

Сравнение жирно-кислотного состава различных видов пищевых масел

Кудряков Д.Н., Фролов Д.И.

Аннотация. В последние годы растет интерес к составу жирных кислот и влиянию масел на здоровье человека. Рыбий жир является богатым источником жирных кислот омега-3, а растительные масла (ореховое, подсолнечное, тыквенное, оливковое) являются хорошим источником линолевой кислоты. В льняном масле основным представителем жирных кислот является альфа-линоленовая кислота. Целью данного исследования было определение жирнокислотного состава масел из рыбы, льняного семени, грецкого ореха, тыквы, оливкового и подсолнечного масел, а также потенциального воздействия на здоровье человека при их потреблении.

Ключевые слова: жирнокислотный состав, рыбий жир, растительные масла, МНЖК, ПНЖК.

Для цитирования: Кудряков Д.Н., Фролов Д.И. Сравнение жирно-кислотного состава различных видов пищевых масел // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 4. С. 11–16.

Comparison of fatty acid composition of different types of edible oils

Kudryakov D.N., Frolov D.I.

Abstract. In recent years, there has been a growing interest in the composition of fatty acids and the effects of oils on human health. Fish oil is a rich source of omega-3 fatty acids, and vegetable oils (nut, sunflower, pumpkin, olive) are a good source of linoleic acid. In flaxseed oil, alpha-linolenic acid is the main representative of fatty acids. The aim of this study was to determine the fatty acid composition of oils from fish, flaxseed, walnut, pumpkin, olive and sunflower oils, as well as the potential impact on human health when consuming them.

Keywords: fatty acid composition, fish oil, vegetable oils, PUFA, MUFA.

For citation: Kudryakov D.N., Frolov D.I. Comparison of fatty acid composition of different types of edible oils. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 4. pp. 11–16. (In Russ.).

Введение

С ростом требований потребителей к более здоровой пище жиры животного и растительного происхождения привлекают все больше внимания как важный источник биологически активных соединений.

Диетические жиры состоят из смеси различных жирных кислот, которые классифицируются как насыщенные, моновенасыщенные (МНЖК) и полиненасыщенные (ПНЖК) жирные кислоты. Кроме того, ненасыщенные делятся на серии омега: ω -9, ω -3 и ω -6. Хотя ω -9 не являются незаменимыми для человека, некоторые полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 и омега-6 (ПНЖК) считаются незаменимыми жирными кислотами, поскольку они не производятся организмом человека и поступают с пищей. Альфа-линоленовая кислота (ALA) жирная кислота омега-3 и линолевая кислота (LA) жирная

кислота омега-6 являются незаменимыми жирными кислотами для человека. ALA является предшественником двух важных длинноцепочечных жирных кислот омега-3 — эйкозапентаеновой кислоты (EPA) и докозагексаеновой кислоты (DHA). Основные источники растительного происхождения ALA содержатся в грецких орехах, льняном семени, льняном масле, рапсовом масле и соевом масле, тогда как EPA и DHA содержатся преимущественно в жирной рыбе. LA содержится в немодифицированных растительных маслах из кукурузы, хлопка, кунжута и подсолнечника. Метаболизм ALA и LA связан с взаимодействием с определенными ферментами и поэтому трансформируется двояко. Во-первых, они ненасыщены из-за потери атомов водорода, что приводит к увеличению количества двойных связей в них. Во-вторых, эти жирные кислоты можно сделать длиннее за счет добавления атомов углерода для удлинения цепи. Этот тип реакции позволяет превращать ALA в EPA и DHA.

Эти длинноцепочечные жирные кислоты в конечном итоге образуют химические соединения, известные как эйкозаноиды [4]. Сочетание растительного масла и морских источников жирных кислот омега-3 дает положительный эффект на снижение сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [5], снижение уровня сахара в крови и уменьшение воспаления [6]. Омега-3 обладают потенциалом предотвращения рака [7] и важны для правильного функционирования жизненно важных органов, таких как мозг и глаза, в сочетании с витаминами и каротиноидами они защищают человека. кожа от повреждения солнцем.

