

И.И. Татарченко, А.А. Славянский, Н.Н. Лебедева
I.I. Tatarchenko, A.A. Slavyanskiy, N.N. Lebedeva

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТАБАЧНОГО ЛИСТА ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ДОСТУПА ВОЗДУХА

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF TOBACCO LEAF DURING FERMENTATION IN CONDITIONS OF LIMITED AIR ACCESS

Аннотация:

Подтверждено совместное протекание ферментативных процессов и химических реакций в табачном листе при его ферментации. Изучено влияние различных технологических факторов на уровень потерь сухого вещества в листьях табака. Установлено, что сортотип табака не оказывает существенного влияния на потери в нем сухого вещества. Повышение объемной массы упаковки в табачной кипе приводит к снижению потерь сухого вещества. Формирование качества табачного сырья как сферментированного продукта сопровождается постепенным уменьшением азотистых веществ (общий азот, белковый азот, аминный азот), никотина, веществ, экстрагируемых петролейным эфиром, крахмала, водорастворимых углеводов, смолообразных веществ.

Ключевые слова: табачные листья, аэробная ферментация, общий азот, белковый азот, аминный азот, никотин.

Abstract:

The joint occurrence of enzymatic processes and the contribution in the tobacco leaf during its fermentation have been confirmed. The influence of various technological factors on the level of dry matter loss in tobacco leaves was studied. It has been established that the type of tobacco does not have a significant effect on the loss of dry matter in it. Increasing the volumetric mass of packaging in a tobacco bale leads to a decrease in dry matter losses. The formation of the quality of tobacco raw materials as a fermented product is accompanied by a gradual decrease in nitrogenous substances (total nitrogen, protein nitrogen, amine nitrogen), nicotine, substances extractable with petroleum ether, starch, water-soluble carbohydrates, and tar-like substances.

Keywords: tobacco leaves, aerobic fermentation, total nitrogen, protein nitrogen, amine nitrogen, nicotine.

При ферментации табачного сырья в нем протекают сложнейшие физико-химические превращения, вызывающие соответствующие изменения его химического состава и физических свойств. Эти превращения определяют совместное воздействие множества фак-

торов, как внешних, так и внутренних. Установлено, что регуляторами ферментативных процессов являются температура и влажность материала. Поэтому, изменяя параметры окружающей среды, можно ускорить или замедлить течение этих процессов. Изменение химического состава табачных листьев в ходе их ферментации представляет собой комбинированное воздействие микроорганизмов и химических реакций. Кроме этого на проведение ферментации также оказывают влияние окислительные ферменты, содержащиеся в самом табачном листе³⁸.

Известно также, что при соблюдении соответствующих условий развитие микроорганизмов на ферментируемом табачном сырье может быть исключено. Поэтому в условиях благоприятных для развития микроорганизмов качество готового продукта ухудшается. Основные физико-химические изменения в табачном листе при ферментации происходят под действием ферментов. При этом также очевидно и второстепенное значение чисто химических реакций. Проведенные исследования подтвердили совместное протекание ферментативных и чисто химических реакций³⁹.

Существуют различные факторы, от которых зависит и которыми определяется ферментация табака. Так, например, в табаке с низким влагосодержанием ферментативные процессы развиваются в основном под воздействием ферментов. Тогда как в табаке повышенной влажности, т. е. более 27 %, эти процессы сопровождаются развитием микроорганизмов. Химические превращения, имеющие место при ферментации, зависят от активности ферментов табачных листьев и сопутствующих их деятельности микроорганизмов⁴⁰.

В число ферментов входят не только те, что содержатся в растительной ткани табачного листа, но и выделяемые развивающимися или гибнущими микроорганизмами. Поэтому ферментация обуславливается также и микробиологическим происхождением. Наряду с этим, незначительные изменения в табачном листе происходят и вследствие

³⁸ Воробьева Л.Н., Татарченко И.И. Товароведение материалов пищевкусовых производств. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 280 с.; Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Дьячкин И.И. Технохимический контроль производства пищевкусовых продуктов. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 272 с.

