

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ -
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES -
PLOVDIV**



**SCIENTIFIC WORKS
Volume LIV, Issue 1
Plovdiv, October 19-20, 2007**

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**“ХРАНИТЕЛНА НАУКА, ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ 2007”**

**‘FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGIES 2007’**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том LIV, Свитък 1

Пловдив, 19 - 20 октомври 2007



Энергетические напитки с использованием зерна злаковых и бобовых культур

Ю.А. Козонова, Л.Н. Тележенко

Energy beverages with grain and leguminous industrial crops use

J.A. Kozonova, L.N. Telegenko

One of the modern trends in the food industry development is manufacturing of energy beverages. Consumption of juices and beverages per person is steady increases. These products are the source of vitamins; they have high flavoring characteristics and can slake thirst. However they calorie content is comparatively low. The purpose of our work is to increase the juices calorie content and to create beverages with new properties.

Постановка проблемы в общем виде. Рост деловой активности и расширение спектра интересов людей заставляет их пренебрегать опасностью повреждения органов пищеварения и организма в целом. Характерной чертой современности стало широкое использование в ежедневном питании так называемой продукции «быстрого потребления» и разработка различных технологий в том направлении. У ученых и врачей продукция с названием «фаст фуд» сразу вызывает негативную оценку [1]. На сегодняшний день множество ученых работают над созданием продуктов, употребляя которые, человек, с одной стороны не тратит лишнее время на еду, а с другой, – получает энергетические и биологически активные компоненты без перегрузки желудочно-кишечного тракта [2]. Для быстрого и полного усвоения, такая продукция должна быть произведена в виде напитков.

Потребление соков и напитков на душу населения стремительно растет [3]. Эти продукты обладают высокими вкусовыми свойствами, утоляют жажду, являются источником витаминов. Однако их энергетическая ценность незначительна. Целью нашей работы является повышение энергетической ценности соков – создание напитков с высокими пищевыми характеристиками.

Изложение основного материала. Подбор наиболее подходящего энергетического компонента осуществлялся с учетом химического состава, технологичности, себестоимости и доступности сырья. После проведения биохимического анализа сырья остановились на злаковых и бобовых культурах, которые достаточно распространены на Украине и имеют относительно низкую цену (горох и овес). Для придания напитку необходимой консистенции значительную массовую долю (60...70 %) в нем должен составлять сок. В качестве соковой компоненты выбрали соки, которые в наибольших масштабах производятся в Украине. Для фруктовых напитков – это яблочный сок; для овощных – морковный. Значительная массовая доля в химическом составе злаковых и бобовых принадлежит полисахаридам. Как и всем углеводным полимерам, полисахаридам присуща способность образовывать студни. Наличие даже 5 % крахмала изменяет

реологические свойства напитка. Крахмал обычно рассматривают как смесь набухших гранул, фрагментов гранул и дисперсии макромолекул, которые диффундируют как гранулы. При массовой доле крахмала в растворе 2...6 % система прибывает в виде тиксотропной реофлюидизирующей дисперсии.

Массовая доля муки злаковых и бобовых культур уже при смешивании с соком влияет на консистенцию напитка. После смешивания зерновой и соковой компоненты измеряли плотность напитков. Для напитков обогащенных горохом, плотность начинает существенно изменяться при введении муки гороха массовой долей 30 %, поэтому такую массовую долю и приняли в качестве рецептурной. Добавление к только что смешанным компонентам ферментных препаратов, на плотность напитка не влияет.

Для приготовления овсяных напитков сначала добавляли необработанную муку. Было отмечено, что такие напитки, как и гороховые, можно готовить с добавлением овса массовой долей 30 %, однако при этом их калорийность будет ниже из-за различного химического состава. Установили, что массовую долю овса в напитке можно увеличить путем применения предварительной обработки сырья. При производстве практически всех овсяных продуктов (крупы, хлопья, толокно) применяют специфическую гидротермическую обработку, которая осуществляется в два этапа. Сначала зерно замачивают в воде при температуре 35 °С в течение двух часов, затем увлажнённый овес пропаривают 1,5...2 часа, высушивают и охлаждают. После такой гидротермической обработки в зерне увеличивается содержание растворимых углеводов (декстринов и сахаров), которые хорошо усваиваются организмом, таким образом, происходит частичный гидролиз крахмала. Применение гидротермически обработанного овса для приготовления овсяных напитков позволило увеличить в них массовую долю муки с 30 % до 45%.

