

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХРУСТЯЩЕГО КАРТОФЕЛЯ

А. М. МАЗУР, Е. В. ТАРАЗЕВИЧ

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220023

(Поступила в редакцию 05.03.2024)

Лучшими сортами картофеля белорусской селекции для производства хрустящего картофеля являются Вектор, Волат, Журавинка, Веснянка. При увеличении содержания сухих веществ и низком содержании редуцирующих сахаров в клубнях картофеля улучшаются органолептические показатели хрустящего картофеля. Цвет хрустящего картофеля в значительной степени зависит от содержания в клубнях редуцирующих сахаров. Предпочтение отдают сортам с содержанием редуцируемых сахаров не более 0,2 %. Сорт картофеля Журавинка, наиболее соответствует данным требованиям. Большую роль при производстве хрустящего картофеля играет применяемое растительное масло. Рапсовое масло, это сырье белорусского производства, в исследованиях его использовали в качестве обжарочного жира – наиболее дорогостоящего продукта, расходуемого при производстве хрустящего картофеля. Предлагаются технологические методы по повышению содержания сухих веществ в перерабатываемом картофеле: лепестки сырого картофеля перед обжариванием промывают в течение минуты в горячем растворе хлористого натрия или в горячей воде, а затем с поверхности этих лепестков удаляют не менее 20...25 % влаги. Обжаривание лепестков следует проводить при минимальной продолжительности этого процесса. Процесс обжарки кусочков картофеля производится в обжарочных печах, заполненных растительным маслом с температурой 130–170 °С. При контакте кусочков картофеля с горячим растительным маслом содержащаяся в продукте влага интенсивно нагревается и превращается в пар, который при прохождении через слой масла захватывает и уносит с собой мельчайшие частички масла, образуя над поверхностью растительного масла в обжарочных печах «паромасляный туман». Установлено, что при производстве 1 т хрустящего картофеля потери масла в результате явления «паромаляного тумана» составляют 10,45 кг, что составляет 29,9 % всего расхода обжарочного жира. Для уменьшения затрат обжарочных жиров на производство хрустящего картофеля предложен метод повышения содержания сухих веществ в картофеле за счет подсушки лепестков при температуре 80 °С до оптимальной влажности 37–40 %, которое обеспечивает высокое качество готового продукта. При этом органолептическая оценка хрустящего картофеля по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу хорошая.

**Ключевые слова:** хрустящий картофель, «паромаляный туман», редуцирующие сахара, обжарочные жиры, сухие вещества.

The best Belarusian potato varieties for the production of crispy potatoes are Vector, Volat, Zhuravinka, Vesnyanka. With an increase in the dry matter content and a low content of reducing sugars in potato tubers, the organoleptic characteristics of crispy potatoes improve. The color of crispy potatoes largely depends on the content of reducing sugars in the tubers. Preference is given to varieties with a reduced sugar content of no more than 0.2 %. The potato variety Zhuravinka best meets these requirements. The vegetable oil used plays a major role in the production of crispy potatoes. Rapeseed oil is a Belarusian-made raw material; in studies it was used as a frying fat – the most expensive product consumed in the production of crispy potatoes. Technological methods are proposed to increase the content of dry substances in processed potatoes: before frying, raw potato petals are washed for a minute in a hot solution of sodium chloride or in hot water, and then at least 20...25 % of moisture is removed from the surface of these petals. Frying the petals should be carried out with a minimum duration of this process. The process of frying potato pieces is carried out in frying ovens filled with vegetable oil at a temperature of 130–170 °C. When potato pieces come into contact with hot vegetable oil, the moisture contained in the product is intensely heated and turns into steam, which, when passing through a layer of oil, captures and carries with it tiny particles of oil, forming a “steam-oil mist” above the surface of vegetable oil in frying ovens. It has been established that when producing 1 ton of crispy potatoes, oil loss as a result of the phenomenon of “steam-oil mist” is 10.45 kg, which is 29.9 % of the total consumption of frying fat. To reduce the cost of frying fats for the production of crispy potatoes, a method has been proposed to increase the dry matter content in potatoes by drying the petals at a temperature of 80 °C to an optimal humidity of 37–40 %, which ensures high quality of the finished product. At the same time, the organoleptic assessment of crispy potatoes in appearance, color, smell, consistency and taste is good.

