https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143
УДК 664.843.5:678.048:613.292
© 2023

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье – ингредиентах для поликомпонентных чипсов функционального назначения

Ольга В. Перфилова*, Злата Ю. Родина,
Кристина В. Брыксина, Александр С. Ильинский

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет»;
ул. Интернациональная, д. 101, г. Мичуринск, 393760, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения при проектировании новых видов поликомпонентных чипсов такого растительного сырья, как тыква сортов Мичуринская, Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, порошок из цветков календулы, кукурузная мука, с обеспечением принципа ресурсосбережения за счет вовлечения в технологический процесс выжимок от производства яблочного сока. Проведен комплексный анализ растительного сырья, используемого при производстве чипсов, на суммарное содержание антиоксидантов, полифенольный состав (флавонолы, катехины, антоцианы), наличие аскорбиновой кислоты и бета-каротина. Среди сортов и гибрида тыквы по суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов выделяются Красная малышка и Ажур медовый F1, далее по возрастанию антиоксидантной ценности выстраиваются яблочные выжимки, мука кукурузная и лидерам здесь выступает порошок из цветков календулы. Содержание полифенолов в гибриде Ажур медовый F1 выше, чем в сортах Мичуринская и Красная малышка в среднем на 42%. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено в тыкве Красная малышка, но при этом этот сорт по содержанию бета-каротина уступает двум другим сорту Мичуринская и гибриду Ажур медовый F1 на 58 и 54% соответственно. Яблочные выжимки могут выступать в качестве дополнительного источника аскорбиновой кислоты и флавонолов, порошок из цветков календулы – аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина, а мука кукурузная – флавонолов, катехинов и бета-каротина. Все исследуемые в работе сорта и гибрид тыквы обеспечивают содержание в готовых поликомпонентных чипсах, с учетом установленной рекомендуемой нормы потребления – 30 г в сутки, функциональных ингредиентов – аскорбиновой кислоты, бета-каротина и флавонолов на уровне более 15% от физиологического нормы потребления в сутки.

Ключевые слова: растительное сырье, чипсы, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, бета-каротин, полифенолы

Благодарность

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ».

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ «Разработка новых технологических решений производства и рецептур продуктов здорового питания с использованием растительного сырья» в 2023 г. (№ госрегистрации FESU-2023-0004).

Для цитирования: *Перфилова О.В., Родина З.Ю., Брыксина К.В. и др. Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье – ингредиентах для поликомпонентных чипсов*

функционального назначения. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 134-143. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143

Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips

**Olga V. Perfilova*, Zlata Yu. Rodina,
Kristina V. Bryksina, Alexander S. Ilyinsky**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsk State Agrarian University»; 101 Internatsionalnaya str., 393760, Michurinsk, the Russian Federation

Abstract. The article discusses the possibility of using such plant raw materials as pumpkin varieties of Michurinskaya, Krasnaya Malyshka and hybrid Azhur medoviy F1, calendula flower powder, corn flour when designing new types of multicomponent chips ensuring the principle of resource saving due to the involvement of apple production pomace in the technological process juice. A comprehensive analysis of plant raw materials used in the production of chips was carried out for the total content of antioxidants, polyphenolic composition (flavonols, catechins, anthocyanins), the presence of ascorbic acid and beta-carotene. Among the varieties and hybrids of pumpkin, in terms of the total content of water-soluble antioxidants, Krasnaya Malyshka and Azhur Medoviy F1 stand out, then apple pomace, corn flour are ranked in increasing antioxidant value, and the leader here is calendula flower powder. The content of polyphenols in the hybrid Azhur medoviy F1 is higher than in the varieties of Michurinskaya and Krasnaya Malyshka by an average of 42%. The maximum content of ascorbic acid was found in Krasnaya Malyshka pumpkin, but at the same time this variety is inferior in beta-carotene content to two other varieties Michurinskaya and the hybrid Azhur medoviy F1 by 58 and 54%, respectively. Apple pomace can act as an additional source of ascorbic acid and flavonols, calendula flower powder – ascorbic acid, polyphenols and beta-carotene, and corn flour – flavonols, catechins and beta-carotene. All pumpkin varieties and hybrids studied in the work ensure that the finished multicomponent chips, taking into account the established recommended consumption rate – 30 g per day, contain functional ingredients – ascorbic acid, beta-carotene and flavonols at a level of more than 15% of the physiological consumption rate per day.

