

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОДСЛАЩИВАНИЯ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ФРУКТОВ

Шлягун Галина, доктор технических наук, конференциар исследователь, главный научный сотрудник, Попа М., Купча Т., Научно-Практический Институт Садоводства, Виноградарства и Пищевых Технологий

Comparative tests of two methods for determining soluble solids: 1) based on their extraction and dehydration; 2) refractometric, were performed in this paper. Dehydrated sweetened fruits, made from sweet and sour cherry, peach and apricot, were taken as an object of study. The linear correlation between the concentration of soluble solids (method 1) and their mass fraction (method 2) was established and statistically proved.

Key words: *dehydrated sweetened fruits, soluble solids determination.*

ВВЕДЕНИЕ

«Фрукты обезвоженные подслащенные (полузасахаренные)», в соответствии со специальным техническим регламентом [1], определяются, как продукты питания, предназначенные для непосредственного употребления в пищу и полученные с применением искусственного или натурального способа сушки при умеренном тепловом воздействии, частично насыщенные сахарами или полиспиртами в процессе предварительного осмотического обезвоживания свежих или быстрозамороженных фруктов с целью повышения содержания растворимых сухих веществ.

Обезвоженные подслащенные фрукты, даже при низкой влажности, отличаются от обычных сушеных фруктов улучшенными органолептическими характеристиками, мягкой и приятной консистенцией, хорошо разжевываются. Новые свойства сушеных фруктов позволяют использовать их в качестве снеков, в смесях с зерновыми, орехами, с покрытием из глазури без перехода влажности между компонентами [2]. Кроме того, при обезвоживании подслащенных фруктов увеличивается выход готового продукта из тонны сырья (например, для вишни – в 1,6 раза), снижаются энергетические затраты на процесс сушки, примерно в 2 раза; появляются возможности для консервирования сырья с целью его дальнейшей переработки и, как следствие, продления сезона переработки свежих фруктов [3].

Разработанный в Научно-практическом институте садоводства, виноградарства и пищевых технологий (далее НПИСВиПТ) способ получения подслащенных обезвоженных фруктов из косточковых плодов [3] предусматривает следующие технологические этапы: подготовка сырья, комбинированное консервирование фруктов – приготовление полуфабриката, осмотическое обезвоживание; переработка полуфабриката, подслащивание фруктов, сушка подслащенных фруктов, конечные операции и упаковка.

Повышение содержания растворимых сухих веществ в предварительно подготовленных свежих фруктах происходит на этапах осмотического обезвоживания и подслащивания. Эти основные этапы включают ряд технологических операций: приготовление сиропа определенной концентрации, дозирование фруктов и сиропа, их смешивание, осмотическое обезвоживание

путем выдержки или обработки фруктов в сиропе, разделение фруктов и сиропа, приготовление сиропа для подслащивания, заливка сиропом фруктов и их выдержка или обработка, отделение фруктов от использованного сиропа. Уровень подслащивания фруктов определяется, в первую очередь, концентрацией, составом и количеством используемых сиропов, определенный вклад вносят содержание сухих веществ в сырье, температура и продолжительность обработки.

Степень подслащивания оценивают по содержанию растворимых сухих веществ по рефрактометру в подслащенных фруктах перед их сушкой. Органолептическая оценка готового продукта, полученного в результате сушки плодов с различной степенью подслащивания, позволила выделить определенный диапазон значений рефрактометрического показателя (26-42% по шкале сахарозы), при котором обезвоженные подслащенные фрукты имели хорошую мясистость и консистенцию, и, в то же время, сохраняли в достаточной мере натуральный вкус и запах свежих фруктов.

Однако, стандартизация качества обезвоженных подслащенных фруктов поставила задачу выбора и обоснования показателя, отражающего степень подслащивания в готовом продукте.

Целью настоящей работы являлся подбор метода и определение растворимых сухих веществ в обезвоженных подслащенных фруктах, полученных из различных видов свежих фруктов: черешни, вишни, персиков и абрикос.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Подготовка образцов для исследования

Образцы обезвоженных подслащенных фруктов были получены в лабораторных условиях НИИСВиПТ из свежих фруктов, убранных в технической стадии зрелости: черешни сорта Техлован, вишни сортов Облачинская и Эрди Урожайная, персиков сортов Эрли - Крест и Колинз, абрикос сорта Краснощекий. В процессе подготовки свежих фруктов из целых плодов черешни и вишни удаляли косточки, абрикосы разрезали на половинки, персики, очищенные или неочищенные от кожицы, использовали в целом виде или нарезали в виде половинок или долек. Подготовленные плоды заливали сахарными сиропами различной концентрации и оставляли на выдержку до достижения равновесия между содержанием растворимых сухих веществ в плодах и сиропе. Контроль над содержанием растворимых сухих веществ осуществляли по рефрактометру. Затем плоды отделяли от сиропа и высушивали теплым воздухом с температурой 45-50 °С.