**Key words:** crispy potatoes, “steam oil mist”, reducing sugars, frying fats, dry matter.

### Введение

Широкой популярностью во всех странах пользуется хрустящий картофель, который является готовым к употреблению обжаренным продуктом и вырабатывается из свежего картофеля в виде ломтиков, соломки и пластинок. Этот высококачественный продукт удобен для употребления в пищу «на ходу», а также в качестве сухого завтрака, гарнира к мясным и рыбным блюдам, закуски к различным сокам, пиву и другим напиткам. Изготавливается хрустящий картофель путем обжарки нарезанного свежего картофеля в растительном рафинированном масле (подсолнечном, рапсовом, кукурузном и др.) с дальнейшим добавлением к готовому продукту соли или смеси соли с пряностями и вкусовыми добавками.

Проведенный аналитический обзор процессов производства хрустящего картофеля определил возможность его интенсификации.

Установлено, что морфологические показатели и биохимический состав клубней картофеля, в первую очередь, содержание сухих веществ и редуцирующих сахаров имеют определяющие значения при производстве хрустящего картофеля. Лучшими сортами картофеля белорусской селекции для производства хрустящего картофеля являются Вектор, Волат, Журавинка, Веснянка. При увеличении содержания сухих веществ и низком содержании редуцирующих сахаров в клубнях картофеля улучшаются органолептические показатели хрустящего картофеля, особенно таких сортов, как Журавинка и Веснянка [1].

Изменение соотношения аминокислот (белкового и небелкового азота) оказывает влияние на свойства картофеля и готового продукта. Участвуя в реакции меланоидинообразования, аминокислоты оказывают влияние на цвет лепестков хрустящего картофеля. Аминокислоты хорошо сохраняются при производстве гарнирного быстрозамороженного не обжаренного картофеля до 85–95 % от содержания в свежем картофеле. В продуктах, подвергнутых воздействию высокой температуры (при обжаривании), аминокислоты расщепляются, и в хрустящем картофеле по отношению к исходному сырью их содержится 42,5...53,0 %, в сухом картофельном порошке содержание аминокислот составляет 66,37 % [2, 3].

Цвет хрустящего картофеля в значительной степени зависит от содержания в клубнях редуцирующих сахаров. Чем оно выше, тем темнее цвет обжариваемого картофеля, поскольку редуцирующие сахара, взаимодействуя с аминокислотами, образуют темноокрашенные соединения – меланоидины, ухудшающие внешний вид и вкус продукта. При производстве хрустящего картофеля предпочтение отдают сортам с содержанием редуцируемых сахаров не более 0,2 %, должно быть равномерное распределение их по объему клубня. Хрустящий картофель, полученный из сортов, соответствующих этим показателям, имеет привлекательный внешний вид, золотисто-желтую окраску, хороший вкус. Осановой М. А., Зенцовой М. В., Тимофеевой И. И. установлено, что при увеличении содержания редуцирующих сахаров в клубнях до 0,35 % готовый продукт приобретает коричневую окраску и горьковатый привкус, недопустимые для конечного продукта [4, 5].

В связи с тем, что при производстве хрустящего картофеля, кроме качества картофельного сырья, большую роль играет применяемое рапсовое масло, рассмотрим возможность его влияния на процесс производства.

Для обжаривания лепестков сырого картофеля применяются жиры и масла со слабовыраженным ароматом (хлопковое, подсолнечное, соевое, кукурузное, арахисовое, гидрогенизированные животные жиры, комбинированные жарочные составы), поэтому их влияние на аромат продукта не столь значительно [6].

