

УДК 664.87
МРНТИ 65.53.01

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-30-36>

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА БЛАНШИРОВАНИЯ ОВОЩЕЙ НА ПЕРОКСИДАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА С И β -КАРОТИНА

¹Л.А. МУРАТ *, ¹Д.Б. ТОЙМБАЕВА , ²С.Г. КАМАНОВА , ¹Е.Е. ЕРМЕКОВ ,
³М. МУРАТХАН , ¹Б.К. БУЛАШЕВ , ¹Г.Х. ОСПАНКУЛОВА 

¹НАО «Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина», Казахстан, 010000, г.Астана, проспект Женис 62

²Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства, Китай, 710000, г. Сянь

³НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, 071400, г.Семей, ул.Глинки 20А)
Электронная почта автора корреспондента: linaraazamatkyzy@mail.ru*

Для предотвращения действия ферментов, вызывающих потерю вкуса, цвета и текстуры овощей и фруктов, используется процесс бланширования. Также бланширование позволяет удалить некоторую поверхностную грязь и инактивировать микроорганизмы, осветляет цвет, смягчает и помогает замедлить потерю витаминов. В настоящих исследованиях внимание сосредоточено на подборе оптимальных режимов процесса бланширования овощей, при которых происходит подавление пероксидазной активности, с одновременным сохранением витамина С и β -каротина. Для определения оптимальных режимов бланширования при разной продолжительности были использованы: паровая обработка образца, обработка горячей водой с температурой 95°C и бланширование микроволновым излучением. В результате исследований установлено, что бланширование исследованных образцов паром в течение 120 секунд и обработка микроволновым излучением в течение 90 секунд для моркови и 60 секунд для тыквы являются более щадящими способами обработки по сравнению с кипячением, и именно эти методы целесообразно использовать для дальнейших исследований. Результаты показали, в сравнении с паром и горячей водой, обработка овощей микроволновым излучением эффективнее инактивирует пероксидазу. Кипячение как способ бланширования нежелателен, так как при данном способе при достижении максимальной инактивации пероксидазы происходит усиленное разрушение витамина С и β -каротина.

Ключевые слова: пероксидазная активность, овощи, бланширование, ферментативная активность, технологический режим.

ШАРПЫЛАУ ПРОЦЕССИНІН КӨКӨНІСТЕРДІН ПЕРОКСИДАЗАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ЖӘНЕ С ДӘРУМЕНІ МЕН β -КАРОТИН ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ

¹Л.А. МУРАТ*, ¹Д.Б. ТОЙМБАЕВА, ²С.Г. КАМАНОВА, ¹Е.Е. ЕРМЕКОВ,
³М. МҰРАТХАН, ¹Б.К. БУЛАШЕВ, ¹Г.Х. ОСПАНКУЛОВА

¹«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, 010000, Астана қ., Женис даңғылы 62

²Солтүстік-батыс ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы университеті, Қытай, 710000, Сянь қ.

³«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Қазақстан, 071400, Семей қ., Глинки көшесі 20А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: linaraazamatkyzy@mail.ru

Көкөністер мен жемістердің дәмін, түсін және құрылымын жозалтатын ферменттердің әсерін болдырмау үшін шарпылау процесі қолданылады. Сондай-ақ, шарпылау беткі кірді кетіруге және микроорганизмдерді инактивациялауға мүмкіндік береді, түсін азартады, жұмсартады және витаминдердің жоғалуын бәсеңдетуге көмектеседі. Бұл зерттеулерде С дәрумені мен β -каротинді бір мезгілде сақтай отырып, пероксидаза белсенділігі тежелетін көкөністерді шарпылау процесінің оңтайлы режимдерін таңдауға назар аударылады. Әр түрлі уақытта өтетін шарпылау процесінің оңтайлы режимдерін анықтау үшін үлгіні бумен өңдеу, температурасы 95°C ыстық сумен өңдеу және микротолқынды сәулемен шарпылау қолданылды. Зерттеу нәтижесінде зерттелген үлгілерді 120 секунд бойы бумен шарпылау және сәбіздер үшін 90 секунд, асқабақ үшін 60 секунд ішінде микротолқынды сәулемен өңдеу, қайнатумен салыстырғанда тиімді әдістер болып табылатыны анықталды және дәл осы әдістерді әрі қарай зерттеу үшін қолданған жөн. Зерттеу нәтижелері бу және ыстық сумен салыстырғанда микротолқынды өңдеудің пероксидазаны инактивациялау тұрғысынан ең тиімді екенін