³⁹ Татарченко И.И., Славянский А.А., Болдин А.А. и др. Идентификация фенольных соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 3 (80). С. 52–59.

⁴⁰ Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Позняковский В.М. Экспертиза табака и табачных изделий. Качество и безопасность. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. 258 с.; Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Краснодар: «Просвещение-Юг», 2018. 627 с.

химических и физико-химических реакций, что было также подтверждено как их совместное протекание⁴¹.

Для улучшения ферментативных процессов используют сравнительно невысокую температуру. В этих условиях активизируется действие ферментов без их инактивации. Известно, что большинство ферментов начинают утрачивать активность при температуре 45–55 °С. Тогда как для улучшения протекания химических реакций и их ускорения необходимо применение высоких температур.

Во время ферментации вместе с изменением химического состава значительно меняются водно-физические свойства табака, как и его внешний вид⁴².

Одной из основных причин необходимости ферментации является способность неферментированного табака самоувлажняться. В условиях хранения это может быть причиной развития на табаке плесени. Как установлено экспериментами, в табаке при ферментации снижается его влагоемкость, что повышает стойкость табака при хранении.

В процессе ферментации выравнивается окраска табака, он приобретает специфическую душистость, улучшаются технологические свойства⁴³. Табак, прошедший ферментацию, увлажняется более равномерно. Вместе с тем качество готового продукта в значительной степени зависит от внешних условий ферментации, в их число входят температура и влажность окружающего воздуха. Поэтому для практического применения используют рациональные научно-обоснованные режимы ее проведения⁴⁴.

Для анаэробной ферментации рекомендован технологический режим с параметрами воздуха, близкими к аэробной ферментации. Температура воздуха для этого составляет 30–35 °С, а относительная

влажность должна быть в диапазоне 65–75 %. При этом длительность процесса составляет 20–30 суток. Температурный режим, как показали опыты, можно заменить на 40–50 °С. Сравнительные испытания температурных режимов были проведены при 30, 50 и 70 °С и относительной влажности воздуха: 45, 60, 75, 90 %. Для объективной оценки окончания процесса ферментации использовали кислородный показатель. В его основу положена различная способность табака к поглощению кислорода из окружающего воздуха. Причем она неизменно ослабляется в ходе его ферментации и достигает значения 0,1 см³/O₂ по его завершении. Величина кислородного показателя оценивается как количество поглощаемого из воздуха кислорода 1 г сухого чая при взбалтывании водной взвеси в течение 1 часа при температуре 20 °С⁴⁵.

Для ферментации табака рекомендовано применять температурный режим воздуха 50 °С при относительной влажности 75 %. Продолжительное же воздействие высоких температур на табак вызывает ухудшение качества его аромата. Поэтому предложен так называемый комбинированный режим ферментации табака. Его сущность сводится к применению более низкой температуры при ферментации табачного сырья.

Сырье высокого качества подвергают лишь кратковременному воздействию высокой температуры в интервале 55–60 °С для быстрого нагрева табака до 50 °С. Далее температуру воздуха снижают до 35 °С и поддерживают на этом уровне. Относительную влажность воздуха при этом регулируют на уровне 50–70 % в зависимости от начальной влажности табачного сырья.

Сырье низкого качества подвергают температурному воздействию в диапазоне 60–65 °С и в этом интервале поддерживают в течение суток. Дальнейший процесс ферментации проводят уже при температуре 35 °С. Применение высоких температур в начале процесса позволяет удалить зеленые оттенки окраски табачного сырья. При этом ускоряется распад с улетучиванием соответствующих веществ, отрицательно влияющих на качество табака, смягчается вкус, и стабилизируются его водно-физические свойства. Выдерживание низких температур в конце ферментации обуславливает замедление протекания окислительных процессов в табаке.