Keywords: vegetable raw materials, chips, antioxidants, ascorbic acid, beta-carotene, polyphenols

***For citation**: Perfilova O.V., Rodina Z.Yu., Bryksina K.V. et al. Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips. Novye tehnologii / New technologies. 2023; 19(4): 134-143. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143*

Традиционно при производстве чипсов в качестве основного сырья используют пригодные для этой цели сорта картофеля и продукты его переработки, в частности сушеный картофель, натуральное и сухое пюре в виде хлопьев, гранул и крахмал. Известно, что в зависимости от сорта картофеля суммарное содержание антиоксидантов (ССА) по кверцетину в нем может составлять от 5 до 73 мг/100 г. Применение в технологии производства чипсов обжарки при температуре 165-175 ^{0}С может негативно повлиять на сохранность термолабильных антиоксидантов, которые, в большинстве своем, и обуславливают антиоксидантную ценность, из-за большой поверхности соприкосновения продукта с горячим маслом, наличие масла также повышает калорийность продукта [1-3]. Поэтому необходима разработка технологий чипсов, позволяющих получить потребителю снек с повышенным содержанием антиоксидантов, отвечающих современным принципам здорового питания.

Чипсы, как и другие продукты, отвечающие принципам здорового питания, должны содержать в своем составе не только белки, жиры и углеводы, но и ряд физиологически активных компонентов, к которым относятся антиоксиданты. В современном мире роль антиоксидантов высока из-за их способности блокировать негативное влияние свободных радикалов на организм человека, накопление которых возрастает с ухудшением экологической обстановки, ростом стресса в обществе, УФ и радиационным излучением и др. [4, 5].

При проектировании новых чипсов важно рассматривать возможность применения, в качестве альтернативы картофелю, распространенного растительного сырья богатого антиоксидантами, при этом обеспечение принципа ресурсосбережения является одним из приоритетных направлений в рамках отрасли пищевой промышленности [6]. Ключевым моментом в процессе производства чипсов является выбор

теплового способа обработки, обеспечивающего высокую сохранность антиоксидантов [7, 8].

Цель работы. Определить содержание антиоксидантов в растительном сырье и поликомпонентных чипсах с их применением с целью рекомендации данного вида снеков для функционального питания.

Задачи: исследовать суммарное содержание антиоксидантов в яблочных выжимках, тыкве сортов Мичуринская, Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, муке кукурузной, порошке из цветков календулы и определить в них наличие аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина; оценить и сравнить антиоксидантную ценность поликомпонентных чипсов в зависимости от используемого для их производства сорта или гибрида тыквы; установить пригодность исследуемых гибрида и сортов тыквы для производства поликомпонентных чипсов с позиции обеспечения содержания функциональных ингредиентов, в частности антиоксидантов.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования выступали: сорта и гибрид тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, яблочные выжимки, порошок из цветков календулы и мука кукурузная, а также готовые поликомпонентные чипсы, для

