

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСМОТИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ

Е. А. Коваленко^{1*}, В. Н. Ковбаса¹, Б. В. Гребень¹, В. Ю. Нагорный¹, Т. Н. Куприянова²

¹ кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

² Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины, г. Киев, Украина

*alenkala@ukr.net;

Аннотация. Картофельные чипсы – высококалорийный продукт, а чрезмерное потребление жира приводит к ожирению человека. Поэтому задача состоит в получении продукта с низким содержанием жира, так как чрезмерное содержание жира ухудшает качество картофельных чипсов. Важным фактором, способствующим снижению жира в чипсах, есть содержание сухих веществ в картофеле и одним из способов их повышения является обрабатывание ломтиков картофеля раствором соли (осмотическое обезвоживание) перед обжариванием.

Ключевые слова. Картофельные чипсы, картофель, осмотическое обезвоживание, концентрация соли.

STUDY OF OSMOTIC DEHYDRATION ON QUALITY POTATO CHIPS

E. Kovalenko¹ * V. Kovbasa¹, B. Greben¹, V. Nagorny¹, T. Kupriyanova²

¹ Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine.

² Potato Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

*alenkala@ukr.net;

Abstract. Wide potato popularity among consumers helped to expand the range of products from it and increase its processing methods. Currently, there is an active development of such product groups as a semi-finished and ready-to-eat potato products. This is due to the fact that modern man has changed the attitude to the diet and eating habits.

Potato chips - high-calorie foods, and excessive fat intake leads to obesity man. An important parameter in the manufacture of chip technology has fat consumption, from which depends largely on the cost price of the finished product, as well as utility consumption. Therefore, the problem consists in obtaining a product with low fat content because excessive fat content degrades the quality of chips. One important factor contributing to the reduction of fat, is the maximum density of the potato, which is associated with solids in it. Method of increasing the solids content in the potato is a treat potato slices brine (osmotic dehydration) before frying. Osmotic dehydration of potato was carried out in the petals salt solutions with a concentration of 2, 4, 6, 8, 10, and 12% were placed at 5, 10, 15 minutes at various concentrations of saline solution whose temperature was 20 ± 2 ° C. When finding the potato slices sided diffusion process occurs in saline solution in which displaces located in the intercellular space of moisture and thus increases the amount of solids. According to the regression equation obtained in its natural form, the amount of absorbed fat is reduced by increasing the solids content of the potato slices while in the saline solution. For values of length of time of 10 min, the concentration of 4% brine and slice thickness of 1.5 mm (specific surface area of $10.7 - 14.0 \text{ cm}^2$). The amount of absorbed fat is the least.

Keywords. Potato chips, potato, osmotic dehydration, the salt concentration.

Введение

Картофель – по – настоящему важная культура, которая выращивается в 150 странах мира в различных почвенно-климатических зонах и является универсальным продуктом питания. Он пользуется большим спросом у населения, его потребляют больше 3 млрд. людей. По масштабам производства картофель занимает четвертое место после главных пищевых сельскохозяйственных культур – пшеницы, риса и кукурузы. Ежегодно в мире производят до 350 млн. т картофеля, 52% этого объема приходится на развивающиеся страны, где он является важным источником пищи, рабочих мест и доходов [7].

Широкая популярность картофеля у потребителей способствовала расширению ассортимента продуктов из него и увеличению

способов его переработки. В настоящее время наблюдается активное развитие таких товарных групп как полуфабрикаты и готовые к употреблению картофелепродукты. Это связано с тем, что у современного человека изменилось отношение к рациону и образу питания.

В Украине и за рубежом в группу обжаренных картофелепродуктов входят картофельные чипсы, которые являются готовым к употреблению обжаренным продуктом и вырабатываются в виде ломтиков. Это высококалорийный продукт, удобен для употребления в пищу на «ходу», а также в качестве гарнира к мясным блюдам, закуска к различным сокам и другим напиткам.

Цель работы

Важным показателем в технологии изготовления чипсов есть расход жира, от чего во многом зависит себестоимость готового продукта, а также полезность его потребления. Картофельные чипсы – высококалорийный продукт, а чрезмерное потребление жира приводит к ожирению человека. Поэтому задача состоит в получении продукта с низким содержанием жира, так как чрезмерное содержание жира ухудшает качество картофельных чипсов (имеют не привлекательный вид, маслянистый вкус и слипаются в упаковке) [5, 14-17, 6, 521-528].