Но так как в состав хрустящего картофеля эти жиры входят в большом количестве, то всякое изменение аромата жиров (в связи с их окислением или прогорклостью) влечет за собой изменения (ухудшения) аромата и вкуса хрустящего картофеля. Поэтому для сохранения присущих хрустящему картофелю вкуса и аромата нельзя допускать окисления жира и его прогорклости. Кроме того, от качества обжарочных жиров зависит также стойкость хрустящего картофеля при хранении.

Многочисленными исследованиями установлено, что при нагревании жиров до температуры, необходимой для обжаривания хрустящего картофеля, в жирах происходят одновременно три основные реакции: гидролиз, окисление и полимеризация.

Гидролиз жиров осуществляется при нагревании жиров и соединением их с водой, выделяемой лепестками сырого картофеля при их обжаривании, в результате чего образуются свободные жирные кислоты.

Гидролиз жиров и его влияние на качество обжаренных продуктов из картофеля достаточно изучены, так как определение содержания в жирах свободных жирных кислот, образующихся в результате этой реакции, не представляет затруднений. Содержание свободных жирных кислот в обжарочных жирах имеет важное значение для качества хрустящего картофеля и сроков его хранения. Обжарочные жиры хорошего качества, употребляемые при выработке хрустящего картофеля, обычно содержат не более 0,02 % свободных жирных кислот.

Для получения хрустящего высокого качества и стойкого при хранении картофеля нельзя допускать, чтобы в обжарочных жирах содержание свободных жирных кислот превышало 0,5 %.

Окисление жиров происходит при их соединении с кислородом воздуха. В результате этой реакции обжарочные жиры, применяемые при производстве хрустящего картофеля и имеющие, как правило, слабовыраженный, нейтральный аромат, приобретают запах горелости, палености, а иногда и прогорклости [7, 8].

Исследования показывают, что разложение обжарочных жиров и ухудшение их качества более активно происходит при высоких температурах. Например, хрустящий картофель, обжаренный в жирах, подогретых до температуры 175 °С, после хранения его в течение 12 суток при температуре 20 °С не приобрел запаха прогорклости, а обжаренный при температуре 195 °С при тех же условиях хранения приобрел запах на девятые сутки.

Обжарочные жиры – наиболее дорогостоящие продукты, расходуемые при производстве хрустящего картофеля, поэтому содержание жира в продукте имеет большое значение для себестоимости продукции. Также при повышенном содержании жира ухудшается внешний вид хрустящего картофеля, он становится маслянист и слипается.

Для уменьшения содержания жиров в хрустящем картофеле, его следует вырабатывать из картофеля с повышенной плотностью; лепестки сырого картофеля перед обжариванием надо промыть в течение минуты в горячем растворе хлористого натрия или в горячей воде, а затем с поверхности этих лепестков удалить не менее 20...25 % влаги. Обжаривание лепестков следует проводить при минимальной продолжительности этого процесса.

Немаловажное значение имеет температура жиров во время обжаривания. При повышении температуры обжарочных жиров абсорбция их картофелем уменьшается. Однако значительное повышение этой температуры может привести к ухудшению качества готового продукта.

Процесс обжаривания хрустящего картофеля связан с большим расходом тепла. Этот расход складывается из тепла, необходимого для нагрева обжарочных жиров до температуры 180...190 °С; тепла, нужного для испарения воды, содержащейся в сыром картофеле; тепла, необходимого для нагревания сухих веществ, содержащихся в обжариваемом картофеле от температуры кипения воды до температуры обжарочного масла при выходе из обжарочной печи. На расход тепла для обжаривания хрустящего картофеля большое влияние оказывает содержание сухих веществ обжариваемого картофеля и его способность абсорбировать жиры и возможны потери рапсового масла [9, 10, 11].

Целью наших исследований являлось изучение количественных показателей потерь растительного масла в результате уноса его парами влаги при образовании *«паромасляного тумана»*, и предложены технологические методы возможного снижения их при производстве хрустящего картофеля.

#### **Основная часть**

Исследование потерь растительного масла в результате уноса его парами влаги.