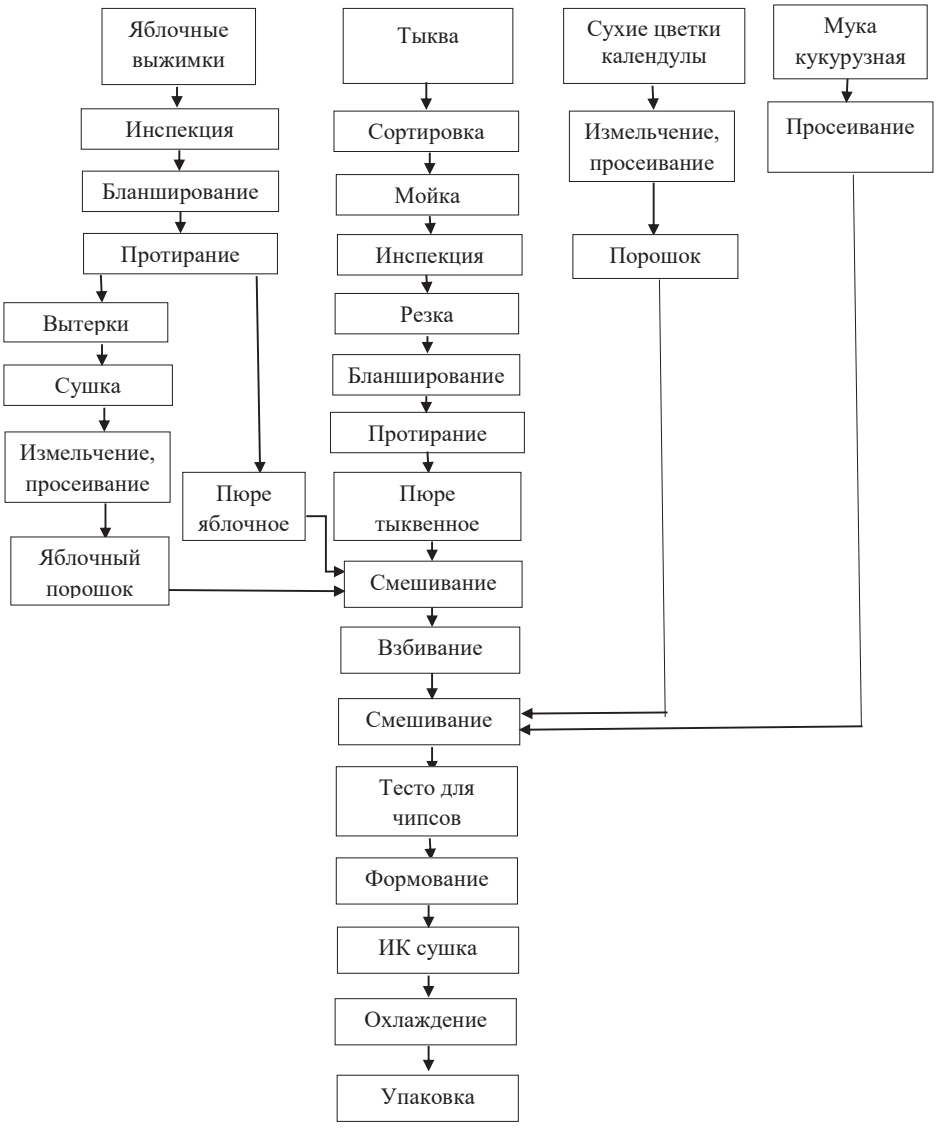

Рис. 1. *Технологическая схема производства поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок с добавлением тыквенного пюре, порошка из цветков календулы и муки кукурузной*

Fig. 1. *Technological scheme for the production of multicomponent chips based on apple pomace with the addition of pumpkin puree, calendula flower powder and corn flour*

Таблица 1

Рецептура поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок

Table 1

Recipe for multi-component chips based on apple pomace

Наименование сырья	СВ,%	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2673,9	442,8
Пюре тыквенное	10,00	1145,9	114,6
Мука кукурузная	86,00	382,8	329,2
Порошок из цветков календулы	90,00	38,2	34,4
Итого	21,71	4240,8	921,0
Выход	92,00	1000,00	920,0

производства которых использовано перечисленное растительное сырье.

Для комплексной оценки антиоксидантной ценности растительного сырья и готовых поликомпонентных чипсов был использован показатель – суммарное содержание антиоксидантов, определенный на прибое Цвет Яуза 01-АА по действующей методике [9].