Определение растворимых сухих веществ в подслащенных плодах перед сушкой ($S_r, \%$)

Плоды из отобранной пробы растирали до пюреобразного состояния, выдавливали через слой ваты, первые порции фильтрата отбрасывали, а остальную часть использовали для испытания. Измерения производили с помощью универсального лабораторного рефрактометра УРЛ-1, шкала которого градуирована в единицах массовой доли сахарозы, с ценой деления 0,5% и пределом абсолютной основной допускаемой погрешности $\pm 0,25 \%$.

Определение общих сухих веществ ($S, \%$)

Общие сухие вещества измеряли по ГОСТ 28561-90 с использованием термогравиметрического метода с заданным временем сушки. Режим высушивания пробы: температура $70 \pm 1^\circ\text{C}$, давление $< 100 \text{ mm}$ ртутного столба (13,3 kPa), продолжительность 6 часов (эталонный режим).

Определение растворимых сухих веществ

Определение растворимых сухих веществ в сушеных подслащенных фруктах (готовый продукт) осуществляли параллельно двумя методами:

1. Гравиметрический метод, разработан в НИИСВиПТ. Сущность метода: Получение водного экстракта анализируемой пробы, обезвоживание аликвотной части полученного экстракта, определение ее массы и вычисление (с учетом разбавления) массовой доли растворимых сухих веществ в общей анализируемой пробе ($X_I, \%$), пересчет полученного результата по отношению к продукту с содержанием общих сухих веществ $S=82 \%$ ($S_{sI}, \%$).

Обезвоживание экстракта анализируемой пробы производили путем выпаривания досуха на водяной бане с дальнейшим высушиванием в сушильном шкафу по эталонному режиму.

Вычисление ($X_I, \%$) вели по следующей формуле:

$$X_1 = \frac{100 \times KM_1}{M_0} \times \frac{V_1}{V_2} \quad (1)$$

где M_0 – масса пробы для анализа; г;

V_1 - объем экстракта пробы, см³;

V_2 - объем фильтрата, взятого для высушивания, см³;

K - поправочный коэффициент, безразмерный (для эталонного режима высушивания $K=1$);

M_1 – масса пробы после высушивания, г.

Для определения S_{s1} , % полученный результат относили к продукту с содержанием общих сухих веществ 82 % с помощью формулы (2):

$$S_{s1} = \frac{X_1 \times S}{82} \quad (2)$$

где S - содержание общих сухих веществ в анализируемой пробе, %.

Статистическая оценка измерений, выполненных данным методом, представлена в табл.

1.

Таблица 1. Статистическая оценка измерений при уровне значимости 0,05

Характеристика	Черешня	Вишня	Персики	Абрикосы
Количество уровней измерения (q)	7	5	5	4
Повторность измерения на каждом уровне (n)	4...9	6...10	4	4
Оценка стандартного отклонения ($s_{i,n}$)	0,4275	0,3622	0,4314	0,3442
Предел повторяемости (r)	1,18	1,00	1,19	0,95

2) Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ в соответствии с ГОСТ 28562-90. Стандарт определяет показатель „Массовая доля растворимых сухих веществ по рефрактометру” как массовая доля сахарозы в водном растворе, имеющем такой же показатель преломления, какой имеет исследуемый раствор при установленной температуре и установленных условиях определения.

Подготовка пробы: исследуемые фрукты мелко измельчали, отбирали навеску 10,00 г, к которой добавляли 5,00 г дистиллированной воды и тщательно растирали до гомогенного состояния, не допуская потерь продукта. Дальнейшие измерения производили по аналогии с определением S_r ,%. Во время измерений температура поддерживалась в пределах 20-25°C с проверкой и при необходимости регулировкой нуля перед измерением. Температурная поправка в результаты измерений не вносилась.

Массовую долю растворимых сухих веществ в исследуемом продукте (X_2 , %) вычисляли по формуле (3).

$$X_2 = a \times \left[1 + \frac{100 \times m_1}{(100 - \varepsilon) \times m_2} \right] \quad (3)$$

где a - показание рефрактометра по шкале сахарозы, %;

m_1 - масса добавленной воды, г;

ε - массовая доля нерастворимых в воде сухих веществ в продукте, %, рассчитывалась как разница между S и X_1 для соответствующего образца;

m_2 - масса навески продукта, г.