В экспериментах по изучению влияния повышенных температур процессы сушки зеленого табачного листа и их последующую ферментацию объединяют в единый цикл. С этой целью осуществляют форсированный режим ферментации. Это обусловлено тем, что использование

⁴¹ Татарченко И.И., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. Исследование процесса ферментации табака в анаэробных условиях // Вестник МГУТУ. Серия прикладных научных дисциплин. 2023. №1. С. 73–83.

⁴² Татарченко И.И., Славянский А.А., Дробицкий К.В. и др. Разделение карбоновых соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. №4 (81). С. 56–63; Татарченко И.И., Славянский А.А., Болдин А.А. и др. Исследование щелочерастворимых соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2022. №6 (77). С. 76–82.

⁴³ Квасенков О.И., Татарченко И.И., Бирюкова О.А. Способ производства курительного табачного изделия с пониженным содержанием смолы и никотина. Патент на изобретение RU 2290046 Cl, 27.12.2006. Заявка № 2005121877/12 от 12.07.2005.

⁴⁴ Татарченко И.И., Славянский А.А., Дробицкий К.В. и др. Изучение органических и летучих жирных кислот в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. №2 (79). С. 52–58.

⁴⁵ Татарченко И.И., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. Исследование процесса ферментации табака в анаэробных условиях.

мягких (невысоких) температурных режимов приводит к удлинению продолжительности процессов. В этих опытах табачное сырье сначала нагревают до 70–90 °С в течение 15–30 мин., а затем охлаждают до 25–35 °С и укладывают на отлежку.

Применение при ферментации высоких температур обеспечивает улучшение качества табачного сырья. Вместе с тем продукт высокой температурой обработки отличается от табака обычной ферментации как по характеру, так и по глубине изменений химического состава в процессе ферментации. Причем возрастает роль химических реакций в преобразовании состава табака, тогда как процессы ферментативного характера осуществляются лишь до инактивации ферментного комплекса.

Ферментация светлого качественного табачного сырья при высокой температуре приводит к потемнению пластины листа. Это объясняется тем, что объем некоторых химических соединений, содержащихся в табаке и определяющих качество продукции, уменьшается с повышением температуры обработки материала.

С увеличением температуры обработки потемнение окраски табака становится более заметным, уменьшается общая сумма углеводов, т. е. тех веществ, которые определяют качество табачного сырья. При этом интенсивно накапливаются карбонильно-аминные соединения, что обуславливает потемнение табачного сырья. Наблюдается также ухудшение водно-физических и технологических свойств табачного сырья с увеличением температуры его обработки.

Серьезные затруднения при анаэробной ферментации вызывает переработка табачного сырья повышенной влажности. Применение для такого сырья обычных методов и режимов приводит к удлинению цикла ферментации, увеличению потерь табачного сырья, снижению его качества.

Высококачественную продукцию вырабатывают, применяя кондиционирование табака по его влажности. Дефектов ферментации при переработке табачного сырья с исходной влажностью до 23 % избегают не только путем использования метода подсушки табачного сырья в рыхлом состоянии, но и путем рационализации режимов ферментации табачного сырья в плотной упаковке.

Применение рациональных режимов для каждого типа табачного сырья позволяет избежать дефектов ферментации, улучшить качество выпускаемой продукции. Определены оптимальные режимы ферментации табака для установки непрерывного действия. Изучена кинетика изменения температуры табака в процессе ферментации при разных режимах. Уточнено их влияние на темп снижения величины кислородного показателя, изменение влажности, технологических свойств и химического состава табачного сырья.

Оптимальная влажность табачного сырья находится в пределах 12–16 %. При превышении этого диапазона листья табака могут потемнеть, заплесневеть и потерять ароматические свойства. Если же листья имеют пониженную влажность, то это существенно тормозит процесс ферментации. Обычно ферментация сопровождается повышением температуры на несколько градусов. В Таблице 1 приведено изменение химического состава табачного листа при ферментации.

Табл. 1. Изменение химического состава табачного листа при ферментации.

