

Исследование влагосодержания шротов и клетчатки овса и проектирование на их основе технологии смузи геродиетического назначения

Дьяков А.Г., Торяник А.И.

toryanik@abv.bg

Харьковский государственный университет питания и торговли, Институт пищевых технологий

Свидло К.В., Липовой Д.В.

karinasvidlo@rambler.ru

Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета

В статье представлены исследования изменения влагосодержания шротов и клетчатки семян овса в зависимости от гидромодуля и времени набухания, изучено прочность связи влаги данных объектов методом ЯМР-спектроскопии. Установлено, что на величину влагосодержания влияет химический состав шротов. На основании полученных данных построена модель технологии овощного смузи.

Ключевые слова: геродиететика, смузи, влагосодержание

Современный этап развития человеческого общества характеризуется, с одной стороны, выдающимися достижениями науки, техники и технологии, с другой - резким ухудшением экологической ситуации, изменением образа жизни, ростом психоэмоциональных нагрузок, постоянным дефицитом времени, изменением характера питания. Образ жизни и питание являются важнейшими факторами, определяющими здоровье человека, его работоспособность, умение противостоять всем видам неблагоприятных внешних воздействий, что и определяет продолжительность и качество жизни человека. Пищевые вещества обеспечивают организм человека пластическим материалом и энергией, определяют его здоровье, физическую и творческую активность, способность к воспроизводству, продолжительность жизни. Особую группу продуктов, обеспечивающих реализацию указанных задач питания, представляют продукты функционального назначения.

В последние десятилетия появилось принципиально новое направление в технологии напитков - drinksbreakfast (напитки-завтраки или смузи) [1]. Смузи представляют собой плотный вязкий продукт, который является напитком и быстрым завтраком с добавлением молочной и фруктовой частей, пищевых

волокон и витаминов, то есть по химическому составу является продуктом очень близким к требованиям геродиететики.

Рынок «здоровых» напитков в Украине и мире в целом постоянно растет, его сегмент напитки специального назначения не сформирован полностью. Вместе со спортивными и тонизирующими напитками в мире еще только формируется сегмент напитков геродиетического назначения.

Обычно для изготовления смузи используют высококачественное натуральное сырье. Так, в Швейцарии популярные смузи содержат 20% обезжиренного кислого молока и 52% фруктового сока (ТМ CoopBettyBossi), в Нидерландах распространены смузи на основе нежирного йогурта, малого количества сахара и 60% натурального сока лайма или персика (ТМ SisiFrutmania), Великобритания предпочитает смузи с соевым экстрактом и высоким содержанием кусочков фруктов (ТМ TomSoya), с натуральным морковным соком (ТМ Innocent), в Ирландии производят смузи с более чем 50%-ным содержанием кусочков фруктов в сочетании с нежирным йогуртом (ТМ Tropicana Smoothies) [2].

При проведении научных исследований по созданию новых технологий смузи необходимо знать изменения влагосодержания в зависимости от использования новых ингредиентов и технологических режимов их обработки. Во многих случаях именно состояние влаги является основным показателем, влияющим на качественные показатели готового продукта. Поэтому исследования состояния влаги является актуальной задачей при проектировании новой технологии смузи.

2. Материалы и методы

Исследование степени набухания шрота и клетчатки из семян овса проводились при постоянной комнатной температуре (23 °С). Для определения степени набухания принимали исследуемый объект (шрот или клетчатку) весом 1 г заливали 10, 15 и 20 г жидкости в соответствии с определенным гидромодулем (1:10, 1:15, 1:20). Исследуемый объект набухал 10... 90 мин. и с шагом в 10 мин. проводили центрифугирование при центробежной скорости 1000, 2000 и 3000 об / мин. в течении 1 и 2 минут. После чего взвешивали количество жидкости, которая выделилась, и дальше степень набухания исследуемого объекта определяли стандартным гравиметрическим способом по формуле (1) [3].

(1)

где m_0 и m – навеска полимера до и после набухания.