көрсетті. Қайнаған сумен шарпылау әдісін қолдану оңтайлы емес, өйткені бұл әдіс кезінде пероксидазаның максималды инактивацияна жеткенде С витамині мен β-каротиннің бұзылуы күшейеді.

Негізгі сөздер: пероксидаза белсенділігі, көкөністер, шарпылау, ферментативті белсенділік, технологиялық режим.

EFFECT OF VEGETABLE BLANCHING PROCESS ON PEROXIDASE ACTIVITY AND CONTENT OF VITAMIN C AND β-CAROTENE

¹L.A. MURAT*, ¹D.B. TOIMBAYEVA, ²S.G. KAMANOVA, ¹Y.Y. YERMEKOV,
³M. MURATKHAN, ¹B.K. BULASHEV, ¹G.KH. OSPANKULOVA

¹«S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University» NJSC, Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Avenue 62

²Northwest A&F University, China, 710000, Xi'an

³«Shakarim University of Semey» NJCS, Kazakhstan, 071400, Semey, Glinka Street 20A

Corresponding author e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru*

The blanching process is used to prevent the action of enzymes that cause the loss of taste, color and texture of vegetables and fruits. Blanching also removes some surface dirt and inactivates microorganisms, brightens the color, softens and helps to slow down the loss of vitamins. In the present studies, attention is focused on the selection of optimal regimes for the process of blanching vegetables, in which peroxidase activity is suppressed, while vitamin C and β-carotene are preserved. To determine the optimal blanching modes for different durations, the following were used: steam treatment of the sample, treatment with hot water at a temperature of 95°C, and blanching with microwave radiation. As a result of the research, it was found that blanching the studied samples with steam for 120 seconds and microwave treatment for 90 seconds for carrots and 60 seconds for pumpkin are more gentle processing methods compared to boiling, and it is these methods that should be used for further research. The results showed that microwave treatment was the most effective in terms of peroxidase inactivation compared to steam and hot water. Boiling as a blanching method is undesirable, since with this method, when the maximum inactivation of peroxidase is reached, there is an increased destruction of vitamin C and β-carotene.

Keywords: peroxidase activity, vegetables, blanching, enzymatic activity, technological mode.

Введение

Обоснование выбора темы

В настоящее время все больше внимания уделяется здоровому и полноценному питанию, с каждым годом растет число людей, интересующихся функциональным питанием. Известно, что обработка продуктов питания приводит к снижению содержания либо к существенной потере витаминов, минералов и других полезных веществ, поэтому обработанные продукты не могут в полной мере удовлетворить потребительский спрос [1,2]. Для того чтобы восполнить потерянные вещества во время обработки, пищевые продукты обогащаются специальными добавками (витаминами, минералами антиоксидантами) [3]. Однако классические методы фортификации продуктов питания труднодоступными синтетическими нутриентами, малоустойчивы и трудно реализуемы [4]. Обогащение пищевых продуктов – практически и экономически эффективная стратегия предупреждения проблем, связанных с питанием широких групп населения [5]. В настоящее время все больше привлекают исследовательский интерес натуральные добавки в виде растительного сырья [6].

Среди широкого ассортимента пищевых продуктов большой популярностью пользуются зерновые каши быстрого приготовления. Зерновые – хороший источник углеводов и белков, а использование в виде добавок фруктов или овощей позволяет дополнять продукты витаминами, антиоксидантами, клетчаткой и другими полезными веществами [7].