Изложение основного материала

Одним из важных факторов, способствующим снижению жира, является максимальная плотность картофеля, которая связана с содержанием сухих веществ в нем. Повышение содержания сухого вещества в клубнях на 1% может увеличить выход чипсов на 14 кг с каждой тонны сырья, снизить содержание жира на 1,62% [1, 89-91]. Использование картофеля с содержанием сухого вещества 20 – 24% обеспечивает высокий выход готового продукта с низким содержанием жира и более сухой консистенцией, а с содержанием менее 20% – с влажной консистенцией [2, 40-43, 3, 256, 4, 156-160].

Полученные результаты в Институте картофелеводства национальной академии аграрных наук Украины, показали, что химический состав

клубней зависит не только от сорта, а также и от условий выращивания. Клубни разных сортов картофеля формируют в тот или иной год определенное количество сухих веществ, крахмала и редуцирующих сахаров.

Одним из способов повышения сухих веществ в картофеле является обрабатывание ломтиков картофеля раствором соли (осмотическое обезвоживание) перед обжариванием [11, 307-312, 12, 989-997, 13, 770-780].

Осмоз – процесс односторонней диффузии через полупроницаемую мембрану молекул растворителя в сторону большей концентрации растворенного вещества из объема с меньшей концентрацией растворенного вещества.

Осмотическое обезвоживание лепестков картофеля проводили в растворах соли с концентрацией 2, 4, 6, 8, 10, 12 %. Учитывая результаты предыдущих исследований [8, 140-141], лепестки картофеля сорта Киммерия нарезали на слайсере фирмы «Bosch» с удельной поверхностью $10,7 - 14,0 \text{ см}^{-1}$ (толщина ломтиков 1,5 – 2,0 мм) и помещали на 5, 10, 15 минут в разную концентрацию солевого раствора, температура которого составляла $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Лепестки картофеля обжаривали во фритюре при температуре 160°C и определяли вкусовые качества картофельных чипсов. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние осмотического обезвоживания лепестков картофеля на вкусовые качества чипсов

Время, мин.	Концентрация солевого раствора, %	Вкусовые качества чипсов
5	2	Не соленые
	4	Мало соленые
	6	Средне соленые
	8	Соленые
	10	Очень соленые
	12	Очень соленые
10	2	Мало соленые
	4	Средне соленые
	6	Соленые
	8	Очень соленые
	10	Очень соленые
	12	Очень соленые
15	2	Мало соленые
	4	Соленые
	6	Соленые
	8	Очень соленые
	10	Чрезмерно соленые
	12	Чрезмерно соленые

Как видно с таблицы 1, время нахождения лепестков картофеля в солевом растворе влияет на вкусовые качества чипсов. При продолжительности процесса осмотического обезвоживания 5 и 10 минут наблюдаются лучшие вкусовые качества в чипсах, чем при 15 минутах во всех концентрациях солевых

растворов. Поэтому для дальнейших исследований обрабатывали лепестки картофеля в концентрации солевого раствора в течении 5 и 10 минут.

Следующим этапом исследования было определение влияния осмотического обезвоживания на содержание сухих веществ в картофеле. Данные предоставлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние осмотического обезвоживания на содержание сухих веществ в лепестках картофеля

Время, мин.	Концентрация солевого раствора, %	Содержание сухих веществ, %
5	0	17,4±1,0
	2	18,3±1,0
	4	20,1±1,2
	6	21,2±1,2
	8	22,7±1,2
	10	23,5±1,5
	12	23,9±1,5
10	0	17,4±1,0
	2	19,9±1,0
	4	21,8±1,2
	6	21,9±1,2
	8	23,9±1,2
	10	24,3±1,5
	12	24,6±1,5

Проведение эксперимента показало, что при увеличении концентрации солевого раствора с 2 до 12 % при продолжительности 5 минут количество сухих веществ в лепестках картофеля изменилось с 17,42 до 23,91 %, а при 10 минутах – с 17,42 до 24, 63%. Принимая во внимание вкусовые качества(один из важных показателей), а также содержание сухих веществ, для получения продукта высокого качества целесообразнее использовать 4 и 6 % концентрацию солевого раствора.