Согласно общей теории проведения экспериментальных исследований [4] нами была построена таблица, в которой воспроизведены полученные результаты. В таблице 1 приведены данные по степени набухания шротов и

клетчатки в зависимости от времени набухания для гидромодуля 1:20, которые центрифугировали при центробежной скорости 1000об/хв. В течении 1 минуты.

Наблюдения ядерного магнитного резонанса проводят на спектрометрах ЯМР, упрощенная схема измерительного блока которых приведена на рис. 1.

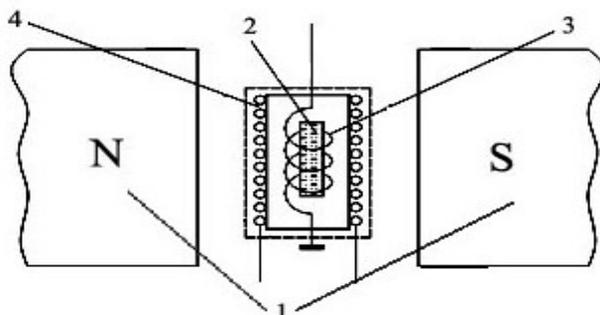


Рисунок 1. Схема измерительного блока спектрометра ЯМР:

1 - постоянный магнит, 2 – исследуемый образец, 3 - радиочастотная катушка 4 - термостат.

Существуют стационарные и нестационарные методы наблюдения ядерного магнитного резонанса. Одним из нестационарных методов есть метод спинового эха предложенный Ханом [5]. Этот метод с успехом используется для изучения релаксационных процессов и молекулярной подвижности в жидкостях.

В методе Хана на исследуемый образец, который находится в магнитном поле, подаются два радиочастотных импульса с интервалом времени τ , после чего на расстоянии 2τ возникает сигнал спиновой луны, амплитуда которой определяется по формуле

$$A = A_0 \exp\left[-\frac{2\tau}{T_2} - \frac{2}{3} \gamma^2 G^2 D \tau^3\right], \quad (2)$$

где T_2 – время спин-спиновой релаксациі, γ – гиромагнитное соотношение исследуемых ядер, G – градиент постоянного магнитного поля, D – коэффициент самодиффузии.

Таким образом, рассмотренный двухимпульсный метод спинового эха можно использовать для исследования времени спин-спиновой релаксации T_2 и коэффициента самодиффузии D . В случае малой подвижности молекул воды в исследуемом образце можно пренебречь вторым слагаемым в скобках уравнения (2), тогда амплитуда спиновой эхо будет определяться упрощенным выражением

$$A = A_0 \exp\left[-\frac{2\tau}{T_2}\right] \quad (3)$$

На импульсном спектрометре ЯМР методом Хана было проведено исследование образцов шрота и клетчатки овса. В эксперименте проводились

измерения амплитуды спинового эха в зависимости от τ . Время спин-спиновой релаксации T_2 рассчитывалось по формуле (3).

3. Результаты исследований

Комбинированным источником пищевых волокон и аминокислот для продуктов питания является сырье растительного происхождения. Наибольшее содержание пищевого волокна отмечают во вторичных продуктах переработки зерна (шротах, клетчатке и т.п.). Такой выбор объектов исследования обусловлен доступностью и неисчерпаемостью сырьевой базы органических полимеров и полезностью для организма незаменимых компонентов растительного сырья в геродиетическом питании. Технологический процесс, который используется, характеризуется входными и выходными переменными. Для каждого из объектов исследования (шрота и клетчатки) можно построить свою математическую модель, которая позволит спроектировать оптимальные параметры технологического процесса.

Анализируя литературные источники и результаты предыдущих исследований [6-7] было признано целесообразным установить следующие пределы изменения входных величин для каждого образца: время обработки 10 ... 90 мин., гидромодуль в пределах 1:10 ... 1:20. При проведении исследований использованы обратные значения гидромодуля, которые менялись в пределах 0,1 - 0,05.