Морковь – одна из наиболее предпочтительных овощей из-за ее кулинарной универсальности и большого количества нутриентов, таких как фитонутриенты, пищевые волокна и минералы. Иммуномодулирующие, онкологические и радиозащитные свойства компонентов моркови хорошо известны и широко используются во всем мире [8]. Морковь содержит β-каротин – предшественник витамина А в организме человека, который является очень стабильным и универсальным природным пигментом, широко используемым в пищевой, косметической и медицинской промышленности [9].

Плоды тыквы также являются ценным источником витаминов, например, В6, К, тиамин и рибофлавин, а также минералов, как калий, фосфор, магний, железо и селен. Мякоть тыквы – ценная добавка для пищевых

продуктов разных возрастных категорий [10]. Свежая морковь и тыква с высоким содержанием влаги подвержена гниению, что приводит к большим потерям и отходам.

Снижение уровня активности воды, достигаемое путем обезвоживания, позволяет консервировать овощи и фрукты. Поскольку основным фактором ухудшения качества обработанных фруктов и овощей являются различные ферменты, инактивация ферментов имеет важное значение. С целью инактивации ферментов ключевым этапом в процессе обезвоживания фруктов и овощей является бланширование [11]. Пероксидаза – наиболее термостойкий фермент в растениях, по этой причине измерение активности пероксидазы широко используется в качестве индикатора остановки действия ферментов в обработанных продуктах. Общеизвестно, что если пероксидаза инактивирована, то весьма маловероятно, что и другие ферменты будут активны [12]. К примеру, снижение активности этих ферментов в моркови, цветной капусте и французской фасоли при нагревании повысило стабильность этих овощей при хранении [13]. При этом, желательнее свести к минимуму воздействие термической обработки, инактивируя пероксидазу на подходящем остаточном уровне [14].

Бланширование может вызвать нежелательные изменения физико-химических свойств, таких как цвет, текстура и содержание питательных веществ, из-за потерь, вызванных нагреванием, а также диффузией или выщелачиванием [15]. Оценка потери питательных веществ во время процесса обработки продуктов обычно ведется путем учета количественных изменений аскорбиновой кислоты. Аскорбиновая кислота может сочетаться с другими антиоксидантами, включая витамин Е, β-каротин и селен, обеспечивая синергетический антигипертензивный эффект [16]. Аскорбиновая кислота растворима в воде, что делает ее склонной к вымыванию из клеток. Витамин термолабилен, чувствителен к рН, ионам металлов и свету и может разлагаться оксидазой аскорбиновой кислоты [17]. Сохранение аскорбиновой кислоты после обработки является хорошим показателем сохранения других компонентов [18].

В данной работе внимание сосредоточено на подборе оптимальных режимов процесса бланширования тыквы и моркови, при которых происходит подавление пероксидазной активности, с одновременным сохранением витамина С и β-каротина. Критериями выбора

добавок из овощей были их функциональные свойства и гармоничное сочетание с кашами.

Материалы и методы исследований

Образцы моркови сортов «Алау» и «Дербес», а также тыквы сорта «Карина» приобретены у Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства.

Для подбора оптимальных режимов бланширования были использованы: паровая обработка, обработка горячей водой с температурой 95°C и бланширование микроволновым излучением, при различных интервалах обработки. В случае применения пара и горячей воды временные интервалы составляли – 30, 60, 90, 120 и 180 сек, эксперименты в микроволновой печи длились в течение 30, 60 и 90 сек, так как увеличение продолжительности обработки более 90 секунд вызывает подгорание продукта. Перед бланшированием сырье очищали, образцы нарезали кольцами толщиной 0,5 см, по достижении необходимой продолжительности обработки образцы остужали в ледяной воде.