В технологии производства напитков имеют место операции, которые осуществляются при повышенных температурах. Наличие крахмала в продукте значительно повышает вязкость системы и не позволяет получить льющую консистенцию продукта. Поэтому необходимо провести гидролиз крахмала злаковых и бобовых культур с использованием амилалитических ферментов. Достаточно перевести крахмал в растворимое состояние, чтобы он не препятствовал созданию соответствующей консистенции. В то же время не желательно, чтобы в результате гидролиза образовывалось большое количество моно- и дисахаридов (сладких). Во-первых, это объясняется тем, что соковая основа напитков уже содержит эти вещества в необходимом количестве, во-вторых, высокая массовая доля этих соединений, которые могут образоваться в результате гидролиза крахмалсодержащего сырья, значительно повысит уровень глюкозы в крови, приведет к недостатку инсулина и, как итог, – к перегрузке организма даже здорового человека. Поэтому при производстве энергетических напитков было решено провести только разжижение крахмала энергетической компоненты. Для достижения этой цели использовали α -амилазы.

Как и все ферментные препараты, α -амилазы, имеют неодинаковый оптимум действия (рН и температура), поэтому для разных напитков целесообразно выбирать различные ферментные препараты. Фруктовые энергетические напитки имеют рН=3,7...3,8; овощные – 5,8...6,0. Фруктамил НТ – специальный ферментный препарат, который широко используют в консервной промышленности для расщепления крахмала в соках. Представляет собой жидкий амилалитический препарат, разрабатанный для использования в соответствии с действующими законодательными нормами. Чистота и качество проверены специализированными

лабораториями. Цель обработки – расщепления крахмала и декстринов при температуре 40...55 °С. Препарат обладает только амилолитической активностью. Его стандартная активность 2500..3000 ед/г. Гидролизует α -1,4-глюкозидные связи в крахмале. Дозировка фермента зависит от вида сырья, степени зрелости, температуры и времени реакции [4]. Амолосубилин Г10х – препарат α -амилазы из культуры *B. subtilis*, содержит эндо- β -1,3-1,4-глюконазу, нейтральную металлопротеиназу. Этот фермент наиболее широко применяют для проведения гидролиза крахмала. Стандартная амилолитическая активность препарата 3000 ед/г, владеет небольшой протеолитической. Оптимальные условия действия pH=5,4...6,2, температура 55...70 °С. Стабилизаторы – ионы Са и другие щелочноземельные металлы, ингибиторы – хелаты, тяжёлые металлы. Гидролиз крахмала лучше всего проходит при его массовой доле 30...38 % [5]. В разработанном напитке массовая доля крахмала более чем вдвое превышает концентрацию тиксотропной дисперсии и составляет 13 % (в гороховом напитке) и 23 % (в овсяном).

Исходя из оптимальных условий действия ферментов для достижения высокой эффективности процесса гидролиза крахмала злакового и бобового сырья, фруктами целесообразно добавлять к фруктовым энергетическим напиткам, а амилосубилин – к овощным.

Гидролиз крахмала напитков проводили по традиционной схеме (через клейстеризацию крахмала), и установили, что в процессе обработки плотность напитка сначала увеличивается (при температуре клейстеризации крахмала), а потом начинает уменьшаться из-за разрушения крахмальных зерен. Однако, если придерживаться этой технологии, невозможно получить продукт необходимой консистенции со значениями плотности 1,2...1,3 кг/м³. Увеличения продолжительности гидролиза приводит к незначительному изменению плотности, однако продукт все равно не приобретает льющую консистенцию. Поэтому использование традиционной технологии гидролиза крахмала под действием амилолитических ферментов для производства энергетических напитков нецелесообразно.

Для достижения должной консистенции напитка необходимо было изыскать альтернативный способ проведения гидролиза.