Целью данного исследования является определение жирнокислотного состава рыбьего жира, льняного масла, масла грецкого ореха, тыквенного масла, оливкового масла первого отжима, оливкового масла и подсолнечного масла, а также потенциального воздействия на здоровье человека при их потреблении.

Объекты и методы исследований

Исследования проводятся с различными маслами, приобретенными в продаже. Экстракцию общих липидов проводили согласно ГОСТ ISO 734-2-2016.

Результаты и их обсуждение

Содержание насыщенных жирных кислот в исследованных маслах представлено в таблице 1. Основными представителями этой группы жирных кислот являются миристиновая (C14:0), пальмитиновая (C16:0) и стеариновая (C18:0) кислоты. Рыбий жир имеет значительно более высокое содержание миристиновой и пальмитиновой кислот по сравнению с растительными маслами, однако в последних наблюдается более высокий уровень стеариновой кислоты. Льняное масло обладает самым низким содержанием пальмитиновой кислоты. По данным исследователей ореховые масла содержат от 5,6% до 5,8% пальмитиновой кислоты и следовые количества миристиновой кислоты <0,1%, что соответствует нашим результатам.

В таблице 2 представлено содержание мононенасыщенных жирных кислот (г/100 г жира) в различных маслах. Всего в этом исследовании было идентифицировано 25 МНЖК. Среди них с самым высоким содержанием C-18:1c9. Наибольшее его содержание содержится в тыквенном и оливковом маслах, за ними следуют рыбное и подсолнечное масла.

Нетрадиционные масличные культуры важны, поскольку они обладают специфическими химическими свойствами и могут использоваться в качестве пищевых добавок. Научный опыт показывает, что применение масла семян тыквы на крысах улучшило их липидный профиль и функции печени и может применяться при лечении гиперхолестеринемии [3], а содержание олеиновой кислоты может

достигать 38%, что согласуется с нашими результатами.

Семена тыквы используются во многих странах для производства масла или белка. Содержание жира в разных сортах тыквы варьируется в пределах 38-60%. Благодаря высокому содержанию ненасыщенных жирных кислот масло из семян тыквы используют в диетическом питании. Масло семян тыквы традиционно используется в медицине во многих странах, таких как Китай и Америка, и используется для лечения заболеваний предстательной железы и мочевого пузыря, вызванных гиперплазией. Экстракт семян тыквы оказывает противодиабетическое, противоопухолевое, антибактериальное, противораковое, антиоксидантное и антимуутагенное действие, также обнаружено снижение уровня холестерина в сыворотке крови. Польза для здоровья тыквенного масла обусловлена содержанием в нем макро- и микроэлементов, белков, тритерпенов, лигнанов, фитостеролов, ПНЖК, антиоксидантных фенольных соединений, каротиноидов, токоферола и минералов [1]. Применяется при лечении синдрома раздраженного кишечника, воспаления предстательной железы, атеросклероз, камни в почках и регулируют уровень холестерина в плазме крови. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот в масле семян тыквы позволяет заменить в пищевой промышленности масла с высоким содержанием насыщенных жирных кислот.

Оливковое масло является примером функционального продукта питания с различными компонентами, которые могут способствовать общим терапевтическим характеристикам. Оливковое масло известно своим высоким содержанием МНЖК, а также хорошим источником фитохимических веществ, включая полифенольные соединения, сквален и альфа-токоферол [2]. Оливковое масло — это масло, полученное из плодов оливкового дерева, традиционно выращиваемого в регионе Средиземноморского бассейна. Состав масла зависит от качества сырья, условий технологической обработки и хранения. Оливковое масло является одним из самых полезных источников жиров в питании человека благодаря высокому содержанию МНЖК с основным агентом олеиновой кислотой (55-83%). Оливковое масло является основным источником пищевых жиров в Средиземноморском регионе, и среди населения наблюдается более низкая заболеваемость хроническими дегенеративными заболеваниями, особенно ишемической болезнью сердца, раком молочной железы, кожи и толстой кишки. Продукты, полученные из оливок, в древности использовались как афродизиаки, смягчающие, успокаивающие, тонизирующие, слабительные и пищевые добавки. Традиционно их используют для лечения колик, алопеции, паралича, ревматических болей, радикулита и гипертонии. Оливковое масло первого холодного отжима и его экстракты защищают ткани печени от окислительного поврежде-