Вещество	Содержание, %		
	до ферментации	выдерж-ка 1 месяц	выдерж-ка 2 месяца
Общий азот	2,01	1,93	1,91
Белковый азот	0,95	0,93	0,92
Аминный азот	0,217	0,156	0,145
Никотин	1,00	0,92	0,86
Вещества, экстрагируемые петролевым эфиром	6,79	6,50	6,33
Крахмал	5,18	4,43	4,38
Водорастворимые углеводы	11,03	9,03	8,78
pH (абсолютное значение)	4,40	4,37	4,31

Анализ данных, представленных в Таблице 1, показывает, что формирование качества табачного сырья как сферментированного продукта сопровождается постепенным уменьшением азотистых веществ (общий азот, белковый азот, аминный азот), никотина, веществ, экстрагируемых петролевым эфиром, крахмала, водорастворимых углеводов, смолообразных веществ. Наряду с этим понижается кислотность.

Самоувлажнение при хранении неферментированного табачного листа является характерным для него процессом. Эта особенность объясняется двумя принципиально разными явлениями: ослаблением силы связывания воды в табаке (его коллоидами) и образованием воды в биохимических процессах, протекающих в нем. В первом случае общее количество воды, находящееся в табаке, постоянно, но при этом снижается равновесная влажность табачного сырья. Во втором случае количество воды в табачном листе существенно уменьшается. Основной причиной самоувлажнения табака является снижение равновесной влажности.

Исследовано влияние различных технологических факторов на уровень потерь сухого вещества. Сортотип табака не оказывает существенного влияния на потери в нем сухого вещества. Влияние товарного сорта на величину потерь сухого вещества оказалось не столь однозначным, так как накладывалось воздействие географического положения зоны табаководства. Наиболее сильное влияние на потери сухого вещества оказывала влажность табачного сырья (закономерно, что с увеличением влажности потери возрастают). Повышение объемной массы упаковки в табачной кипе приводило к снижению потерь сухого вещества. Также величина потерь сухого вещества зависит от продолжительности процесса ферментации (по мере роста сроков ферментации потери заметно повышаются).

В процессе ферментации порча и потери табачного сырья от плесневения, учитывая достаточно высокие температуры процесса, снижаются до минимума. Но потери от фарматурообразования могут достигать 2,5 %.

Рассмотрен механизм изменения химического состава табачного сырья во время ферментации. Особенности изменения, которое табак претерпевает во время ферментации, показали, что в основе этого процесса лежат реакции как ферментативного, так и химического характера. Эти реакции зачастую трудно разграничить, так как они тесно связаны и дополняют друг друга. Реакцию окисления полифенольных веществ с образованием хинонов катализирует фермент полифенолоксидаза. Возникший при этом хинон взаимодействует с аминокислотой в химической реакции, в результате чего образуется хинон-аминный комплекс.

Внешним проявлением процесса ферментации является энергичный массообмен с окружающей средой, сопровождающийся поглощением кислорода и выделением углекислого газа, воды, летучих органических и неорганических веществ. Баланс этих процессов составляет в суммарном выражении потери сухого вещества. Основная масса табака теряется в результате расщепления некоторых веществ до воды и углекислого газа. Небольшие потери происходят также в результате прямого испарения таких органических веществ, как метанол, уксусная кислота и т. п. Условно реакции, протекающие во время ферментации, делят на две группы: аэробные (с участием кислорода) и анаэробные (без участия кислорода). И в том, и в другом случае имеют место ферментативные и чисто химические процессы.

Абсолютное содержание органических кислот в табаке достаточно высоко и достигает 20 %. Их содержание намного превышает содержание других веществ, способных участвовать в реакциях окисления. Кислород воздуха, активируемый с помощью цистохромной или по-

лифенольной системы, идет на окисление водорода пировиноградной кислоты и водорода воды, присоединяющейся к соответствующим субстратам на определенных этапах цикла Кребса. Этот цикл является основным преобладающим источником потерь сухого вещества табака во время ферментации. За счет этого происходит главным образом самоувлажнение табака. В сферментированном табаке ферментный комплекс цикла Кребса инактивирован. С точки зрения формирования качества табака во время ферментации потери органических кислот после их превращения в воду и углекислый газ значения не имеют.