Для определения оптимальных параметров проведения процесса осмотического обезвоживания, таких как продолжительность выдерживания ломтиков, концентрация солевого раствора и толщина

картофельных ломтиков. В общем виде функцию можно представить так [9, 10]:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3) \quad (1)$$

Где:

- Y – количество поглощенного жира, %;
- X1 – концентрация солевого раствора, %;
- X2 – продолжительность, мин.;
- X3 – толщина ломтика, мм.

По результатам эксперимента получили регрессионное уравнение, предварительно предусмотрев справедливость линейной модели в виде:

$$Y = B_0 + B_1 \times X_1 + B_2 \times X_2 + B_3 \times X_3 + B_4 \times X_1 \times X_2 + B_5 \times X_1 \times X_3 + B_6 \times X_2 \times X_3 + B_7 \times X_1 \times X_2 \times X_3 \quad (2)$$

Где $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7$ – коэффициент регрессии.

Для проведения опытов составили матрицу планирования эксперимента с указанными числами

опытов и пределами изменения факторов. Матрица представляет собой перечень вариантов, взятых в данной серии опытов.

Таблица 3 – Уровни и шаг варьирования

Показатель/Параметр	X ₁ , %	X ₂ , хв	X ₃ , мм
Нулевой уровень	5,0	7,5	1,5
Верхний уровень	6,0	10,0	2,0
Нижний уровень	4,0	5,0	1,0
Интервал варьирования	1,0	2,5	0,5

Таблица 4 – Результаты экспериментов

Номер эксперимента	Y ₁ , %	Y ₂ , %	Y ₃ , %	Y _{сер} , %	S _{yi} ²
№1	35,81	35,90	35,83	35,85	0,002
№2	34,77	34,60	34,55	34,64	0,013

№3	34,45	34,00	34,20	34,22	0,051
№4	33,10	33,20	33,12	33,14	0,003
№5	33,61	33,65	33,50	33,59	0,006
№6	32,80	32,90	32,87	32,86	0,003
№7	32,16	32,25	32,31	32,24	0,006
№8	30,90	30,90	30,85	30,88	0,001

Проверку однородности дисперсий средних значений S_{y1}^2 рассчитали согласно критерию Кохрена:

$$S_{y1}^2 = \frac{1}{m-1} \sum Y_{cre} - Y_n^2 \quad (3)$$

После расчета коэффициентов уравнение регрессии принимает вид:

$$Y = 34,43 - 0,55 \cdot X_1 - 0,81 \cdot X_2 - 1,04 \cdot X_3 - 0,062 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,03 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,2 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,095 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3;$$

Для оценки существенности коэффициентов регрессии определяли значение критерия Стьюдента и адекватности процесса коэффициентов Фишера.

Полученная математическая модель, адекватная процесса выдерживания картофельных ломтиков в солевом растворе:

$$Y = 33,43 + 0,55 \cdot X_1 - 0,81 \cdot X_2 - 1,04 \cdot X_3 - 0,2 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,1 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

X_1 – концентрация солевого раствора, %;

X_2 – продолжительность процесса выдерживания ломтиков, мин.;

X_3 – толщина ломтика, мм.

Выводы

При нахождении ломтиков картофеля в солевом растворе происходит процесс односторонней диффузии при котором раствор вытесняет находящуюся в межклеточном пространстве влагу и тем самым увеличивает количество сухих веществ. Согласно полученного уравнения регрессии в натуральном виде, количество поглощенного жира будет уменьшаться за счет увеличения сухих веществ в картофельных ломтиках во время нахождения в солевом растворе. При значениях продолжительности нахождения 10 мин., концентрации солевого раствора 4% и толщине ломтика 1,5 мм (удельная поверхность $10,7 - 14,0 \text{ см}^{-1}$) количество поглощенного жира является наименьшей.

Список литературы

- 1 Кожушко, Н. С. Технологічна оцінка картоплі на придатність до промислової переробки / Н. С. Кожушко, М. Д. Гончаров // Пропозиція. – 2001. - № 12. – С. 89-91.
- 2 Лисогор, О. А. Сировина для виробництва картопляних чіпсів / О. А. Лисогор, В. М. Ковбаса, Т. М. Купріянова // Збірник наукових праць НААН України ; Інститут продовольчих ресурсів НААН України. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2014. – №3 – С. 40–43.
- 3 Коршунова, А. В. Качество картофеля и картофелепродуктов. – М., 2001. – 256 с.