При производстве хрустящего картофеля процесс обжарки кусочков картофеля производится в обжарочных печах, заполненных растительным маслом с температурой 130–170 °С. При контакте кусочков картофеля с горячим растительным маслом содержащаяся в продукте влага интенсивно нагревается и превращается в пар, который при прохождении через слой масла захватывает и уносит с собой мельчайшие частички масла, образуя над поверхностью растительного масла в обжарочных печах так называемый *«паромасляной туман»*.

Вытяжные вентиляторы обжарочных печей вместе с паром удаляют в атмосферу и захваченные им частички масла, часть которого оседает на внутренней поверхности воздухопроводов и других элементах вентиляционной системы, загрязняя их.

Унос части растительного масла испарившейся из обжариваемого продукта влагой обуславливает его потери, что вызывает повышенный расход этого наиболее дорогостоящего рецептурного компонента хрустящего картофеля при производстве готового продукта. Величина этих потерь растительного масла, вызванных образованием *«паромасляного тумана»*, до настоящего времени не установлена, в связи с чем, возникла необходимость в изучении этого вопроса.

Проведены исследования по определению величины потерь растительного масла в результате явления *«паромасляного тумана»*.

Для проведения исследований использовалась лабораторная установка, состоящая из ёмкости, заполненной водой (нижний слой) и подсолнечным маслом (верхний слой) и установленной на нагревательном приборе. Количество заливаемой в ёмкость воды и масла дозировалось.

В процессе нагрева находящаяся в ёмкости вода превращалась в пар, который проходил через слой масла в атмосферу. После полного испарения воды из ёмкости её снимали с нагревательного прибора и после охлаждения оставшегося подсолнечного масла определяли его количество. По разности количества рапсового масла до и после эксперимента определяли абсолютную величину потерь масла.

Относительную величину потерь масла определяли путем деления абсолютных потерь масла на количество испарившейся воды.

В результате проведенных исследований установлено, что величина относительных потерь растительного масла в результате образования «паромасляного тумана» составляет 5 г на 1 кг испаренной влаги или 5 кг на 1000 кг испаренной влаги.

Из данных табл. 1 видно, что в 1 т хрустящего картофеля в виде лепестков с удельной поверхностью 15,2 и 11,4 см<sup>2</sup> содержится 535 кг сухих веществ картофеля и 50 кг влаги, то есть в сумме 585 кг обезвоженного картофеля с содержанием сухих веществ 91,5 %.

На производство 1 т хрустящего картофеля затрачивается 2675 кг кусочков картофеля с содержанием сухих веществ 20 %.

При производстве 1 т хрустящего картофеля необходимо испарить в процессе обжарки 2090 кг испаренной влаги. С учетом потерь растительного масла 0,005 кг на 1 кг испаренной влаги при производстве 1 т хрустящего картофеля потери масла в результате явления «паромасляного тумана» составят 10,45 кг. При рецептурном содержании жира в 1 т хрустящего картофеля 400 кг и норме расхода растительного масла на производство 1 т хрустящего картофеля в виде лепестков 435 кг, общие потери и отходы растительного масла составляют 35 кг.

Из 35 кг общих нормативных отходов и потерь растительного масла потери 10,45 кг масла в виде «паромасляного тумана» составляют 29,9 %.

Для снижения расхода рапсового масла при производстве хрустящего картофеля рассмотрим возможность увеличения сухих веществ в продукте. Были проведены следующие исследования. Для этого подсушка лепестков картофеля производилась в термостате при температуре 80 °С. Подсушка воздухом с температурой 80 °С выбрана из тех соображений, что такую температуру имеет горячий воздух, освобождаемый из обжарочной печи, который не утилизируется, а после очистки его от паров масла имеет температуру в среднем 80 °С и идет на подсушку картофеля.

После подсушки лепестки картофеля обжаривались в растительном масле при температуре 150 °С до готовности. Во всех полученных образцах определялось количество жира в готовом продукте, а также его органолептические показатели качества по девятибалльной шкале.

Качество хрустящего картофеля в зависимости от содержания сухих веществ в картофеле представлено в табл. 1.