Активность пероксидазы измеряли методом, описанных в работах [18] и [19], с незначительной модификацией. Образцы моркови и тыквы были гомогенизированы в 10 мл дистиллированной воды. Гомогенизированные жидкости центрифугировали при 1670×g в течение 15 мин, а надосадочную жидкость фильтровали. Раствор субстрата готовили путем смешивания гваякола, 30% H₂O₂ и 0,1 М калий-фосфатного буфера (рН 6,5) в объемном соотношении 1:1:998. Раствор образца (0,12 мл) и раствор субстрата (3,48 мл) смешивали и измеряли поглощение при 470 нм с помощью спектрофотометра (V-530, JASCO). Ферментативную активность определяли по наклону начальной линейной части коэффициента поглощения и делили на начальную активность, которая была получена из свежего образца. Измерения были повторены 3 раза.

Массовая доля β-каротина в овощах определялась согласно ГОСТ Р 54058–2010 и ГОСТ EN 12823-2-2014.

Определение органических кислот проводилось методом капиллярного зонного электрофореза на приборе Капель М-105, разработанного ООО «Люмэкс».

Результаты и их обсуждение

Как отмечалось, об эффективности бланширования обычно судят по степени инактивации фермента пероксидазы. Она может катализировать большое количество реакций,

которые тесно связаны с ухудшением качества сырых и небланшированных продуктов [20]. Следовательно, важно вместе со степенью инактивации пероксидазы при бланшировании учитывать потери питательных веществ, нежелательные изменения цвета и ухудшение тек-

стуры продуктов. Таким образом, для оценки качества бланширования исследуемых образцов нами были выбраны такие факторы как содержание аскорбиновой кислоты, β -каротина, уровень инактивации пероксидазы (табл. 1).

Таблица 1 - Эффективность бланширования корнеплодов

Способ бланширования	Время обработки, сек	Содержание β -каротина, мг/100г	Содержание витамина С, мг/100г	Активность пероксидазы, %
Морковь сорта «Алау»				
Контроль, свежие овощи	0	65,45±0,25	0,96±0,7	0
Кипячение	30	47,86±1,1	0,70±1,5	71
	60	45,11±0,99	0,53±0,56	69
	90	35,93±0,3	0,32±0,3	88
	120	31,50±2,4	0,09±1,9	96
	180	26,45±0,8	0,08±0,85	99
Микроволновое воздействие	30	62,37±0,6	0,96±0,45	63
	60	62,07±0,5	0,95±0,98	90
	90	60,59±1,6	0,95±0,36	100
Обработка паром	30	55,78±0,25	0,68±0,84	74
	60	50,24±1,08	0,61±1,5	79
	90	50,02±0,71	0,52±0,9	89
	120	49,71±0,56	0,46±0,14	99
	180	26,36±1,7	0,39±0,66	100
Морковь сорта «Дербес»				
Свежие	0	78,4±0,02	0,94±0,15	0
Кипячение	30	47,86±0,8	0,70±0,9	71
	60	46,18±0,6	0,53±0,45	66
	90	35,33±1,3	0,30±0,06	91
	120	31,07±0,04	0,18±0,2	99
	180	26,36±1,6	0,08±1,5	100
Микроволновое воздействие	30	63,74±1,01	0,94±0,7	61
	60	61,25±0,26	0,93±0,6	92
	90	60,59±0,89	0,92±1,7	100
Обработка паром	30	55,24±0,24	0,66±0,08	75
	60	49,88±0,69	0,60±0,9	80
	90	49,74±1,2	0,51±0,31	90
	120	49,71±0,1	0,45±0,12	99
	180	26,45±0,9	0,38±1,4	99
Тыква сорта «Карина»				
Свежие	0	8,55±0,9	0,78±0,3	0
Кипячение	30	5,67±1,2	0,52±0,25	80
	60	4,03±0,25	0,37±0,06	89
	90	2,77±1,39	0,26±1,5	89
	120	4,05±2,1	0,15±0,25	97
	180	3,40±0,69	0,06±0,96	100
Микроволновое воздействие	30	7,34±0,45	0,77±0,34	89
	60	6,57±0,03	0,77±0,18	100
	90	4,35±1,8	0,76±1,1	100
Обработка паром	30	8,39±0,15	0,48±0,23	89
	60	7,81±2,3	0,36±0,48	94
	90	6,18±0,78	0,24±0,96	97
	120	5,62±0,41	0,15±1,3	99
	180	4,78±0,06	0,06±0,08	99