Антиоксиданты водорастворимая аскорбиновая кислота и жирорастворимый бета-каротин в объектах исследования определяли с помощью прибора Флюорат-02 методом ВЭЖХ, растительные полифенолы, такие как флавонолы и катехины – колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова, антоцианы по методике Никитского ботанического сада [10-14]. Определение сухих веществ в объектах исследования проводилось согласно ГОСТ 28561-90.

Результаты и их обсуждение. В лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского государственного аграрного университета разработана технология поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок (рисунок 1). В рецептурный состав новых видов чипсов входит пюре из выжимок от производства яблочного сока прямого отжима и тыквы, мука кукурузная, порошок из цветков календулы (таблица 1).

Технологической особенностью производства чипсов на основе яблочных выжимок является применение ИК сушки заготовок для чипсов, что позволяет исключить из рецептуры растительное масло, а также вести процесс сушки при невысокой температуре 50 °С непродолжительное время – 120 мин, что положительно сказывается на сохранности антиоксидантов по сравнению с традиционной конвективной сушкой [7]. В результате инфракрасной сушки поглощение ИК энергии происходит в верхнем слое высушиваемых заготовок для чипсов и в результате интенсивного испарения влаги происходит охлаждение данного слоя и в результате достигается равномерный баланс температур, что способствует снижению разрушения антиоксидантов. А при конвективном способе сушки идет прогрев полуфабриката по всей толще и тем самым происходит перегрев продукта и в силу этого процент разрушения антиоксидантов выше.

Для производства поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок исследованы сорта и гибрид крупноплодной тыквы, допущенных к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенных для кулинарной обработки, консервирования из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1. В овощеводческих хозяйствах России распространены три вида тыквы твердокорая, крупноплодная и мускатная. Твердокорый вид тыквы, несмотря на наибольшую холодостойкость, уступает по качеству сортам тыквы крупноплодного вида, сорта тыквы миндального вида вызревают только в южных регионах России.

Тыква Мичуринская относится к раннеспелым сортам и имеет плотную мякоть оранжевого цвета, средней толщины, нежную по консистенции и сладкую на вкус. Для тыквы этого сорта характерно маленькое семенное гнездо и тонкая гнущаяся кора. Масса плода в среднем от 4000 до 7000 г.

Тыква Красная малышка относится к среднеспелым сортам и имеет плотную мякоть жёлтого цвета, средней толщины, сочную, хрустящую с приятным вкусом и умеренной сладостью. Для тыквы этого сорта характерно среднего размера семенное гнездо. Масса плода от 500 до 1200 г.

Тыква Ажур медовый F1 является гибридом среднеспелым и имеет средней плотности

мякоть жёлто-оранжевого цвета, средней толщины, хрустящую со средней сочностью. Масса плода от 5000 до 9000 г. Для тыквы этого гибрида характерно большое семенное гнездо и упругая кожистая кора.

Исследуемые сорта и гибрид тыквы характеризуются хорошим и отличным вкусовым качеством, поэтому нашли свое применение при производстве широкой ассортиментной линейки соков, пюре, джемов, конфитюров, варенья и др.

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов тыква и порошок из цветков календулы являются, в первую очередь, источником жирорастворимого антиоксиданта – бета-каротина, являющегося вторичным растительным соединением. Антиоксидантные свойства этих продуктов определяются также полифенольным комплексом, в состав которого входят катехины, антоцианы, флавонолы и др., и аскорбиновой кислотой, которые относятся к группе водорастворимых антиоксидантов. Кукурузная мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной, отличается более высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов [2] и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и не имеет выраженного аромата и привкуса.

Для сравнительной оценки антиоксидантной ценности сырья, используемого в технологии поликомпонентных чипсов, проведен анализ на суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (ССА) по кверцетину, результаты которого, с учетом содержания сухих веществ, представлены в таблице 2.

