результаты экспериментального исследования сушки свежих выжимок яблок

Выходной параметр	Температура сушки, °С					
	60	70	80	90	100	120
Содержание сухих веществ, %	91,73	96,70	90,40	93,81	98,23	99,56
Продолжительность сушки, ч	48	36	24	12	5	2

Известно, что в выжимках яблок пектин содержится преимущественно в виде нерастворимой формы – протопектина (до 90 %) [4, 5]. Для выявления влияния температуры сушки на качество выжимок яблочных сушеных экспериментальным исследованиям был подвергнут фракционный состав пектиновых веществ свежих выжимок яблок и выжимок, высушенных при различных температурах. При проведении эксперимента из выжимок яблочных выделяли три фракции пектиновых веществ (растворимый пектин, пектин, растворимый в щавелевокислом аммонии и протопектин). Растворимый пектин экстрагировали дистиллированной водой при температуре 40 – 50 °С; пектин, растворимый в щавелевокислом аммонии – 0,75 %-м его раствором при комнатной температуре; протопектин экстрагировали и одновременно гидролизовали 1н H₂SO₄. Фракции растворимого пектина и пектина, растворимого в щавелевокислом аммонии, подвергали гидролизу до мономерных звеньев (d – галактуроновой кислоты) 2н раствором H₂SO₄. С полученными растворами проводили колориметрическую реакцию (между d – галактуроновой кислотой и карбазолом) и измеряли оптическую плотность при 535 нм. Концентрацию d – галактуроновой кислоты для каждой фракции определяли по калибровочному графику. Содержание пектина рассчитывали с учетом переводного коэффициента для каждого вида сырья (1,34 – для яблочного пектина).

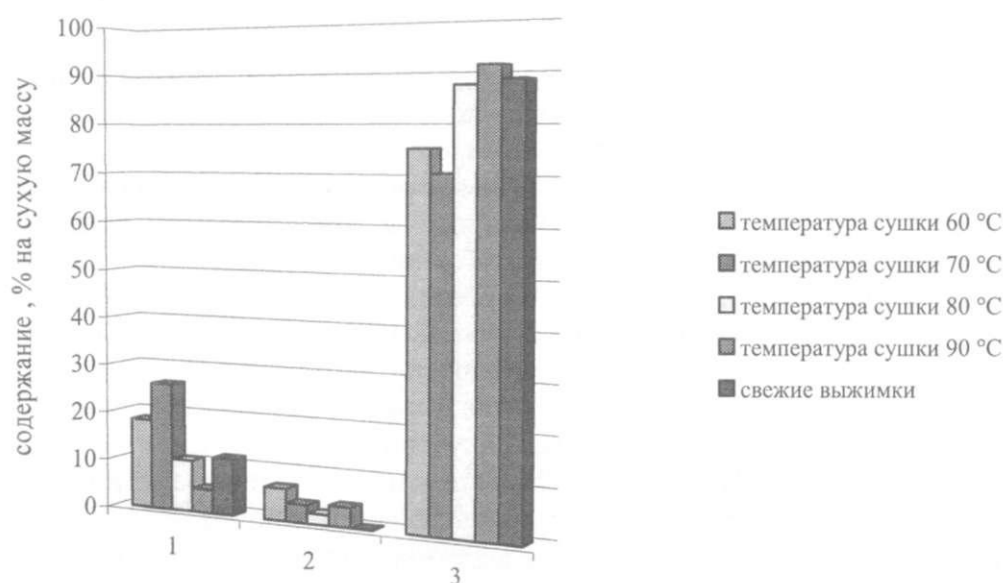
Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Фракционный состав выжимок яблок в зависимости от условий сушки.

Содержание фракции пектина:	Свежие выжимки яблок	Выжимки яблок, высушенные при			
		60°С(48ч)	70°С(36ч)	80°С(24ч)	90°С(12ч)
Растворимого пектина, %	4,03	5,95	7,87	3,38	1,70
Растворимого в щавелевокислом аммонии, %	–	2,14	1,11	0,68	1,43
Протопектина, %	31,13	24,54	21,32	28,29	32,40
Общее содержание пектиновых веществ, %	35,16	32,63	30,30	32,35	35,50

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что общее содержание пектиновых веществ варьирует в пределах от 30,30 % до 35,50 %. При этом фракционный состав существенно зависит от условий сушки свежих выжимок. Если принять общее содержание пектиновых веществ в выжимках за 100 %, то отношение содержания каждой фракции к общему содержанию пектиновых веществ в выжимках будет отражать вклад каждой фракции. Полученные данные представлены на рисунке 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что температура сушки неоднозначно влияет на распределение пектиновых веществ яблок по фракциям. При увеличении температуры сушки с 60 до 70 °С доля растворимого пектина увеличивается, однако при дальнейшем увеличении температуры сушки до 90 °С доля растворимого пектина резко снижается. Обратная картина наблюдается с фракцией протопектина. Доля протопектина при температуре сушки 70 °С минимальна и составляет 70 % от общего содержания пектиновых веществ. При меньшей температуре сушки выжимок (60 °С), как и при больших температурах (80 и 90 °С), содержание протопектина увеличивается. Доля фракции пектина, растворимого в щавелевокислом аммонии невелика во всех случаях и колеблется в пределах 2,1 % – 6,5 % от общего содержания пектиновых веществ в выжимках.