Хотя основными механизмами потери аскорбиновой кислоты во время парового или микроволнового бланширования могут быть ферментативное окисление и термическое разложение, основным механизмом потерь аскорбиновой кислоты во время бланширования горячей водой является выщелачивание или диффузия из растения в бланширующую воду. Потери аскорбиновой кислоты при бланшировании в горячей воде сильно зависят от времени бланширования. Нами обнаружено, что более короткое время бланширования в горячей воде (30 сек) моркови сорта «Дербес» приводит к более высокому удержанию аскорбиновой кислоты (0,70 мг/100г), что согласуется с литературными данными.

Также выявлена прямая зависимость содержания витамина С после бланширования паром тыквы сорта «Карина» от продолжительности обработки. Содержание аскорбиновой кислоты снизилось с $0,78 \pm 0,3$ мг/100 г до $0,06 \pm 0,08$ мг/100 г. Снижение содержания аскорбиновой кислоты в брокколи и цветной капусте во время бланширования согласуется с исследованиями [19].

Установлено, что при бланшировании микроволновым излучением наблюдается увеличение уровня витамина С в испытуемых образцах моркови сортов «Алау» и «Дербес». Так, при 30 сек обработки микроволновым излучением моркови сорта «Дербес», концентрация аскорбиновой кислоты увеличилась с 0,94 до 0,96 мг/100г, при 60 сек – повысилась до 1,01 мг/100г, а в моркови сорта «Алау» при 30 сек с 0,96 до 0,98 мг/100г, при 60 сек – до 0,99 мг/100г соответственно.

Бланширование микроволновым излучением тыквы сорта «Карина» при 60 сек показало незначительное снижение витамина С с 0,78 мг/100г до 0,77 мг/100г. Данные результаты совпадают с исследованиями других групп ученых [20]. Возможно, такая динамика связана с тем, что микроволновое воздействие увеличивает возможности химической экстракции в образцах.

Таким образом, удерживание витамина С в образцах моркови сортов «Алау» и «Дербес», тыквы сорта «Карина» при обработке микроволновым излучением было значительно выше, чем при бланшировании паром и в горячей воде. Это было связано с низкими потерями витамина С вследствие выщелачивания при микроволновом бланшировании.

Изучение влияния различных способов бланширования на содержание β -каротина в

образцах моркови сортов «Дербес» и «Алау», тыквы сорта «Карина» выявило, что из трех методов бланширования паровая обработка привела к минимальной потере β -каротина, за которой следовали обработка микроволновым излучением и горячей водой. После бланширования паром образцов моркови сорта «Алау» при 30 сек концентрация β -каротина снизилась с 65,45 мг/100г до 55,78 мг/100г, при 60 сек - 50,24 мг/100г, а при 90 сек незначительно снизилась на 50,02 мг/100г. В течение 120 сек - 49,71 мг/100г, при 180 сек бланширование паром заметно снизилась до 26,36 мг/100г. При аналогичных режимах в образцах моркови сорта «Дербес» концентрация β каротина снизилась при 30 сек с 78,4 мг/100г до 55,24 мг/100г, а при 60,90,120 сек концентрация β каротина варьировалась в 49,88 мг/100г, 49,74 мг/100г, 49,71 мг/100г соответственно. При 180 сек данный показатель составил 26,45 мг/100г, что показывает нецелесообразность использования данного режима при бланшировании паром.