Аэробные процессы могут иметь и чисто химическую природу. Например, во время ферментации происходит энергичное окисление свободного никотина, который освобождается из солей в результате гидролиза последних, при достаточно высокой влажности и температуре. В результате окисления никотина образуются темноокрашенные смолообразные продукты, имеющие приятный запах. Этот процесс является положительным с точки зрения улучшения душистости табака. В то же время присутствующие в табаке в больших количествах смолы относительно легко окисляются, образуя переокисленные высокомолекулярные продукты, ухудшающие аромат табака.

Аэробные процессы в целом отрицательно влияют на качество табака и дополнительно сопровождаются потерями сухого вещества.

Большое значение для формирования качества табака играют реакции, которые протекают без участия кислорода. Это ферментативные реакции, связанные с расщеплением белков до аминокислот или конгломератов из аминокислот с относительно низкой молекулярной массой, что способствует улучшению ароматических свойств табака. В табаке также энергично протекают ферментативные процессы расщепления пигментов, особенно хлорофилла и его производных, что способствует улучшению окраски табака. Одновременно происходит разрушение молекул пектиновых веществ с выделением метилового спирта и образованием укороченных молекул полигалактуроновой кислоты.

К чисто химическим анаэробным реакциям относится взаимодействие углеводов и других карбонатных соединений с аминокислотами и другими азотсодержащими веществами. Происходит так называемая сахароаминная реакция. Она играет двоякую роль в формировании качества табака. С одной стороны, образуются вещества, положительно влияющие на аромат и вкус табака. Но при углублении этих реакций, когда образуются высокомолекулярные белковоподобные вещества типа меланоидов, происходит ухудшение аромата и вкуса табака. В целом направленность реакций без участия кислорода связана с формированием улучшенного качества сферментированного табачного сырья. И наконец, имеют место реакции, занимающие промежуточное место,

которые ухудшают ароматические и вкусовые свойства, повышая содержание в табаке белковоподобных веществ. Механизм такого типа реакции заключается в следующем.

В результате ферментативного окисления полифенольных веществ образуются хиноны, а в результате ферментативного расщепления белков образуются аминокислоты или пептиды. Между продуктами распада белков и продуктами окисления полифенолов происходит химическая реакция. Возникают так называемые белковоподобные вещества, аналитически определяемые как белки, которые существенно ухудшают ароматические и вкусовые свойства табака.

Процесс окисления фенольных веществ, ведущий к образованию хинонов, не способствует улучшению качества табачного сырья. Кроме того, при избытке влаги и достаточно высокой температуре, при которой идет ферментация, этот процесс ведет к образованию запарки ткани табачного листа, что существенно ухудшает товарный вид, ароматические и вкусовые свойства табака.

Идеален следующий процесс ферментации:

— инактивация ферментного комплекса цикла Кребса, влияющего главным образом на самоувлажнение табачного сырья при хранении в неблагоприятных условиях;

— снижение до минимума потерь сухого вещества, имеющих место во время ферментации, главным образом в результате функционирования цикла Кребса;

— максимальное подавление реакции аэробного характера, идущей в присутствии кислорода воздуха и способствующей образованию веществ, отрицательно влияющих на качество табака;

— сохранение по возможности интенсивности реакций анаэробного характера, идущих без кислорода и способствующих повышению качества табачного сырья.

В сравнении с теоретическими положениями о ферментации реальный ферментативный процесс существенно отличается от идеального процесса. Избыток кислорода воздуха обеспечивает энергичное протекание аэробных реакций, которые в конечном счете дают продукты с нежелательными свойствами.

При ферментации в аэробных условиях создаются благоприятные условия для функционирования цикла Кребса, что предопределяет потери сухого вещества. Приемлемой альтернативой ферментации в аэробных условиях является ее реализация в анаэробных условиях. Приведем описание технологии анаэробной ферментации по двум способам.