1 – растворимый пектин, 2 – пектин, растворимый в щавелевокислом аммонии, 3 – протопектин

Рисунок 1 - Содержание пектиновых веществ в выжимках яблок.

Для более полного представления о влиянии температуры сушки на качество выжимок нами были получены образцы пектина из свежих выжимок яблок и выжимок, высушенных при температурах 60, 70, 80 и 90 °С соответственно. Образцы пектина извлекали из состава исходного сырья по методике МВИ МГ 091-2006, разработанной на кафедре технологии продукции общественного питания и мясопродуктов УО МГУП [6].

Для получения различных образцов пектина применяли экспериментальную установку, состоящую из реактора, который представляет собой двухлитровую емкость, выполненную из кислотоустойчивого материала. В реактор погружается лопастная мешалка, соединенная проводами с регулятором температуры и напряжения, которые позволяют устанавливать необходимую температуру и скорость вращения мешалки (контролируют с помощью электроконтактного термометра и тахометра).

Массовую долю спиртоосаждаемого пектина в свежих выжимках яблок и выжимках, высушенных при температурах 60, 70, 80 и 90 °С, определяли по формуле

$$W = \frac{(m_2 - m_1) \cdot V_o \cdot 100}{V_a \cdot m_b \cdot a}, \% \quad (1)$$

где m_1 – масса высушенного фильтра, г;
 m_2 – масса фильтра с осадком, г;
 V_a – аликвотный объем гидролизата, взятый для осаждения пектина см³;
 V_o – общий объем гидролизата, см³;
 m_b – масса выжимок яблок сушеных, взятых для определения, г;
 a – содержание сухих веществ в выжимках яблок сушеных, выраженное в долях %.

Выход пектина, выраженный в % от исходного содержания пектина в сырье, определяли как отношение массы спиртоосажденного пектина к массе протопектина в исходном образце выжимок яблочных сушеных, взятых для анализа.

Для каждого полученного образца пектина оценивали качественные характеристики – содержание балластных веществ, свободных и этерифицированных карбоксильных групп, степень этерификации, молекулярную массу по общеизвестным методикам [7, 8] и студнеобразующую способность по методике, разработанной авторами [9]. Экспериментальные данные представлены в таблице 3.

Из полученных данных следует, что максимальный выход пектина 59,41 % (от общего содержания пектина в выжимках) получен при использовании выжимок яблок, сушеных при 70 °С. Эти данные коррелируют с данными таблицы 2 и рисунка 1 и подтверждаются данными по фракционному составу пектиновых веществ выжимок, сушеных при 70 °С (доля растворимого пектина в выжимках составляет 25 % и нерастворимого 75 %). Большое количество растворимого пектина в исходном сырье способствует большему выходу пектина из выжимок. Качество пектина, полученного в этих условиях отвечает требованиям, предъявляемым в ГОСТ 29186 -91 «Пектин. Технические условия».

Количество балластных веществ в образце пектина, полученном из свежих выжимок, выше, чем у образцов, полученных из выжимок предварительно промытых и высушенных при различных температурах (9,87 % против 4,09 – 4,72 % соответственно), что свидетельствует в пользу промывания свежих выжимок яблок перед сушкой.

Степень этерификации пектина, полученного из выжимок, сушеных при 60 °С, составляет всего 65,35 %, тогда как образцы пектина, полученные из выжимок сушеных при более высоких температурах, имеют степень этерификации 73 – 74 %. Это, по-видимому, объясняется дезэтерификацией пектина в выжимках, сушеных при 60 °С, под воздействием нативных ферментов клеток, высвобождающихся в процессе разрушения клеток при отжиме сока. При более высоких температурах сушки происходит полная дезактивация ферментов и дезэтерификации пектина не наблюдается.

Из данных таблицы 3 видно, что пектин с максимальной молекулярной массой 42830 Да получен из свежих выжимок яблок. Отмечено непрерывное уменьшение молекулярной массы образцов пектина с увеличением температуры сушки выжимок яблок (с 37150 Да при 60 °С до 23710 Да при 90 °С). Снижение молекулярной массы с увеличением температуры сушки связано, по всей видимости, с термическим крекингом пектиновых макромолекул.

Таблица 3. Характеристика пектина в зависимости от сырья для его получения.