Таблица 1 – Содержание насыщенных жирных кислот (г/100 г) в исследуемых маслах

Насыщенные жирные кислоты	Рыбий жир	Льняное масло	Масло грецкого ореха	Тыквенное масло	Оливковое масло	Подсолнечное масло
C-14:0	5,18	0,07	0,06	0,12	0,02	0,17
C-15:0	0,34	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
C-16:0	14,29	5,72	6,11	12,32	13,18	7,54
C-17:0	0,24	0,06	0,06	0,08	0,15	0,06
C-18:0	3,02	5,81	2,43	5,24	27,19	16,43
C-20:0	0,32	0,19	0,08	0,37	0,21	0,16
C-22:0	0,32	0,15	0,02	0,13	0	0,07
C-23:0	0	0,01	0,01	0,04	0	0,01
C-24:0	0,04	0,03	0	0,07	0	0
C-25:0	0	0	0	0	0	0,01

Таблица 2 – Мононенасыщенные жирные кислоты (г на 100 г жира) в тестируемых маслах

Мононенасыщенные жирные кислоты	Рыбий жир	Льняное масло	Масло грецкого ореха	Тыквенное масло	Оливковое масло	Подсолнечное масло
C-12:1 ω -1	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
C-14:1 ω -5	0,02	0	0,01	0	0,01	0,02
C-15:1 ω -5	0,06	0	0	0	0	0
C-16:1 ω -7	0,2	0,08	0,1	0,12	0,48	0,15
C-16:2 ω -4	0,59	0	0,01	0,01	0	0
C-17:1 ω -7	0,17	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02
C-16:3 ω -4	0,5	0	0	0	0	0,01
C-18:1t4	0,03	0	0,01	0,02	0,11	0,12
C-18:1t5/6/7	0	0	0	0,01	4,13	1,45
C-18:1t9	0,03	0,02	0,01	0,02	8,89	4,88
C-18:1t10	0,07	0,02	0,02	0,01	3,06	3,01
C-16:4 ω -1	0,01	0,01	0,02	0,03	0	0
C-18:1t11	1,28	0	0,01	0	1,53	2,6
C-18:1c9/C-18:1t12/13/	29,91	19,04	17,45	37,2	36,52	27,03
C-18:1t15/C-18:1c11	3,27	0,58	0,72	0,67	1,22	1,15
C-18:1c12	0,02	0	0	0	0,39	1,06
C-18:1c13	0,15	0,01	0,01	0,01	0,14	0,23
C-18:1t16	0	0	0	0	0,13	0,25
C-18:1c14	0	0,01	0	0	0,14	1,02
C-18:1c15	0,02	0,03	0	0	0,01	0,12
C-20:1 ω -9	4,04	0,1	0,18	0,09	0,02	0,04
C-22:1 ω -11	3,33	0,01	0,01	0,01	0	0
C-22:1 ω -9	0,05	0,07	0,02	0,01	0	0
C-24:1 ω -9	0,2	0	0	0	0	0,01

ния, предотвращая чрезмерное перекисное окисление липидов.

Наибольшее содержание вакценовой кислоты (C-18:1t11) представлено в подсолнечном масле, наименьшее – в рыбьем, а в льняном, ореховом и тыквенном маслах эта жирная кислота не обнару-

жена. Максимальное содержание кислот C-20:1n9 и C-22:1n11 отмечено в рыбьем жире.

Данные о содержании полиненасыщенных жирных кислот (г/100 г жира) в различных маслах представлены в таблице 3. Основным компонентом ПНЖК грецкого ореха является линолевая кислота (ЛК-18:2c9,12/19:0). тыква, подсолнечное масло.