Проведенный анализ показал, что среди сортов и гибрида тыквы по суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов выделяются Красная малышка и Ажур медовый F1, где данные значения выше, чем у сорта Мичуринская соответственно в 2 и 1,6 раза. Далее по возрастанию антиоксидантной ценности выстраиваются яблочные выжимки, мука кукурузная и лидером здесь выступает порошок из цветков календулы. Содержание сухих веществ в тыкве колеблется от

Таблица 2

Содержание водорастворимых антиоксидантов и сухих веществ в растительном сырье, используемом при производстве поликомпонентных чипсов (на 100 г продукта)

Table 2

Content of water-soluble antioxidants and dry substances in plant raw materials used in the production of polycomponent chips (per 100 g of product)

Растительное сырье	ССА, мг (по кверцетину)	Сухие вещества,%
Тыква Мичуринская	13,4	14,5
Тыква Красная малышка	27,3	11,0
Тыква Ажур медовый F1	21,2	10,7
Яблочные выжимки	37,2	17,5
Порошок из цветков календулы	1337,5	90,2
Мука кукурузная	47,5	86,8

Таблица 3

Содержание антиоксидантов – аскорбиновой кислоты и вторичных растительных соединений в тыкве (на 100 г продукта)

Table 3

Content of antioxidants – ascorbic acid and secondary plant compounds in pumpkin (per 100 g of product)

Показатели	Сорта и гибрид тыквы		
	Мичуринская	Красная малышка	Ажур медовый F1
Аскорбиновая кислота, мг	25,6	34,2	24,3
Полифенолы, мг:	79,8	71,6	107,8
антоцианы	2,7	4,4	2,7
флавонолы	55,2	44,8	75,3
катехины	21,9	22,4	29,8
Бета-каротин, мг	13,7	5,7	12,5

10,7% у гибрида Ажур медовый F1 до 14,5% у сорта Мичуринская, значения данного показателя у порошка из цветков календулы и муки кукурузной соответствуют требованиям действующих нормативных документов. Значение содержания сухих веществ в яблочных выжимках сопоставимо с литературными данными [14].

Для количественной оценки содержания антиоксидантов в тыкве исследуемых гибрида и сортов в них определяли наличие аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина (таблица 3).

Из полифенольных соединений в тыкве были определены антоцианы, флавонолы и катехины. По суммарному содержанию указанных полифенолов исследуемые гибрид и сорта тыквы выстраиваются по убыванию в следующей последовательности Ажур медовый F1, Мичуринская и Красная малышка. Содержание полифенолов в гибриде Ажур медовый F1 выше, чем в сортах Мичуринская и Красная малышка в среднем на 42%, при этом минимальное значение данного вида антиоксидантов составило у сорта Красная малышка. Из данных таблицы 3 видно, что независимо от гибрида и сорта тыквы, среди исследуемых полифенолов преимущественно содержатся флавонолы, доля которых в общей сумме составляет от 63 до 70%, а минимальное содержание отмечено по антоцианам от 3 до 6%. Существенных отличий по содержанию катехинов в разрезе гибрида и сортов тыквы не выявлено. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено в тыкве Красная малышка, в сорте Мичуринская и гибриде Ажур медовый F1 данные значения ниже на 25 и 29% соответственно.

Если полифенолы и аскорбиновая кислота представляют водорастворимые антиоксиданты, то бета-каротин представитель жирорастворимых антиоксидантов. Как и по полифенольному комплексу, сорт Красная малышка уступает двум другим сорту Мичуринская и гибриду Ажур медовый F1 на 58 и 54% соответственно, среднее

Таблица 4

Содержание антиоксидантов – аскорбиновой кислоты и вторичных растительных соединений в яблочных выжимках, муке кукурузной и порошке из цветков календулы (на 100 г продукта)

Table 4

Content of antioxidants – ascorbic acid and secondary plant compounds in apple pomace, corn flour and calendula flower powder (per 100 g of product)

Показатели	Яблочные выжимки	Порошок из цветков календулы	Мука кукурузная
Аскорбиновая кислота, мг	23,2	23,8	13,5
Полифенолы, мг:	64,8	620,2	93,4
антоцианы	4,1	80,3	1,5
флавонолы	54,4	229,1	70,6
катехины	6,3	310,9	21,3
Бета-каротин, мг	0,2	21,3	6,1

содержание в которых бета-каротина составляет 13 мг/100 г.