По Эверсу [6], крахмал в кислой среде гидролизуются при условии быстрого подогревания и перемешивания за 15 минут. То есть на ход реакции влияет скорость подогрева и частота перемешивания. Проведение гидролиза крахмала по указанной методики не дало удовлетворительных результатов: плотность напитка была сравнительно высокой. Возникла необходимость проведения подготовки (модификации) крахмальной смеси до стадии высокотемпературной обработки (по Эверсу).

Профессором Капрельянцем Л.В. [7], был описан процесс прохождения гетерогенного ферментативного гидролиза крахмалов пшеницы, ржи, кукурузы, овса и ячменя при температуре, ниже температуры клейстеризации их крахмалов. Установлено, что после обработки амилолитическими ферментами модифицированные крахмальные зерна не изменяют начальную, однако изменяют конечную температуру клейстеризации. То есть при использовании такой технологии все равно образовывается клейстер.

Исследования показали, что процесс гидролиза крахмала энергетических напитков необходимо проводить в две стадии: первая – ферментативная модификация крахмала; вторая – коротковременная высокотемпературная обработка.

Гидролиз крахмала проводили по следующей технологии: тонко измельченный горох или овес смешивали с соком, добавляли фермент, выдерживали на водяной бане при температуре 55...65 °С (не доводя до температуры клейстеризации крахмала) на протяжении одного часа, потом переносили ёмкость со смесью на кипящую баню и выдерживали 15 минут, постоянно интенсивно перемешивали, охлаждали. На всех стадиях гидролиза измеряли плотность напитков. На протяжении ферментативного гидролиза (первый час обработки) плотность системы не изменяется, а при нагревании до 100 °С (высокотемпературная обработка) кинетика изменения плотности системы имела характер, приведенный на рис.1.



Рис.1. Кинетика изменения плотности в течение высокотемпературной обработки для яблочно-горохового энергетического напитка

Продолжительность первой стадии гидролиза (ферментативной) зависит от массовой доли фермента и его активности. По результатам эксперимента была установлена математическая зависимость, которая связывает основные параметры ферментативного гидролиза. Обобщение данных эксперимента проводили методом наименьших квадратов с помощью программы „Statistica”. Для вычисления параметров процесса гидролиза получено уравнение второй степени (1).

$$\tau = \sum_{j=0}^2 \sum_{i=0}^2 A_{(i+1+j \times 3)} \times x^i y^j + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 A_{(j+(i-1) \times 2+9)} \times x^i z^j + \sum_{i=0}^2 \sum_{j=1}^2 A_{(j+i \times 2+13)} \times y^i z^j, \quad (1)$$

где A_i — коэффициент уравнения; x — активность ферментного препарата, ед/г; y — температура проведения процесса, °С; z — массовая доля фермента, г/кг; τ — продолжительность процесса гидролиза. Уравнение (1) справедливо для диапазона активностей 1500...3000 ед/г, температуры — 20...65 °С; массовой доли амилосубтилина — 0,1...2,1 г/кг. Средняя ошибка вычислений не превышает 1 %.

На первой стадии гидролиза происходит медленное накопление редуцирующих веществ: для морковно-горохового напитка их массовая доля увеличивается на 9 %, для яблочно-овсяного — на 15 % (рис. 2, 3 соответственно). Выдерживание ферментированного напитка более 60 мин для морковного и 80 мин для яблочного не приводит к значительному увеличению массовой доли редуцирующих веществ, поэтому ферментативный гидролиз было решено проводить на протяжении указанного времени.

На стадии высокотемпературной обработки наблюдается увеличение массовой доли редуцирующих веществ в два раза за достаточно короткий промежуток времени (15 мин). Дальнейшая температурная обработка не приводит к

значительному увеличению их массовой доли, поэтому решили проводить высокотемпературную обработку в течение 15 минут. В результате гидролиза крахмала овса образуется в 1,6 раз больше редуцирующих веществ, чем при гидролизе горохового. Это ещё раз подтверждает эффективность проведения предварительной обработки овсяной муки.