Таблица 3 – Полиненасыщенные жирные кислоты (г/100 г жира) в анализируемых маслах

Полиненасыщенные жирные кислоты	Рыбий жир	Льняное масло	Масло грецкого ореха	Тыквенное масло	Оливковое масло	Подсолнечное масло
C-18:2 ω 9,12	0,01	0	0	0	0,16	0,96
C-18:2 ω 9,12/19:0	8,43	11,58	62,69	42,64	1,3	27,21
gC-18:3 ω -6	0,06	0,05	0,06	0,05	0,28	2,96
AC-18:3 ω -3	3,08	56,08	9,61	0,42	0,05	0,02
CLA9 ω с,11 ω t	0	0	0	0	0	0,21
C-18:4 ω -3	1,67	0,01	0	0	0	0,16
C-20:2 ω -6	0,72	0,01	0,03	0	0	0
C-20:3 ω -6	0,18	0	0	0	0	0
C-20:4 ω -6	0,52	0	0	0	0	0
C-20:3 ω -3	0,31	0,03	0	0	0	0
C-20:5 ω -3	8,69	0	0	0	0	0
C-22:2 ω -6	0,07	0,02	0,02	0,06	0	0,04
C-22:5 ω -3	1,36	0	0	0	0	0
C-22:6 ω -3	6,09	0,02	0,02	0	0	0

Было установлено высокое содержание ПНЖК в масле из орехов (71%), что определяет его низкую окислительную стабильность. Содержание линолевой кислоты в масле орехов варьируется от 49% до 55%. В четырех сортах грецких орехов была определена линолевоая кислота в количестве от 49 до 54%. В подсолнечном масле содержание линолевой кислоты (C18:2) колеблется от 61,37 до 62,65%, во всех подсолнечных маслах содержание линоленовой кислоты (C18:3) составляет всего 0,7%.

Максимальное содержание альфа-линоленовой кислоты (ALA C-18:3 (ω -3)) определено в льняном масле, тогда как очень низкое содержание ALA обнаружено в оливковом, салатном и подсолнечном маслах.

Льняное семя является важным функциональным пищевым ингредиентом, богатым ALA, жирными кислотами омега-3, лигнанами и клетчаткой, которые имеют потенциальную пользу для здоровья человека, снижая развитие сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза, диабета, рака, артрита, остеопороза, аутоиммунных и неврологических расстройств. Льняное масло как функциональный пищевой ингредиент, входящий в состав выпечки, соков, молока и молочных продуктов, тортов, макаронных изделий и мясных продуктов. Льняное масло применяется для профилактики и лечения рака, поскольку основное внимание уделяется раку молочной железы, раку толстой кишки и раку простаты. Льняное масло богато ALA, как подсолнечное и сафлоровое масло.

Эйкозодиеновая кислота (C20:2 (ω -6)) в рыбьем жире составляет 0,72 г/100 г жира, тогда как в маслах криля и грецкого ореха содержание этой жирной кислоты минимально (0,06 и 0,03 г/100 г соответственно). В рыбьем жире в большей концентрации находятся дигомо-гамма-линоленовая (C20:3n6), арахидоновая (C20:4 ω -6), эйкозатриено-

вая (C20:3 ω -3), докозодиеновая (C22:2 ω -6) кислоты. Максимальное содержание эйкозапентаеновой кислоты (EPA C-20:5 ω -3) также было измерено в рыбьем жире. Остальные масла, кроме масла криля, не содержат эту жирную кислоту.

Наибольшее содержание докозагексаеновой кислоты (DHA C-22:6 ω -3) определено в рыбьем жире, но не обнаружено в остальных маслах. Содержание EPA в рыбьем жире может варьироваться от 20 до 250 мг/г жирных кислот и зависеть от вида рыбы, из которой он получен.

Существует три основные жирные кислоты омега-3, которые благотворно влияют на здоровье человека: альфа-линоленовая кислота (ALA, C18:3), эйкозапентаеновая кислота (EPA, C20:5) и докозагексаеновая кислота (DHA, C22:6). ALA является важной жирной кислотой, которая превращается в длинноцепочечные жирные кислоты омега-3, такие как EPA и, необязательно, DPA. EPA и DPA обнаружены в основном в рыбе и обладают кардиопротективными свойствами.