На основании данных полнофакторного эксперимента для исследуемых объектов в зависимости от времени набухания для гидромодуля 1:20, которые центрифугировали при центробежной скорости 1000 об/мин. в течение 1 минуты была построена диаграмма (рис.1), которая позволяет визуально оценить зависимость между входными показателями и значением влагосодержания. Очевидно, что набухание шротов и клетчатки интенсивно в течении первых 20 ... 30 мин. и достигает максимума для шрота после 40 мин. набухания и для клетчатки - после 50 мин. набухания. Причем клетчатка адсорбирует влагу и прочно связывает ее в большем количестве, чем шрот.

На рисунке 1 видно, что интенсивность адсорбирования влаги шротом овса больше, чем клетчаткой овса. Причем рост влагосодержания в гидротированных шроте и клетчатке примерно одинаков в течении 60 минут набухания. В последующие 30 минут набухания наблюдается снижение влагосодержания в гидротированных системах, причем клетчатка отдает влагу лучше. Это обусловлено, во-первых, существенной разницей химического состава шрота и клетчатки, во-вторых, разной дисперсностью объектов исследования.

Повышенные значения влагосодержания продуктов вторичной переработки семян овса связано с присутствием в составе этих фракций значительного количества плодовой оболочки, богатой сложными полисахаридами - целлюлозой и гемицеллюлозой, которые и отличаются высокой способностью к набуханию. Существенную разницу кинетики влагосодержания шрота и клетчатки овса можно объяснить анализируя данные полученные путем исследования образцов на спектрометре ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Таблица 1.- Степень набухания шрота и клетчатки овса в зависимости от времени набухания при гидромодуле 1:20

Название	Степень набухания сырья (%) у такой термін, хв.								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Шрот овса	215	230	250	280	290	290	280	275	260
Клетчатка овса	200	250	265	290	300	290	275	260	235

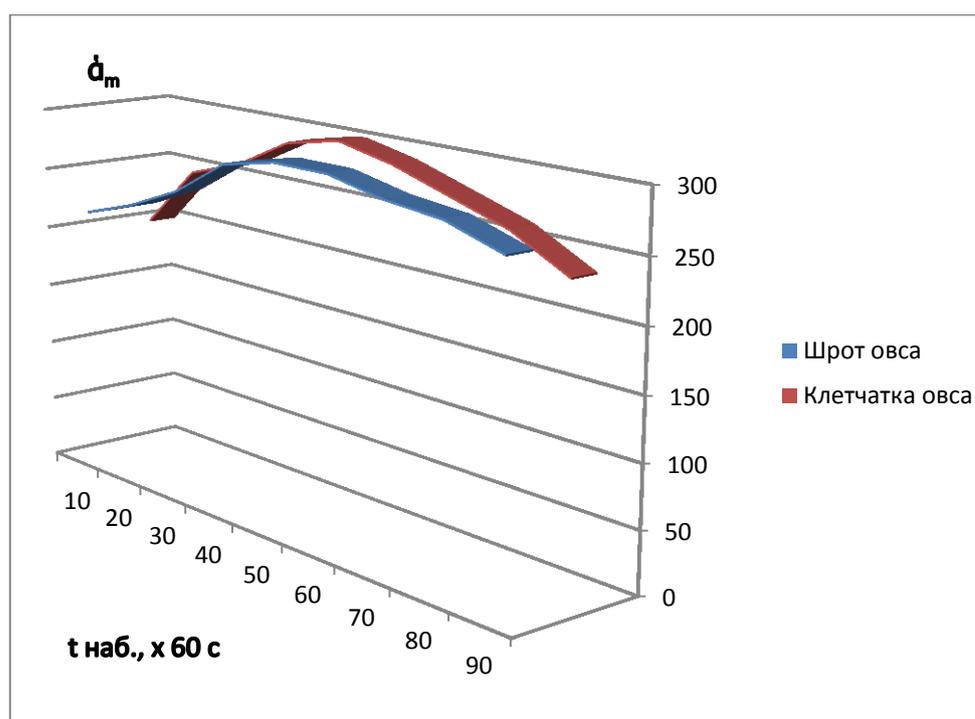


Рисунок 1. Зависимость степени набухания шрота и клетчатки семян овса от времени для гидромодуля 1:20 при температуре 23 °С