Помимо тыквы, сырьем для производства поликомпонентных чипсов служат яблочные выжимки, мука кукурузная и порошок из цветков календулы. Для оценки возможности эффекта синергизма от сочетания данных ингредиентов в рецептуре чипсов исследована антиоксидантная ценность этих растительных объектов по единому комплексу вторичных растительных соединений и аскорбиновой кислоты, что и тыква (таблица 4).

Как видно из таблицы 4 в яблочные выжимки – вторичное сырье сокового производства, переходит значительное количество аскорбиновой кислоты и полифенольных соединений, что и определяет их антиоксидантную ценность и указывает на целесообразность их применения для переработки в новые продукты питания. Яблочные выжимки могут выступать в качестве дополнительного источника аскорбиновой кислоты и флавонолов. Содержание бета-каротина в яблочных выжимках низкое.

Порошок из цветков календулы характеризуется высоким содержанием аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина. Содержание антоцианов, флавонолов и катехинов от их общего количества соответственно составило: 13%, 17% и 50%. Из полифенольного комплекса максимальное содержание отмечено по катехинам.

Мука кукурузная по сравнению с яблочными выжимками и порошком из цветков календулы отличается самым низким содержанием аскорбиновой кислоты, и эта разница в среднем составила 57%. Напротив, по содержанию полифенольных соединений мука кукурузная показала преимущество перед яблочными выжимками, содержание которых в ней выше на 44% и представлены

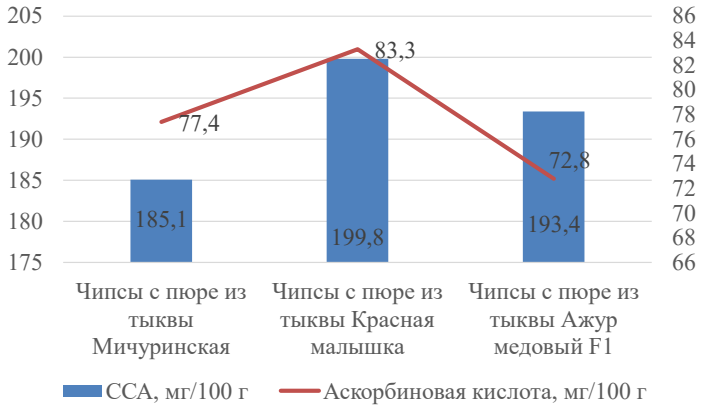

Рис. 2. *Динамика содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах в зависимости от сорта и гибрида тыквы*

Fig. 2. *Dynamics of the content of antioxidants and ascorbic acid in multicomponent chips depending on the variety and hybrid of pumpkin*

они в основном флавонолами и катехинами, а именно 75 и 23% от общего количества соответственно. Исследования показывали, что мука кукурузная является источником бета-каротина.

Влияние гибрида и сорта тыквы на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 2.

График, изображенный на рисунке 2 показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из тыквы сорта Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, а в чипсах с пюре из тыквы сорта Красная малышка — это значение ниже в среднем на 6%.

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте, употребление 100 г чипсов с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 покрывает эту потребность в среднем на 77, 83 и 73% соответственно. Как и по общему содержанию водорастворимых антиоксидантов, так и по наличию аскорбиновой кислоты среди исследуемых образцов чипсов выделяются чипсы с пюре из тыквы сорта Красная малышка.

Содержание ряда фенольных соединений новых видов поликомпонентных чипсов представлено в таблице 5.

Из данных таблицы 5 следует, что при употребление взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 физиологическая суточная потребность в антоцианах (50 мг) покрывается на 26-29%, катехинах (200 мг) – на 24-27%. Для удовлетворения физиологической потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточно 14-16 г чипсов, произведенных с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1.