После паровой обработки тыквы сорта «Карина» в течение 30 сек осталась почти сохраненной и составила 8,39 мг / 100 г (в необработанных образцах этот показатель составил 8,55 мг / 100 г). При 60, 90, 120, 180 сек концентрация β каротина постепенно снижалась, что составило 7,81 мг/100г, 6,18 мг/100г, 5,62 мг/100г, 5,62 мг/100г, 4,78 мг/100г соответственно. Между тем, бланширование горячей водой серьезно снизило β -каротин тыквы, и после 30 и 180 секунд бланшировки он снизился до 5,67 мг / 100 г и 3,40 мг / 100 г, соответственно.

Таким образом, результаты показали, что даже короткий период обработки горячей водой может значительно снизить содержание β каротина, в основном из-за вымывания водорастворимых питательных веществ и термического разложения. Среди трех методов бланширования, исследованных в этой работе, паровая обработка образцов моркови сортов «Алау» и «Дербес», тыквы сорта «Карина» оказалась лучшим методом бланширования для сохранения содержания β -каротина.

Считается, что бланширование паром относительно недорогое и сохраняет большинство минералов и водорастворимых компонентов по сравнению с бланшированием водой из-за незначительного эффекта выщелачивания. Было обнаружено, что с увеличением времени бланширования во время различных обработок, остаточная активность пероксидазы значительно снизилась (табл. 1). По

сравнению с обработкой горячей водой, паровая обработка и микроволновое излучение при-водили к более быстрой инактивации ферментов при одинаковой продолжительности бланширования. При 30 сек активность пероксидазы тыквы сорта «Карина» после обработки микроволновым излучением и паром составила 89%. Через 60 и 90 сек при обработке микроволновым излучением активность пероксидазы в обоих случаях составила 100%. При бланшировании паром тыквы сорта «Карина» через 60 и 90 сек показатель активности пероксидазы составил 94% и 97% соответственно, через 120 и 180 сек данный показатель достиг 99%.

Через 30 сек после обработки паром и обработки микроволновым излучением относительная активность пероксидазы моркови сорта «Алау» снизились на 74% и 63% соответственно, тогда как образцы, полученные после бланширования в горячей воде, имели еще 29% относительной активности фермента. Результаты показали, что обработка образцов моркови сортов «Алау» и «Дербес» микроволновым излучением более эффективна в отношении инактивации пероксидазы по сравнению с обработкой паром и горячей водой. Было обнаружено, что оптимальная продолжительность бланширования микроволновым излучением – более 60 секунд, что было достаточно для достижения снижения активности пероксидазы на 90%, которые рекомендуется учеными, похожие результаты получены в исследованиях [21].

Заключение, выводы

Таким образом, результаты исследований показали, что оптимальным способом бланширования является микроволновое воздействие для моркови в течении 90 сек, для тыквы достаточно 60 сек. При этом максимально подавляется активность пероксидазы и сохраняются витамин С и β-каротин. При паровой обработке оптимальным для всех культур является время обработки 120 сек.

Кипячение как способ бланширования нежелателен, так как при данном способе при достижении максимальной инактивации пероксидазы происходит усиленное разрушение витамина С и β-каротина.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Данная работа была поддержана финансированием научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы BR10764998 Раз-