В первом способе ферментацию осуществляли в среде углекислого газа. Сам процесс ферментации упрощается и заключается только в термостатировании табака, например, при температуре 50–60°C.

На практике это не полностью анаэробный процесс, так как в табачном сырье имеется достаточное количество перекисей, способных окислить процесс. В результате удалось получить сферментированное сырье (кислородный показатель менее 0,1) и резко сократить потери сухого вещества. Несмотря на то что применение углекислоты дает существенный эффект с точки зрения интенсификации процесса ферментации и снижения потерь сухого вещества, ее использование нецелесообразно из-за больших потерь в установках для непрерывной ферментации.

Во втором способе проводят анаэробную ферментацию табачного сырья в условиях ограниченного доступа воздуха. Для этого из неферментированного табака, кондиционированного по влажности (например, около 16 %), формируют кипу, помещают ее в мешок из газо- и паронепроницаемой пленки, после чего мешок герметично запаивают. Оставшийся в мешке с табаком кислород воздуха массой около 20 г не оказывает существенного влияния на протекание окислительных процессов, т. е. условия ферментации будут, по существу, анаэробными. После этого кипы помещают в установки для непрерывной ферментации, подвергают быстрому нагреву сухим воздухом до технологически необходимой температуры и выдерживают при этих условиях некоторое время. Далее кипы в горячем состоянии выгружают из установки, и ферментация заканчивается на складе при самоохлаждении кип.

В итоге табачное сырье по кислородному показателю соответствовало проферментированному, причем приобрело хорошие внешние товарные свойства. Влажность сырья в процессе ферментации практически не изменилась, потери сухого вещества были весьма незначительны. Применение повышенных температур позволило ускорить процессы ферментации без ухудшения качества табака.

Список литературы

Воробьева Л.Н., Татарченко И.И. Товароведение материалов пищевкусовых производств. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 280 с.

Квасенков О.И., Татарченко И.И., Бирюкова О.А. Способ производства курительного табачного изделия с пониженным содержанием смолы и никотина. Патент на изобретение RU 2290046 Cl, 27.12.2006. Заявка № 2005121877/12 от 12.07.2005.

Татарченко И.И. Табак, табачные изделия: технология и контроль качества. Краснодар: «Просвещение-Юг», 2018. 627 с.

Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Дьячкин И.И. Технохимический контроль производства пищевкусовых продуктов. Ростов-на-Дону: «Донской табак», 2005. 272 с.

Татарченко И.И., Воробьева Л.Н., Позняковский В.М. Экспертиза табака и табачных изделий. Качество и безопасность. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009. 258 с.

Татарченко И.И., Славянский А.А., Болдин А.А. и др. Идентификация фенольных соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 3 (80). С. 52–59.

Татарченко И.И., Славянский А.А., Болдин А.А. и др. Исследование щелочерастворимых соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2022. № 6 (77). С. 76–82.

Татарченко И.И., Славянский А.А., Дробицкий К.В. и др. Изучение органических и летучих жирных кислот в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 2 (79). С. 52–58.

Татарченко И.И., Славянский А.А., Дробицкий К.В. и др. Разделение карбонильных соединений в эфирных экстрактах листьев табака // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 4 (81). С. 56–63.

Татарченко И.И., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. Исследование процесса ферментации табака в анаэробных условиях // Вестник МГУТУ. Серия прикладных научных дисциплин. 2023. № 1. С. 73–83.

Сведения об авторах

Татарченко Ирина Игоревна, доктор технических наук, профессор, кафедра пищевой инженерии Кубанского государственного технологического университета. E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Славянский Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: a.slavyanskiy@mgutm.ru

Лебедева Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: n.lebedeva@mgutm.ru

Information about the authors

Tatarchenko Irina Igorevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Food Engineering, Kuban State Technological University. E-mail: i.tatarchenko@mail.ru

Slavyanskiy Anatoliy Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Innovative Technologies of Products from Vegetable Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: a.slavyanskiy@mgutm.ru

Lebedeva Natalya Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Innovative Technologies of Products from Vegetable Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: n.lebedeva@mgutm.ru