Пищевые продукты имеют широкий спектр влагосодержания от единиц процентов в высушенных продуктах до почти 100 процентов в напитках. Значительную информативность о состоянии влаги в пищевых продуктах дает метод ядерного магнитного резонанса. Информативным измерительным

параметром является время спин-спиновой релаксации T_2 , значение которого существенно зависит от молекулярной подвижности молекул воды в исследуемом образце. В системах с малой молекулярной подвижностью время спин-спиновой релаксации T_2 имеет малую величину, в то время как в системах с большой молекулярной подвижностью время T_2 значительно возрастает. Таким образом, учитывая, что связанная влага в пищевом продукте имеет малую подвижность, а свободная большую по данным измерения времени спин-спиновой релаксации, можно судить о наличии в продукте связанной или свободной влаги. Результаты исследования приведены в табл.2.

Анализируя полученные результаты можно констатировать, что в исследованных объектах время спин-спиновой релаксации T_2 по отношению к свободной воде мало. Это означает, что в данных объектах исследования подвижность молекул воды мала, т.е. связанной влаги тут больше, чем свободной.

Таблица 2. - Время спин-спиновой релаксации T_2 для шрота и клетчатки овса

Название	T_2 , сек
Шрот овса	0,067
Клетчатка овса	0,069

Ряд исследований диетологов показал [8, 9], что употребление гипокалорийных диет с включением низкожирных молочных продуктов, овощей, фруктов, зерновых и бобовых продуктов сопровождается существенным улучшением состояния больных, а именно, значительно снижается систолическое и диастолическое артериальное давление, уменьшается гликемия натощак.

Учеными доказано [8-10], что ухудшение действия инсулина происходит под влиянием избыточного потребления жира, особенно насыщенных жиров и транс- изомеров жирных кислот. Показано, что ПНЖК ω -3 имеют профилактическое действие в отношении развития инсулинорезистентности, обусловленной высокожирных диетой. ПНЖК ω -6 ингибируют встраивание эйкозопентоеновой кислоты в мембраны клеток (тромбоцитов, эритроцитов, нейрофилов, моноцитов и гепатоцитов), чем и снижают чувствительность к инсулину. Таким образом, повышенный уровень ПНЖК ω -3 приводит к улучшению чувствительности к инсулину, а высокое соотношение ПНЖК ω -6 / ω -3 ассоциируют с повышением инсулина натощак. Изокалорийная замена НЖК на ПНЖК приводит к улучшению чувствительности к инсулину, снижению содержания абдоминального жира без изменения соотношения окружности талии к окружности бедра, а также процентного содержания жировых масс. Потребление лактозы также позитивно для

инсулинорезистентности, тогда как потребление глюкозы, фруктозы и других углеводов негативно влияют на инсулинорезистентность.

Разновидности пищевых волокон и резистентный крахмал также положительно влияют на чувствительность к инсулину. Это влияние обусловлено образованием под действием указанных нутриентов на коротко звеньевые жирные кислоты, которые задерживают глюконеогенез в печени, секрецией гастроинтестинальных гормонов и положительное влияние на моторно - эвакуаторную функцию толстой кишки при активизации ферментов поджелудочной железы [11].

На основании вышеизложенного и с позиции системного подхода проектируем технологию смузи геродиетического назначения в соответствии с рекомендациями медиков и нутрициологов по нутриентному составу продукта для профилактики метаболического синдрома. Источником ПНЖК ω -3 могут служить масла из семян льна или из семян тыквы, которые также богаты жирорастворимыми витаминами А и Е. Так, масло из семян льна содержит 0,32 мг% ретинола (витамин А) и 119 мг% токоферола (витамин Е), масло из семян тыквы – соответственно содержит 0,5 мг% и 132 мг%. Источником лактозы, потребление которой позитивно для инсулинорезистентности, выбираем йогурт, а источником пищевых волокон, которые положительно влияют на чувствительность к инсулину, могут быть шрот и клетчатка семян овса, функционально-технологические свойства которых были изучены.