Многочисленные клинические исследования доказали пользу для здоровья сердечно-сосудистой системы и психического здоровья от включения в рацион длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот омега-3, а именно эйкозапентаеновой кислоты (EPA) и докозагексаеновой кислоты (DPA). Некоторые виды рыбьего жира являются хорошими источниками жирных кислот омега-3, но не пригодны для использования в пищевых продуктах, так как изменяют органолептические показатели продукта и поэтому предпочтительным является добавление различных растительных масел, полученных из масличных культур, например, масла из семян тыквы, льна, семени и грецкие орехи, содержащие альфа-линоленовую кислоту. Использование рыбы и рыбьего жира в качестве источника жирных кислот омега-3 снижает риск сердечно-сосудистых

заболеваний, инсультов и внезапной смерти при вторичной профилактике, а применение источника ALA полезно при первичной профилактике вышеперечисленных заболеваний.

Общее количество трансизомеров олеиновой кислоты (S C18: Itrans FA) наибольшее в оливковом и подсолнечном маслах и минимальное в льняном, тыквенном и ореховом маслах. Суммарное количество цис-изомеров олеиновой кислоты (S C18:1цис) наибольшее в тыквенном и оливковом маслах. Общее содержание МНЖК составляет от 56,89 г/100 г жира в оливковом масле до 18,62 г/100 г жира в масле грецкого ореха, что обусловлено содержанием олеиновой и вакценовой кислот. Содержание МНЖК в рыбном и подсолнечном маслах находилось в пределах от 47,72 до 43,21 г/100 г жира. Наибольшее содержание ПНЖК было в ореховом и льняном маслах. В два раза ниже было содержание ПНЖК в подсолнечном и рыбьем жирах. Очень низкое содержание ПНЖК было обнаружено и в оливковом масле.

Анализируемые масла имеют различное содержание жирных кислот омега-3. Самая высокая концентрация обнаружена в льняном масле, которое в 2,6–5,8 раза превышает содержание в рыбьем, крилевом и ореховом маслах. Остальные масла имели очень низкое содержание жирных кислот омега-3. Наибольшее содержание жирных кислот омега-6 обнаружено в масле грецкого ореха. В тыквенном, подсолнечном и салатном маслах определено содержание от 42,75 до 32,23 г/100 г жира. Самый низкий показатель обнаружен в оливковом масле.

Соотношение между двумя группами жирных кислот омега-6/омега-3 широко варьируется в зависимости от преобладающего содержания жирных кислот омега-3 или омега-6. Хорошее количественное соотношение содержится в рыбьем, льняном и ореховом маслах. В других маслах из-за низкого содержания омега-3-жирных кислот оно высокое – от 100,17 до 168,03. Считается, что продукты с соотношением омега-6/омега-3 < 5 имеют низкий фактор риска для здоровья человека. Низкое соотношение жирных кислот омега-6/омега-3 более желательно для снижения риска многих хронических заболеваний.

Избыточное количество полиненасыщенных жирных кислот омега-6 (ПНЖК) и очень высокое

соотношение омега-6/омега-3 способствуют патогенезу многих заболеваний, включая сердечно-сосудистые, раковые, воспалительные и аутоиммунные заболевания. Для их подавления необходимо увеличить содержание омега-3 ПНЖК. При вторичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний соотношение омега-6/омега-3 4/1 снижает смертность на 70%. Соотношение 2,5/1 снижает пролиферацию клеток у пациентов с колоректальным раком, тогда как соотношение 4/1 с тем же количеством ПНЖК омега-3 не оказывает никакого эффекта. Низкое содержание омега-6/омега-3 у женщин с раком молочной железы связано со снижением риска. Соотношение 2-3/1 подавляет воспаление у больных ревматоидным артритом, 5/1 оказывает благоприятное воздействие на больных астмой, а соотношение 10/1 имеет нежелательные последствия. Эти исследования показывают, что оптимальное соотношение может варьироваться в зависимости от заболевания. Вполне возможно, что терапевтическая доза жирных кислот омега-3 зависит от тяжести заболевания.