Измерения производили в двух повторностях.

Для получения сопоставимых результатов для образцов, отличающихся по влажности, полученный результат относили к продукту с содержанием общих сухих веществ 82 % с помощью формулы (4):

$$S_{s2} = [X_2(100 - \varepsilon)] \div \left(\frac{100 \times S}{82} - \varepsilon \right) \quad (4)$$

где S_{s2} - расчетная массовая доля растворимых сухих веществ в продукте с содержанием общих сухих веществ 82%.

Обработка экспериментальных данных и результатов измерений

Обработка экспериментальных данных и результатов производилась с помощью методов математической статистики с использованием критериев Стьюдента и Фишера в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 - ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений» и [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 представлены результаты измерений по методу 1 массовой доли растворимых сухих веществ в четырех видах фруктов, подслащенных перед сушкой до различного уровня в диапазоне $S_r = (26-42)\%$ сухих веществ по рефрактометру. Исходя из табличных данных, величина отклонений в доверительном интервале средних значений S_{s1} , выраженная в относительных процентах, находится у черешни в пределах 0,2-1,1, вишни 0,4-1,1, персиков 0,4-2,8 и абрикос 0,7-1,9, что подтверждает высокую точность предложенного метода. В тоже время абсолютные значения S_{s1} в исследованных образцах имеют небольшое или даже статистически доказанное незначительное отличие друг от друга.

Таблица 2. Содержание растворимых сухих веществ (S_{s1} , %), измеренное по методу 1 (экстракция и сушка)

Черешня			Вишня			Персики			Абрикосы		
№	$S_r, \%$	$S_{s1}, \%$	№	$S_r, \%$	$S_{s1}, \%$	№	$S_r, \%$	$S_{s1}, \%$	№	$S_r, \%$	$S_{s1}, \%$
1/13	42,4	71,87± 0,36	3/13	41,0	77,51 ^a ± 0,38	5/14	40,0	75,89 ^{a,b,c} ±0,68	1a/14	41,0	74,97 ^{b,c} ±0,87
2/13	39,3	72,66± 0,47	-	-	-	3/14	37,4	76,22 ^{b,c} ±0,95	1b/14	41,0	75,92 ^{b,c} ±0,52
3/14	36,8	76,56 ^b ± 0,13	-	-	-	3/14	35,0	75,01 ^{a,b,c} ±0,66	-	-	-
3/13	30,0	74,67 ^a ± 0,32	10/13	31,6	75,80± 0,29	2/13	33,8	73,01 ^a ± 0,30	4/14	29,6	71,69 ^{b,d} ±0,84
8/13	30,0	74,90 ^a ± 0,35	6/13	28,2	74,96± 0,51	3/13	33,0	78,83± 2,18	-	-	-
1/14	26,4	76,34 ^b ± 0,44	6/13	28,2	76,63 ^{cd} ± 0,84	-	-	-	3/14	26,2	70,77 ^{b,d} ±1,36
2/14	26,4	74,38 ^a ± 0,81	1- 2/14	27,2	76,84 ^c ± 0,32	-	-	-	-	-	-

Примечание – Средние значения, сопровождаемые одной и той же буквой, статистически значимо не отличаются в пределах $P = 0,95$.

Таким образом, несмотря на широкий диапазон растворимых сухих веществ (по рефрактометру), который имели исследованные образцы непосредственно после подслащивания, концентрирование подслащенных плодов в процессе дальнейшей сушки привело к тому, что значения содержания растворимых сухих веществ в значительной степени нивелировались. Поиск корреляционной зависимости $S_{s1} - S_r$ не привел к получению статистически значимых результатов.

Для сравнения значений показателя растворимых сухих веществ в подслащенных и натуральных сушеных фруктах были изготовлены образцы вишни с применением сахарных сиропов с концентрацией от 45 до 74%. В результате были получены образцы подслащенных плодов, для которых показатель сухих веществ по рефрактометру S_r составил диапазон 29,6-43,6%. Эти же образцы, после обезвоживания, содержали от (73,75±3,15) до (79,99±2,04)% растворимых сухих веществ S_{s1} , определенных с помощью метода высушивания (метод 1). В то же время, этот же показатель для натурального образца сушеной вишни оказался равным (60,93±4,03)% и это значение имело статистически доказанное отличие от значений подслащенных образцов.