Технологию смузи представлено как целостную систему, в рамках которой выделено принципиальные подсистемы - С₁, С₂, В, А, функционирование которых направлено на получение смузи геродиетического назначения (рис.2).

На рисунке 2 видно, что

- Подсистемы С₁, С₂ – это подсистемы получения отдельных полуфабрикатов с заданными показателями качества;

- Подсистема В – подсистема получения полупродукта из отдельных полуфабрикатов;

- Подсистема А - подсистема получения изделий с показателями качества и безопасности, соответствующего требованиям.

Разработка модели технологической системы производства смузи «Оksamит» дает возможность более детально рассмотреть основные процессы, которые проходят на всех этапах технологического процесса, а также определить их оптимальные режимы.

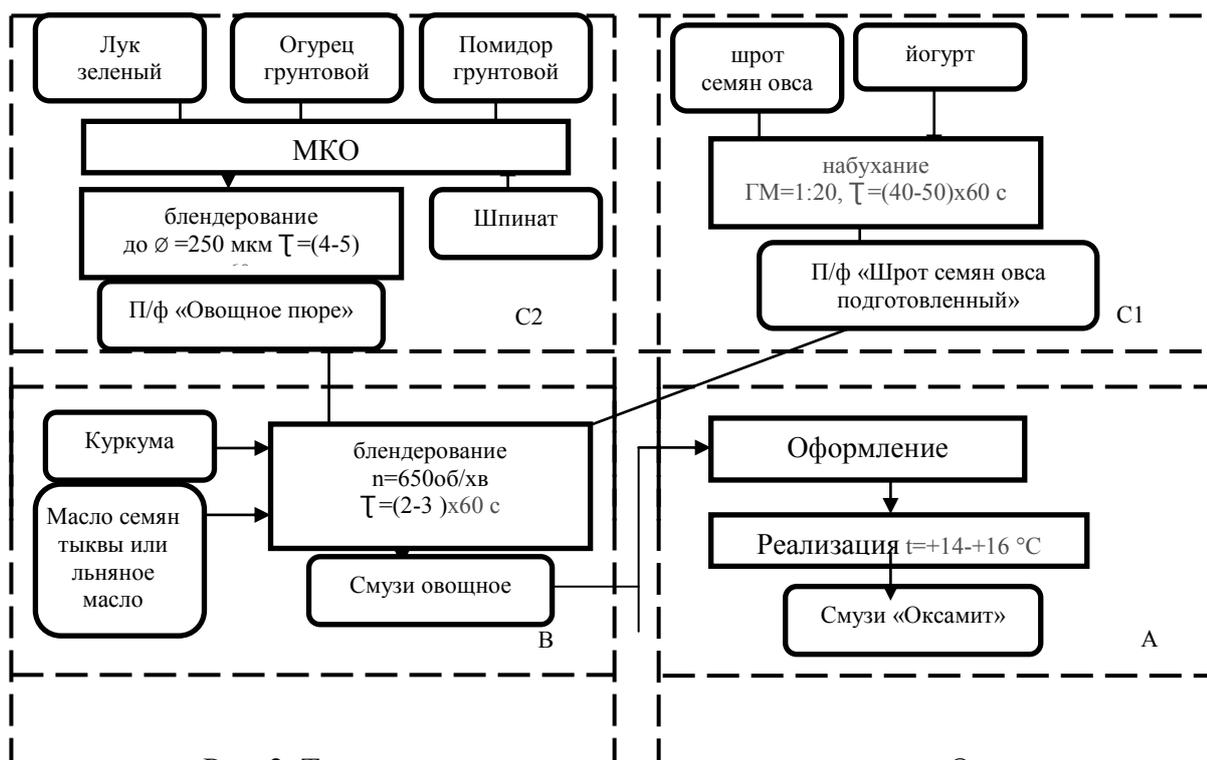


Рис. 2. Технологическая схема приготовления смузи «Оксамит»

Качество смузи геродиетического назначения исследовали на соответствие стандартам по показателям органолептической оценки, а также физико-химическим, микробиологическим показателям продукции. Акты дегустаций смузи геродиетического назначения в ЧП «Фоломиева», ООО «Восторг» и презентационно-выставочного мероприятия «Дни Московской области в Харькове», который проводился под патронатом Правительства Московской области и Харьковской областной государственной администрации, свидетельствуют о том, что смузи геродиетического назначения имеет прекрасный внешний вид и соответствующую консистенцию. По органолептическим показателям смузи отвечает требованиям высококачественной продукции, что было установлено на основе обобщения экспертных оценок.