Таблица 1. Влияние процесса подсушки лепестков картофеля на органолептические показатели качества готового продукта

Удельная поверхность, см <sup>2</sup>	Время подсушки, мин	Содержание сухих веществ, %	Качество хрустящего картофеля сорта Журавинка, балл
15,2	0	24,2±1,4	8,2
	30	26,3±1,2	8,2
	50	29,1±1,2	8,2
	100	35,1±1,4	8,1
	120	42,5±1,3	6,1
	150	49,2±1,3	5,1
11,4	0	24,2±1,4	8,2
	30	27,3±1,2	8,2
	50	32,5±0,8	8,0
	100	35,1±1,1	8,0
	120	40,1±1,4	8,0
	150	43,5±1,4	6,8

Достижимое в процессе подсушки увеличение содержания сухих веществ в лепестках картофеля с различной удельной поверхностью обеспечивает снижение содержания жира в хрустящем картофеле. У готового продукта, приготовленного из картофеля сорта Журавинка, содержание жира снизилось до 23,4 %.

Из данных представленных в табл. 1, следует, что оптимальным содержанием сухих веществ, при подсушке лепестков картофеля является 37–40 %, которое обеспечивает высокое качество готового продукта. При этом органолептическая оценка полученных образцов хрустящего картофеля по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу хорошая. При более высоком содержании сухих веществ (более 40 %) хрустящий картофель становится жестким, и появляются на поверхности горелые края.

Результаты исследования анализированы с помощью прикладных программ. Полученные математические уравнения позволяют определить расчетным путем содержания жира в хрустящем картофеле при различном содержании сухих веществ в исходном продукте.

Например, математическая зависимость динамики изменения содержания жира в готовом продукте при изменении содержания сухих в бланшированных лепестках картофеля с удельной поверхностью  $11,4 \text{ см}^{-1}$  выражается следующим уравнением:

$$y = -1,675x + 35,87;$$

где,  $y$  – содержание жира, %;  $x$  – содержание сухих веществ, %.

Для проверки работоспособности математической модели получены коэффициенты детерминации ( $R^2$ ), представляющие собой интегральную характеристику точности уравнения регрессии. Модель считается работоспособной при  $R^2 > 0,75$ .

Следует отметить, что оптимальное содержание сухих веществ при подсушке лепестков картофеля обеспечивается при продолжительности данного процесса в течение 100...120 минут.

Для интенсификации процесса подсушки были проведены исследования в опытно-промышленных условиях ОАО «Машпищепрод», используя действующее и опытно-промышленное оборудование. Картофель сорта Журавинка с удельной поверхностью  $11,4$  и  $15,2 \text{ см}^{-1}$  после проведения последовательных процессов бланширования и осмотического обезвоживания подавали в подсушку тремя способами. При стационарном способе подсушки использовали туннельную сушилку, при конвективном – ленточную конвейерную сушилку и виброкипящем – сушилку в виброкипящем слое [12].

Изменение сухих веществ в лепестках картофеля при различных способах сушки представлено в табл. 2.

Таблица 2. Изменение сухих веществ в лепестках картофеля при различных способах подсушки

Удельная поверхность, $\text{см}^{-1}$	Время подсушки, мин	Содержание сухих веществ, %		
		стационарный	конвективный	виброкипящий + конвективный
14,1	0	24,2±1,4	24,2±1,4	24,2±1,4
	10	25,5±1,0	27,2±1,5	30,3±1,6
	30	28,1±1,2	38,1±1,5	41,5±1,4
	60	30,2±1,2	41,5±1,8	54,3±1,0
	90	35,1±1,4	48,2±1,0	59,1±1,8
10,8	0	24,2±1,4	24,2±1,4	24,2±1,4
	10	26,1±1,5	27,1±1,2	30,1±1,4
	30	28,5±1,2	38,3±1,4	41,2±1,0
	60	31,5±0,8	42,8±1,4	55,6±1,1
	90	35,8±1,1	48,3±0,8	59,1±1,5

Подсушка картофельного продукта обеспечивает содержание сухих веществ до 37–40 %. При использовании в сочетании сушилки в виброкипящем слое и ленточной конвейерной сушилки в течение 20–30 минут, против 100–120 минут сушки в туннельной сушилке.