- 4 Кравченко, О. М. Хіміко – технологічна оцінка нових сортів і гібридів картоплі селекції СДАУ при переробці на чіпси // Картоплярство. – 2000. – К.: Нора-Прінт. – Вип. 30. – С. 156-160.
- 5 Pravisani, C. I., and A. Calvelo. 1986. Minimum cooking time for potato strip frying. Journal of Food Science 51: 614-17
- 6 Dobarganes, M. C. 2000. Interactions between fat and food during deep frying. / Dobarganes, M. C., G. Marquez-Ruiz, and J. Velasco. // European Journal of Lipid Science and Technology 102: 521–28.
- 7 Kartoffeln für Pommes und Chips [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: http://orgprints.org/8714/1/kartoffeln_f%C3%BCr_pommes.pdf
- 8 Мазур, А. М. Влияние процесса осмотического обезвоживания кусочков картофеля на качество готового продукта / А. М. Мазур, Т. В. Прохорцова // Техника и технология пищевых производств: тез. Докл. VI Междунар. науч.-техн. конференции, Могилев, 22-23 мая 2007 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Могилев, 2007. – С. 140-141.
- 9 Юрчак, В. Г. Оптимізація та вдосконалення технологічних процесів галузі : Конспект лекцій для студентів спеціальності 7.091702 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчових концентратів» денної форми навчання / Віра Гаврилівна Юрчак; В.о. Нац. Ун-т харч. Технологій. – К.: НУХТ, 2002. – 64 с.
- 10 Грачев Ю. П. Математические методы планирования экспериментов / Грачев Ю. П. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 200 с.
- 11 Santis, N. Soaking in a NaCl solution produce paler potato chips / N. Santis, F. Mendoza, P. Moyano, F. Pedreschi, P. Djemek // LWT – Food Sci. and Technol. – 2007. – Vol. №2. – P. 307-312.
- 12 Pedreschi, F. Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips / F. Pedreschi, O. Bustos, D. Mery, P. Moyano, K. Kaack, K. Grandy // J. Food Eng. – 2007. – Vol. 79, №3. – P. 989-997
- 13 Nath, A. High temperature short time fir puffed ready-to-eat potato snacks: Prosser parameter optimization / A. Nath, P.K. Chattopadhyay // J. Food. – 2007. – Vol. 80, №3. – P. 770-780

Bibliography (transliterated)

- 1 Kozhushko, N. S. Texnologichna ocinka kartopli na pry`datnist` do promy`slovoi pererobky` / N. S. Kozhushko, M. D. Goncharov // Propozy`ciya. – 2001. - # 12. – S. 89-91.
- 2 Ly`sogor, O. A. Sy`rovy`na dlya vy`robnyc`tva kartoplyany`x chipsiv / O. A. Ly`sogor, V. M. Kovbasa, T. M. Kupriyanova // Zbirny`k naukovy`x prac` NAAN

- Ukrayiny` ; Insty`ut prodovol`chy`x resursiv NAAN Ukrayiny`. – K. : NNCz «IAE», 2014. – #3 – S. 40–43.
- 3 Korshunova, A. V. Kachestvo kartofelja i kartofeleproduktov. – M., 2001. – 256 s.
 - 4 Kravchenko, O. M. Ximiko – tehnologichna ocinka novy`x sortiv i gibry`div kartopli selekciyi SDAU pry` pererobci na chipsy` // Kartoplyarstvo. – 2000. – K.: Nora-Print. – Vy`p. 30. – S. 156-160.
 - 5 Pravisani, C. I., and A. Calvelo. 1986. Minimum cooking time for potato strip frying. Journal of Food Science 51: 614-17
 - 6 Dobarganes, M. C. 2000. Interactions between fat and food during deep frying. / Dobarganes, M. C., G. Marquez-Ruiz, and J. Velasco. // European Journal of Lipid Science and Technology 102: 521–528.
 - 7 Kartoffeln für Pommes und Chips [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: http://orgprints.org/8714/1/kartoffeln_f%C3%BCr_pommes.pdf
 - 8 Mazur, A. M. Vlianie processa osmoticheskogo bezvozhivaniya kusochkov kartofelja na kachestvo gotovogo produkta / A. M. Mazur, T. V. Prohorcova // Tehnika i tehnologija pishhevykh proizvodstv: tez. Dokl. VIMEzhdunar. Nauch.-tehn. Konfirencii, Mogilev, 22-23 maja 2007 g. / UO «Mogilevskij gosudarstvennyj universitet prodovol'stviya». – Mogilev, 2007. – S. 140-141.
 - 9 Yurchak, V. G. Opty`mizacijata v doskonalennij x procesiv galuzi : Konspekt lekciij dlya studentiv special`nosti 7.091702 «Tehnologiya xliba, kondy`ters`ky`x, makaronny`x vy`robiv i xarchok koncentrativ» dennoy formy navchannya / Vira Gavrylivna Yurchak; V.o. Nacz. Untxarch. Teknologij. – K.: NUXT, 2002. – 64 s.
 - 10 Grachev Ju. P. Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov / Grachev Ju. P. – M.: Pishheva j promyshlennost', 1979. – 200 s.
 - 11 Santis, N. Soaking in a NaCl solution produce paler potato chips / N. Santis, F. Mendoza, P. Moyano, F. Pedreschi, P. Dejmek // LWT – Food Sci. and Technol. – 2007. – Vol. №2. – P. 307-312.
 - 12 Pedreschi, F. Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips / F. Pedreschi, O. Bustos, D. Mery, P. Moyano, K. Kaack, K. Grandy // J. Food Eng. – 2007. – Vol. 79, №3. – P. 989-997
 - 13 Nath, A. High temperature short time for puffed ready-to-eat potato snacks: Prosser parameter optimization / A. Nath, P.K. Chattopadhyay // J. Food. – 2007. – Vol. 80, №3. – P. 770-780