В рецептурный состав поликомпонентных чипсов входит сырье богатое бета-каротином,

Таблица 5

Фенольные соединения поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок, тыквенного пюре с добавлением кукурузной муки и порошка из цветков календулы (на 100 г продукта влажность 8%)

Table 5

Phenolic compounds of multicomponent chips based on apple pomace, pumpkin puree with the addition of corn flour and calendula flower powder (per 100 g of product moisture content 8%)

Растительное сырье	Чипсы поликомпонентные с пюре из тыквы		
	Мичуринская	Красная малышка	Ажур медовый F1
Полифенолы, мг:	256,6	244,8	279,3
антоцианы	13,2	14,4	13,1
флавонолы	195,8	183,1	212,0
катехины	47,6	47,3	54,2

Рис. 3. *Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах с добавлением пюре из тыквы различных сортов и гибрида*

Fig. 3. *Dynamics of beta-carotene content in multicomponent chips with the addition of pumpkin puree of various varieties and hybrids*

поэтому отдельно было исследовано содержание этого жирорастворимого антиоксиданта в готовом продукте (рисунок 3).

Известно, что физиологическая норма потребления бета-каротина взрослого человека в сутки равняется 5 мг. Исходя из данных графика, изображенного на рисунке 3, определено, что в зависимости от применяемого сорта и гибрида тыквы, в частности Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, для удовлетворения нормы по бета-каротину достаточны 31-59 г чипсов.

С учетом высокой пищевой ценности разработанных видов чипсов определена рекомендуемая норма потребления для взрослого человека – 30 г, при которой степень удовлетворения в функциональных ингредиентах аскорбиновой кислоте, бета-каротине, флавонолах будет составлять для чипсов с пюре из тыквы Мичуринская – 23, 98, 29%, Красная малышка – 25, 51, 27% и Ажур медовый F1 – 22, 91 и 32%. Таким образом, существенное различие между образцами чипсов с добавлением пюре из различных сортов и гибрида тыквы по функциональным ингредиентам выявлено только по бета-каротину.

Выводы. Все исследуемые в работе сорта и гибрид тыквы, выращиваемые в условиях ЦЧР и рекомендуемые для консервирования, а именно Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, в виде пюре в сочетании с рецептурными компонентами чипсов такими, как пюре из яблочных выжимок, порошок из цветков календулы и мука кукурузная, обеспечивают содержание в готовых изделиях функциональных ингредиентов – аскорбиновой кислоты, бета-каротина и флавонолов на уровне более 15% от физиологического нормы потребления в сутки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Baharinikoo L., Chaichi M., Ganjali M. Detecting the amount of acrylamide in potato chips using cdte surface functionalized quantum dots by fluorescence spectroscopy. Zurnal Prikladnoj Spektroskopii. 2020; 87(3): 439-447.

2. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я. и др. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит; 2009.

3. Калина В.С., Вечеря А.М. Анализ существующих технологий производства картофельных чипсов. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019; 19(2): 146-152.

4. Рекша В.Э. Антиоксиданты и свободные радикалы. Декада экологии: материалы XI Международного конкурса. Омск: ОмГУ; 2017: 126-129.

5. Морозова А.Л., Рамазанова З.Э.С. Свободные радикалы, антиоксиданты и старение. Молодой учёный года 2022: материалы Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза: Наука и Просвещение; 2022: 133-135.

6. Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548: 82071.

7. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Blinnikova O.M., Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing. Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 1679: 42031.

8. Перфилова О.В. Применение СВЧ-, ИК-нагрева в технологии получения морковного порошка из выжимок. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019; 81(1): 144-148.

9. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом. М.: Химавтоматика; 2007.

10. Вигоров Л.И. Определение полифенолов. Сборник трудов II Всесоюзного семинара по БАВ плодов и овощей. Свердловск; 1964.

11. Вигоров Л.И. Биоактивные вещества и лечебное садоводство. Сборник трудов III Всесоюзного семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск; 1968: 7-18.