4. Выводы

Рациональное время набухания клетчатки и шрота овса находится в пределах 40 ... 50 минут. Для клетчатки и шрота овса состояние воды в гидратированных объектах одинаково. Данная работа была проведена в рамках госбюджетных тем, а именно 2-11 ФБ «Исследование состояния и структуры влаги в пищевых продуктах методами ЯМР и ЭПР спектроскопии», которая выполняется в Харьковском государственном университете питания и торговли

и темы № 0112U001797 «Теоретическое обоснование и разработка современных конкурентоспособных технологий смузи-продукции специального назначения», которая выполняется в Киевском национальном торгово-экономическом университете и его подразделении ХТЭИ КНТЭУ.

Список литературы

1. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос.[для студ. вищ. навч. закл.] / І.В. Сирохман, В.М.Завгородня. – К.:Центр учбової літератури, 2009. – 544с.
2. Simpson Craig, Abrahams Darren, Steptoe & Johnson LLP (Brussels) Functional drinks: an uncertain future//LifeSciences, 2005.- #6. - P.47-51. [електр. ресурс] (<http://www.steptoe.com/assets/attachments/1048.pdf>)
3. Теоретичні основи харчових технологій [Текст]: навчальний посібник/ П.П.Пивоваров, [та ін.]; за ред. П.П.Пивоварова. – Х.: ХДУХТ, 2010. -363с.
4. Bhatti R. Laboratory and pilot plan sex traction and purification of β -glucans from oat grains// J. Cereal Chem.-1995. - № 22. – P.163-170.
5. Методы исследований и организация экспериментов. / под ред. проф. К.П. Власова. – Х.: Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.
6. Manthey F. A., Lee R. E., Hall C. A., Processing and cooking effects on lipid content and stability of alpha-linolenic acid in spaghetti containing ground flax // J.agr. FoodChem. – 2002. –Vol.50, N.6. – P. 1668-1671.
7. Mazza G., Oomah B. Flaxseed, dietary fiber and cyanogens// Flaxseed in Human Nutrition. – Champaign, Il:AOS Prees,1995. -№1. – P.263.
8. Зыкина В.В. Индивидуализация диетотерапии больных сахарным диабетом типа 2 на основе анализа пищевого статуса с использованием методов нутриметаболомики: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва, 2008. — 139 с.
9. Вискунова А.А. Разработка и оценка эффективности оптимизированных диетических рационов для пациентов с метаболическим синдромом: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва, 2010. — 181 с.
10. Юдочкин А.В. Современные представления о роли питания и генетических факторов в развитии метаболического синдрома/ А.В. Юдочкин, Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А., Стародубова А.В.// Вопросы питания. – Том 80, 2011.- №3.- С.18-24.
11. Бирюкова Е.В. Молекулярно-генетические, гормонально-метаболические и клинические аспекты метаболического синдрома: Дис. ... д-р. мед. наук. — Москва, 2009. — 314 с.

Project technology of gero-dietetical smoothie on basis of oat seed grit and cellulose moisture content estimation

A.G. Dyakov, A.I. Toryanik

Kharkiv National University of Catering and Trade, Institute of Food Technologies

K.V. Svidlo, D.V. Lipovyi

Kharkiv Institute of Trade and Economics of Kyiv University of Trade and Economics

The article presents research on moisture content changes of oat seed grits and cellulose against hydromodulus and swelling time. Bond strength between moist and grits cellulose was studied by determining spin-spin relaxation. It was estimated that value of moist content depends on chemical composition of grits. Model of vegetable smoothie technology was built in accordance with the obtained data.

Key words: gero-dietetics, smoothie, moist content