Сведения об авторах (About authors)

Коваленко Елена Артуровна, аспирант, кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская 68, г. Киев, Украина, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net;

Коваленко Олена Артурівна, аспірант, кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська 68, м. Київ, Україна, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net;

Kovalenko Elena Arturovna, graduate student, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Str. Vladimirska 68, Kyiv, Ukraine, 01601. E-mail: alenkala@ukr.net;

Ковбаса Владимир Николаевич, док.техн. наук, проф., кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская 68, г. Киев, Украина, 01601;

Ковбаса Володимир Миколайович, док. техн. наук, проф., кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська 68, м. Київ, Україна, 01601;

Kovbasa Vladimir Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences (comparable to the degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Str. Vladimirska 68, Kyiv, Ukraine, 01601;

Гребень Богдан Владимирович, Нагорный Владислав Юрьевич, студент, кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская 68, г. Киев, Украина, 01601;

Гребень Богдан Володимирович, Нагорний Владислав Юрійович, студент, кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська 68, м. Київ, Україна, 01601;

Hreben Bogdan Vladimirovich, Nagorniy Vladislav Yuryevich, undergraduate, Department of Technology of bakery and confectionery products, National University of Food Technologies. Address: Str. Vladimirska 68, Kyiv, Ukraine, 01601;

Куприянова Татьяна Николаевна, к. с-х. н. Института картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины. Адрес: ул. Чкалова, 22, пгт Немешаево, Бородинский район, Киевская область, 07853;

Купріянова Тетяна Миколаївна, к. с-г. н. Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України. Адреса: вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве, Бородинський район, Київська область, 07853;

Kupriyanova Tatiana Mykolayivna, Candidate of Agricultural Sciences, Potato Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Address: Str. Chkalov, 22 Nemishaevotown, Borodyanka district, Kyiv region, 07853.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСМОТИЧНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ НА ЯКІСТЬ КАРТОПЛЯНИХ ЧІПСІВ

О. А. Коваленко^{1*}, В. М. Ковбаса¹, Б. В. Гребень¹, В. Ю. Нагорний¹, Т. М. Куприянова²

¹ кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

² Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України., м. Київ, Україна
*alenkala@ukr.net;

Анотація. Картопляні чіпси - висококалорійний продукт, а надмірне споживання жиру призводить до ожиріння людини. Тому завдання полягає в отриманні продукту з низьким вмістом жиру, так як надмірний вміст жиру погіршує якість картопляних чіпсів. Важливим фактором, що сприяє зниженню жиру в чіпсах, є вміст сухих речовин у картоплі і одним із способів їх підвищення є оброблення скибочок картоплі розчином солі (осмотичний зневоднення) перед обсмажуванням.

Ключові слова. Картопляні чіпси, картопля, осмотичний зневоднення, концентрація солі.

Поступила(received) 21.04.2016