Полученные результаты показали возможность использования показателя S_{s1} для выявления отличий качества обезвоженных подслащенных и сушеных плодов и позволили установить его допустимые значения, диапазон которых для косточковых плодов составил 70-78% и был регламентирован в проекте стандарта SM 322:2016 „Фрукты сушеные подслащенные. Технические условия”.

Сравнение результатов измерения растворимых сухих веществ (табл. 3), выполненных двумя методами, позволило выявить их неравенство $S_{s2} > S_{s1}$, обусловленное методикой расчета результатов анализа. Очевидно, что S_{s2} по сути является концентрацией водного раствора, содержащегося в анализируемом продукте, в то время как S_{s1} является массовой долей растворимых сухих веществ по отношению к массе продукта. Парное сравнение результатов объединенной выборки по четырем видам плодов показало наличие линейной корреляционной зависимости со следующими статистическими характеристиками: коэффициент детерминации $R^2=0,70$, среднеквадратичное отклонение 1,60, средняя относительная ошибка аппроксимации 7,1%. Значимость коэффициента детерминации и полученной зависимости подтверждена с использованием F -статистики.

Для расчета массовой доли растворимых сухих веществ S_{s2}^1 , измеренных с помощью рефрактометра и выраженных по отношению к массе продукта с $S=82\%$, была применена формула:
$$S_{s2}^1 = \frac{(100 - \varepsilon) \times 82 \times X_2}{100S} \quad (5)$$

Используя данные табл. 3, было рассчитано среднее абсолютное значение разницы между S_{s2} и S_{s2}^1 , полученных соответственно с помощью формул 2 и 3, которое составило 2,11%. Однако для оценки статистической значимости данного результата необходимы дополнительные эксперименты.

Таблица 3. *Результаты измерения растворимых в воде сухих веществ, полученные двумя различными методами (обезвоживание экстракта и рефрактометрический)*

Образец	Массовая доля растворимых сухих веществ, измеренная с помощью метода:						
	2 (рефрактометрический)						1(обезвоживание)
	$S, \%$	$a, \%$	$\varepsilon, \%$	$X_2, \%$	$S_{s2}, \%$	$S_{s2}^1, \%$	$S_{s1}, \%$
Черешня							
1/13	87,99	56,6	10,87	88,35	81,66	73,39	71,87
2/13	87,57	53,4	10,08	83,09	77,26	69,96	72,66
3/13	87,06	57,2	6,91	87,92	82,45	77,09	74,67
8/13	83,63	55,6	6,78	85,42	83,63	78,08	74,90
1/14	87,22	58,6	6,02	89,84	84,14	79,37	76,34
Вишня							
1-2/14	83,42	56,0	5,25	85,55	84,02	79,66	76,84
3/13	82,94	55,0	4,57	83,82	82,82	79,08	77,51
6/13	81,14	53,4	6,96	82,10	83,04	77,20	74,96
10/13	80,52	53,4	6,10	81,84	83,45	78,26	75,80
Персики							
2/14	86,60	54,6	9,49	84,76	79,82	72,64	73,01
3/14	85,08	56,0	5,925	85,77	82,48	77,77	76,215
4/14	90,39	57,6	7,79	88,83	79,96	74,31	75,01
5/14	85,78	55,0	6,40	84,38	80,42	75,50	75,89
Абрикосы							
1a /14	83,61	55,6	7,17	85,55	83,79	77,89	74,97
1b /14	83,96	56,8	6,235	87,09	84,92	79,75	75,92

ВЫВОДЫ:

Установлена возможность использования показателя содержания растворимых сухих веществ как критерия отличия подслащенных и натуральных сушеных плодов, регламентированы его допустимые значения и условия определения.

Библиография:

1. *Reglementarea tehnică „Fructe și legume uscate (deshidratate)”*, aprobată prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 1523 din 29 decembrie 2007. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2008, nr. 11-12, art. 3104-3105.
2. Șleagun, G.; Chiseliova, M. *Diversificarea sortimentală – o cale viabilă de creștere a consumului de fructe uscate*. În: Pomicultura, Viticultura și Vinificația, 2016, nr. 5-6, p. 27-30.
3. Șleagun, G. *Procedeu de obținere a fructelor drupacee uscate îndulcite*. Brevet de invenție de scurtă durată, MD 433 Z. 2012-06-30.
4. Чарыков, А.К. *Математическая обработка результатов химического анализа*: Учебное пособие для вузов. Ленинград: Химия, 1984. 168 с.