В тоже время, в процессе конвективной сушки кусочков картофеля от 20 до 40 % сухих веществ из 3675 кг резаного картофеля, затрачиваемого на производство 1 т хрустящего картофеля, удаляется 1838 кг влаги, что составляет 64 % от общего количества подлежащей испарению влаги 2890 кг. Остальные 36 %, или 1052 кг влаги необходимо испарить в процессе обжарки подсушенных кусочков картофеля при производстве 1 т хрустящего картофеля.

С учетом потерь растительного масла 0,005 кг на 1 кг испаренной влаги при производстве хрустящего картофеля потери масла в результате явления «паромасляного тумана» составят 5,26 кг.

Таким образом, обжарка подсушенных кусочков картофеля взамен нативного продукта обуславливает при производстве 1 т хрустящего картофеля снижение потерь масла в результате явления «паромасляного тумана» с 10,45 до 5,26 кг, то есть на 5,19 кг или 50 %.

### Заключение

Результаты проведенных исследований и анализа показывают:

1. Основным технологическим методом снижения потерь масла в результате явления «паромасляного тумана» в процессе производства хрустящего картофеля является повышение содержания сухих веществ в обжариваемом картофеле. Установлено, что повышение содержания сухих веществ в продукте до 37–40 % обеспечивает снижение расхода растительного масла на образование «паромасляного тумана» до 50 %.

2. Для интенсификации процесса подсушки следует использовать сушилки в виброкипящем слое и ленточные конвейерные сушилки, что обеспечивает оптимальное содержание сухих веществ в продукте 37...40 % в течение 20...30 минут против 100...120 минут при подсушке в тоннельной сушилке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сорта картофеля белорусской селекции. Каталог / В. Л. Маханько и др. – Минск: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – 2018. – 55 с.
2. Мазур А. М., Прохорцева Т. В. Повышение эффективности технологических процессов производства хрустящего картофеля // Материалы V Международной научно-практической конференции. – Пятигорск, 2012. – С. 233–236.
3. Производство картофелепродуктов / Н. А. Жоровин и др.; под общей ред. Н. А. Жоровина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 248 с.
4. Ханина Л. П., Коган Л. М. Объективный метод оценки цвета хрустящего картофеля // Консервная и овощесушильная промышленность. – 2008. – №9. – С. 7–8.
5. Ионова А. М., Романчук Л. Р., Андреева Е. А. Исследование минерального состава картофеля и его влияние на качество чипсов. Вып. 6: экспресс-информация. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. – 22 с. – (Овощесушильная и пищевая промышленность).
6. Мазур А. М., Прохорцева Т. В. Исследование возможности использования различных видов растительных масел и способов его нагрева при производстве хрустящего картофеля // Картофелеводство: сб. науч. Тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2010. – Вып. 18. – С. 333–340.
7. Мазур А. М., Юрчак (Прохорцева) Т. В. Исследование возможности снижения жира в хрустящем картофеле // Техника и технологии пищевых производств: тез. докл. V Междунар. науч.-техн. конференции, Могилев, 18–20 мая 2005 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: Т. С. Хасаншин (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 100.
8. ЕАК. Обзор рынка масличных культур и растительных масел 2017–2021 гг. // Промышленность и АПК. – Москва, 2022. – 44 с.
9. Мазур А. М., Прохорцева Т. В., Бань М. Ф. Научно-практические основы использования рапсового масла при обжаривании пищевых полуфабрикатов // Пищевая технология. – 2013. – №4. – С. 24–28.
10. Мазур А. М., Прохорцева Т. В. Исследование оптимальных параметров процесса производства хрустящего картофеля // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №11. – С. 14–15.
11. Мазур А. М., Прохорцева Т. В., Бань М. Ф. Исследование качества сырья для производства хрустящего картофеля // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2012. – №2 (13). – С. 71–75.
12. Мазур А. М. Машины и оборудование для переработки картофеля: монография. – М.: Пищевая промышленность. – 1999. – 372 с.