Наименование показателя	Пектин, полученный из				
	свежих выжимок яблок	выжимок, сушеных при 60 °С	выжимок, сушеных при 70 °С	выжимок, сушеных при 80 °С	выжимок, сушеных при 90 °С
Выход пектина, % (от содержания пектина в сырье)	24,04	34,42	59,41	31,46	35,30
Содержание сухих веществ в образце, %	90,13	95,28	95,31	95,91	95,88
Содержание балластных веществ, %	11,03	6,45	6,11	7,01	6,89
Количество свободных карбоксильных групп, %	2,82	3,96	3,06	3,01	3,11
Количество этерифицированных карбоксильных групп, %	8,68	7,47	8,55	8,42	8,43
Степень этерификации, %	75,48	65,35	73,64	73,67	73,05
Молекулярная масса, Да	42 830	37 150	34 150	28 470	23 710
Студнеобразующая способность, °ТБ	320	219	206	191	183

Студнеобразующая способность полученных образцов пектина изменяется аналогично изменению молекулярной массы. С увеличением температуры сушки выжимок яблочных с 60 °С до 90 °С студнеобразующая способность полученного из них пектина снижается с 219 °ТБ до 183 °ТБ. Студнеобразующая способность пектина, полученного из свежих выжимок яблок (320 °ТБ), выше студнеобразующей способности всех образцов, полученных из сушеных выжимок, однако при этом наблюдается самый низкий выход пектина – 24,04 %.

Заключение

Показано, что изменение температуры и продолжительности контактного способа сушки свежих выжимок яблок существенно влияет на качество и выход извлекаемого пектина.

С увеличением температуры сушки от 60 до 90 °С содержание водорастворимого пектина в выжимках снижается на 71 % (относительно нижней температуры сушки). Молекулярная масса пектина при увеличении температуры сушки уменьшается на 36 %. При увеличении температуры контактного способа сушки свежих выжимок яблок от 60 до 90 °С отмечается резкое сокращение студнеобразующей способности извлекаемого пектина (практически в 2 раза).

Выход пектина при изменении параметров сушки выжимок изменяется в пределах 30– 60 %, причём максимальное увеличение выхода пектина достигается при температуре сушки 70 °С. Выход пектина из выжимок яблок, высушенных при 70°С, составляет 59,41 % (от общего содержания пектина в выжимках).

При указанной температуре контактного способа сушки свежих выжимок яблок достигается наилучшее сочетание всех выходных параметров (продолжительность процесса сушки, содержание сухих веществ в выжимках яблочных сушёных, выход и качественные показатели пектина).

Таким образом, температура контактного способа сушки свежих выжимок яблок 70°C в наибольшей степени обеспечивает качество пектина, регламентируемое общепризнанными нормами.

Литература

1. Грысс, З. Использование отходов плодоовощной и консервной промышленности /З. Грысс. - М.: Пищевая промышленность, 1974. -- 278 с.
2. Алханашвили, Н.Г. Исследование процесса сушки яблочных выжимок/ Н.Г. Алханашвили, Д.И. Зауташвили// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №5. – с. 35 – 36.
3. Колеснов, А.Ю. Методы оценки качества сухих яблочных выжимок/ А.Ю. Колеснов // Пищевая промышленность, 1992. – №10. – с.22 – 24.
4. Василенко, З.В. Оценка выжимок яблок сушеных, как сырья для получения пектина / З.В. Василенко, Т.И. Пискун, В.А. Седакова, Е.В. Седаков // Тезисы доклада к V Международной научно практической конференции «Техника и технология пищевых производств», Могилев,18-20 мая 2005 г/ Могилевский гос. ун-т прод-я; редколлегия.: [и др.]. - Могилев, 2005. –с.117-118.
5. Василенко, З.В. Исследование кинетики гидролиза протопектина сушеных выжимок яблок / З.В. Василенко, Т.И. Пискун, В.И. Никулин, В.А. Седакова, Е.В. Седаков // New technologies in traditional food. International Scientific Practical Conference Reports. Jelgava, FTT, 2005, p.277-280.
6. МВИ МГ 091-2006 «Определение массовой доли пектина, осаждаемого спиртом, в выжимках яблочных сушеных». Могилев, 2005. – 8 с.
7. Пектин. Технические условия: ГОСТ 29186-91 – Введен с 01.01.1993. -- М.: Издательство стандартов, 1992. 21 с.
8. Арасимович, В.В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах / В.В. Арасимович, С.В. Балтага, Н. П. Понамарева. – Кишинев: РИО АН МССР, 1970. – 84 с.
9. МВИ МГ 094-2006 «Определение студнеобразующей способности пектина с помощью прибора для определения прочности пектиновых студней». Могилев, 2005. -- 8 с.

Поступила в редакцию 16.05.2006