работка технологий с использованием новых штаммов полезных микроорганизмов, ферментов, нутриентов и других комплектов при производстве специальных диетических продуктов питания в рамках выполнения проекта «Разработка технологии продуктов быстрого приготовления функционального назначения».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saxena D., Jain S., Dixit A. Development of instant gluten free porridge. // *Integr Food Nutr Metab.* 6 (2019): - P 1-3.
2. Cereal offender: is Kellogg's breaking its breakfast promises? *Cereal-offender-English-web-FINAL.pdf (changingmarkets.org)*. 2019.
3. Exemplar for internal assessment resourceHome Economics for Achievement Standard 91468. 2015. URL: <https://www.nzqa.govt.nz/>
4. Affonfere, M., Madode, Y. E., Chadare, F. J., Azokpota, P., & Hounhouigan, D. J. A dual food-to-food fortification with moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf powder and baobab (*Adansonia digitata* L.) fruit pulp increases micronutrients solubility in sorghum porridge. *Scientific African.* no.16 (2022): - P 1264.
5. Bhagwat, S., Gulati, D., Sachdeva, R., Sankar, R. Food fortification as a complementary strategy for the elimination of micronutrient deficiencies: case studies of large scale food fortification in two Indian States. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, no.23 (2014).
6. Oancea, I., Bujoreanu, C., Budescu, M., Benchea, M., & Grădinaru, C. M. Considerations on sound absorption coefficient of sustainable concrete with different waste replacements. // *Journal of Cleaner Production*, no. 203 (2018): - P 301-312.
7. Uddin M. S., Hawlader M. N. A., Zhou L. Kinetics of ascorbic acid degradation in dried kiwifruits during storage. // *Drying Technology* vol. 19. (2001): - P 437-446.
8. Manohar R. S., Urmila Devi G.R., Bhattacharya S., Rao G.V. Wheat porridge with soy protein isolate and skimmed milk powder: Rheological, pasting and sensory characteristics. *Journal of food engineering* 103, no.1 (2011): - P 1-8.
9. Altunay N., Tuzen M., Lanjwani M., Mogaddam M. Optimization of a rapid and sensitive ultrasound-assisted liquid-liquid microextraction using switchable hydrophilicity solvent for extraction of β-carotene in fruit juices and vegetables // *Journal of Food Composition and Analysis* 114 (2022):104791.
10. Latorre M. E., Bonelli P. R., Rojas A. M., Gerschenson L. N. Microwave inactivation of red beet (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) peroxidase and polyphenoloxidase and the effect of radiation on vegetable tissue quality // *Journal of food Engineering* 109, no. 4 (2012): P 676-684.
11. Santos P. H. S., Silva M. A. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegeta-

bles—A review // *Drying Technology* 26, no.12 (2008):P 1421-1437.

12. Bahçeci K. S., Serpen A., Gökmen V., Acar J. Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage // *Journal of Food Engineering* 66, no. 2 (2005): P 187-192.

13. Shim J. S., Kubota A., Imaizumi T. Circadian clock and photoperiodic flowering in Arabidopsis: CONSTANS is a hub for signal integration // *Plant physiology* 173, no.1 (2017): P 5-15.

14. Song G., Atrens A. Understanding magnesium corrosion—a framework for improved alloy performance // *Advanced engineering materials* 5, no. 12 (2003):P 837-858.

15. Lee J. Y., Nagano Y., J. Paul Taylor, Kah L. L., Tso-Pang Y. Disease-causing mutations in parkin impair mitochondrial ubiquitination, aggregation, and HDAC6-dependent mitophagy // *Journal of Cell Biology* 189, no.4 (2010): -P 671-679.

16. Marfil P. H. M., Santos E. M., Telis V. R. N. Ascorbic acid degradation kinetics in tomatoes at different drying conditions // *LWT-Food Science and Technology* 41, no. 9 (2008): P 1642–1647.

17. Latorre M. E., Bonelli P. R., Rojas A. M., & Gerschenson L. N. Microwave inactivation of red beet (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) peroxidase and polyphenoloxidase and the effect of radiation on vegetable tissue quality // *Journal of Food Engineering* 109, no.4 (2012): P 676–684.

18. Santos P. H. S., Silva M. A. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables—A review // *Drying Technology* 26, no.12 (2008): - P 1421-1437.

19. Nawirska, A., Figiel, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., & Biesiada, A. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods // *Journal of Food Engineering* 94, no.1 (2009):. - P 14–20.

20. Agüero M. V., Ansorena M.R., Roura S.I., del Valle C.E. Thermal inactivation of peroxidase during blanching of butternut squash // *LWT-Food Science and Technology* 41, no.3 (2008): 401-407.

21. Neves F. I. G., Vieira M. C., Silva C. L. M. Inactivation kinetics of peroxidase in zucchini (*Cucurbita pepo* L.) by heat and UV-C radiation // *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 13. (2012): - P 158-162.