12. Вигородов Л.И., Трибунская А.Я. Методы определения флавонолов и флавононов в плодах и ягодах. Сборник трудов III Всесоюзного семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск; 1968: 492-506.

13. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта; 1982: 15-17.

14. Перфилова О.В. Переработка вторичного фруктово-овощного сырья с использованием электрофизических методов: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности, разработка инновационных технологических решений: дис. … д-ра техн. наук: 05.18.01. Воронеж; 2019.

REFERENCES:

1. Baharinikoo L., Chaichi M., Ganjali M. Detecting the amount of acrylamide in potato chips using cdte surface functionalized quantum dots by fluorescence spectroscopy. Zurnal Prikladnoj Spektroskopii. 2020; 87(3):439-447.

2. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya. et al. Natural antioxidants. Content in food products and their effect on human health and aging. M.: TransLit; 2009.

3. Kalina V.S., Vecherya A.M. Analysis of existing technologies for the production of potato chips. Pratsi of the Taurian State Agrotechnological University. 2019; 19(2): 146-152.

4. Rexha V.E. Antioxidants and free radicals. Decade of Ecology: materials of the XI International competition. Omsk: Omsk State University; 2017: 126-129.

5. Morozova A.L., Ramazanova Z.E.S. Free radicals, antioxidants and aging. Young Scientist of the Year 2022: materials of the International Research Competition. Penza: Science and Enlightenment; 2022: 133-135.

6. Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548:82071.

7. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Blinnikova O.M. Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing. Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 1679:42031.

8. Perfilova O.V. Application of microwave and IR heating in the technology of obtaining carrot powder from pomace. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019; 81(1): 144-148.

9. Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Methodology for measuring the content of antioxidants in drinks and food products, dietary supplements, extracts of medicinal plants using the amperometric method. M.: Khimavtomatika; 2007.

10. Vigorov L.I. Determination of polyphenols. Collection of proceedings of the II All-Union Seminar on BAS of fruits and vegetables. Sverdlovsk; 1964.

11. Vigorov L.I. Bioactive substances and medicinal gardening. Collection of proceedings of the III All-Union Seminar on BAS (medicinal) substances of fruits and berries. Sverdlovsk; 1968: 7-18.

12. Vigorodov L.I., Tribunskaya A.Ya. Methods for determining flavonols and flavonones in fruits and berries. Collection of proceedings of the III All-Union Seminar on BAS (medicinal) substances of fruits and berries. Sverdlovsk; 1968: 492-506.

13. Methodological recommendations for analyzing fruits for biochemical composition. Yalta; 1982: 15-17.

14. Perfilova O.V. Processing of secondary fruit and vegetable raw materials using electrophysical methods: expanding the resource potential and range of products with increased nutritional value, developing innovative technological solutions: dis. ... Dr. Sci. (Eng.): 05.18.01. Voronezh; 2019.

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Викторовна Перфилова, доктор технических наук, профессор кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
perfolgav@mail.ru

Злата Юрьевна Родина, аспирант института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий имени И.В. Мичурина, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
rodina.zlata.96@mail.ru

Кристина Вячеславовна Брыксина, старший преподаватель кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
kristina.bryksina91@mail.ru

Александр Семенович Ильинский, доктор технических наук, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
alexander.ilinsky@gmail.com

Olga V. Perfilova, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
perfolgav@mail.ru

Zlata Yu. Rodina, Post graduate student, Institute of Fundamental and Applied Agricultural Biotechnologies named after I.V. Michurin, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
rodina.zlata.96@mail.ru

Kristina V. Bryksina, Senior lecturer, the Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
kristina.bryksina91@mail.ru

Alexander S. Ilyinsky, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Technological Processes and Technosphere Safety, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
alexander.ilinsky@gmail.com

Заявленный вклад соавторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of co-authors

All authors of the research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 09.11.2023; поступила после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 02.12.2023

Received 09.11.2023; Revised 01.12.2023; Accepted 02.12.2023