Выводы

Анализ жирных кислот рыбы, льняного, орехового, тыквенного, оливкового и подсолнечного масел дает основание подвести итоги. Насыщенные жирные кислоты в растительных маслах содержатся в относительно низкой концентрации по сравнению с оливковым маслом. Масла богаты ненасыщенными жирными кислотами от 58,7 до 91,06 г/100 г жира, что положительно скажется на диетической пользе, за счет высокого содержания в растительных маслах биологически активных соединений - олеиновой, линолевой и линоленовой кислот и эйкозапентаеновой, докозагексаеновой и докозапентаеновой жирные кислоты в рыбьем жире. Конъюгированная линолевая кислота представлена только в подсолнечном масле 0,21 г/100 г жира. С точки зрения омега-3-жирных кислот наибольшее содержание определено в льняном, рыбьем и ореховом маслах. Эти масла имеют хорошее соотношение жирных кислот омега-6/омега-3. Это дает нам основание полагать, что эти масла лучше всего подходят для диетического и здорового питания.

Литература

- [1] Gohari A. A., Farhoosh R., Haddad K. M. H. Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) grown in Iran. – 2011.
- [2] Hwang J., Jun H. S., Shim E. Rates of change in tissue fatty acid composition when dietary soybean oil is switched to olive oil //Journal of Health Science. – 2010. – Т. 56. – №. 3. – С. 275-286.

References

- [1] Gohari A. A., Farhoosh R., Haddad K. M. H. Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) grown in Iran. - 2011.
- [2] Hwang J., Jun H. S., Shim E. Rates of change in tissue fatty acid composition when dietary soybean oil is switched to olive oil //Journal of Health Science. - 2010. - Т. 56. - №. 3. - С. 275-286.

- [3] Ramadan M. F. et al. Apricot and pumpkin oils reduce plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations in rats fed a high-fat diet //Grasas y aceites. – 2011. – Т. 62. – №. 4. – С. 443-452.
- [4] Riediger N. D. et al. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease //Journal of the American Dietetic Association. – 2009. – Т. 109. – №. 4. – С. 668-679.
- [5] Васильев А. П., Стрельцова Н. Н. Омега-3-жирные кислоты в кардиологической практике //Consilium Medicum. – 2017. – Т. 19. – №. 10. – С. 96-104.
- [6] Исаев В. А., Симоненко С. В., Прохорович Е. А. ПНЖК омега-3 в коррекции нарушений при сахарном диабете II типа //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – №. 11. – С. 30-33.
- [7] Руднов В. А. Клинические перспективы использования омега-3 жирных кислот в интенсивной терапии критических состояний, осложненных синдромом системного воспаления // Инфекции в хирургии. – 2007. – Т. 5. – №. 4. – С. 25-30.
- [3] Ramadan M. F. et al. Apricot and pumpkin oils reduce plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations in rats fed a high-fat diet //Grasas y aceites. - 2011. - Т. 62. - №. 4. - С. 443-452.
- [4] Riediger N. D. et al. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease //Journal of the American Dietetic Association. - 2009. - Т. 109. - №. 4. - С. 668-679.
- [5] Vasiliev A. P., Streltsova N. N. Omega-3-fatty acids in cardiological practice //Consilium Medicum. - 2017. - Т. 19. - №. 10. - С. 96-104.
- [6] Isaev V. A., Simonenko S. V., Prokhorovich E. A. Omega-3 PUFAs in the correction of disorders in type II diabetes // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2017. - №. 11. - С. 30-33.
- [7] Rudnov V. A. Clinical prospects for the use of omega-3 fatty acids in intensive therapy of critical conditions complicated by systemic inflammation syndrome // Infections in surgery. - 2007. - Т. 5. - №. 4. - С. 25-30.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Кудряков Дамир Наилевич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Kudryakov Damir Nailevich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>