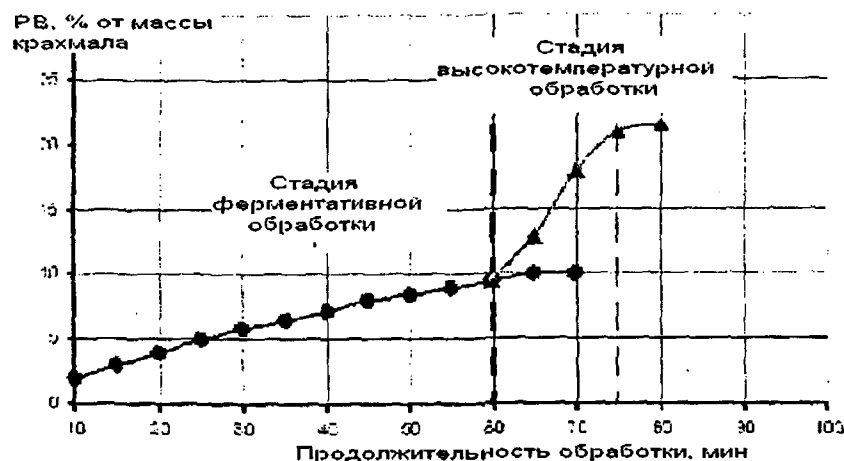


Рис.2. Динамика накопления редуцирующих веществ в процессе гидролиза крахмала энергетической составляющей морковно-горохового напитка

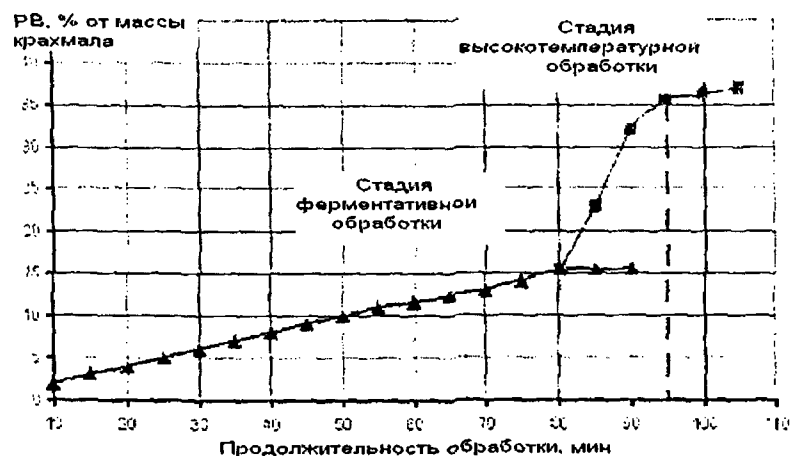


Рис.3. Динамика накопления редуцирующих веществ в процессе гидролиза крахмала энергетической составляющей яблочно-овсяного напитка

Выводы. Разработана технология проведения гидролиза крахмала энергетических напитков. Доказано, что осуществление процесса в две стадии позволяет значительно повысить массовую долю редуцирующих веществ и получить напиток льющейся консистенции. Плотность готового продукта при этом превосходит плотность воды всего на 10 %.

Литература:

1. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти /Л.В. Капрельянц, К.Г. Іорганова.-Одеса: Друк,2003.-312 с.
2. Смоляр В.І. Фізіологія та гігієна харчування. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
3. Рынок соков: цифры, факты, комментарии // Продукты питания.-2002.-№5 – С.6–13.
4. Wegler R. Hemie der pflanzenchut-und schädlings—berämpfung-fnittel// R. Wegler und undere. Berlin.-1982.-788s.
5. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов.— М.: Дели принт, 2002. – 336с.
- 6.Рихтер М. Избранные методы исследования крахмала /Рихтер М, Аугустат З, Ширбаум Ф. Перевод с нем. Бабиченко.—М.: Пищ. пром-ть,1975.-184с.
- 7.Капрельянц Л.В. Биотехнологические основы переработки вторичного растительного сырья в пищевые и кормовые продукты: Дисс. ... докт. техн. наук.- Одесса,1993.-614с.

Ю.А. Козонова, аспирантка кафедры технологии консервирования, Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина
Тел. 80482291075 (раб.), 8063-2342049 (моб.)

Л.Н. Тележенко, д.т.н., профессор кафедры технологии консервирования, Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина

E-mail: titlow@mail.ru
Факс: +380-482-22-80-42