

УДК 664.162.036/621.034

## ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА КИНЕТИКУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГЛЮКОЗЫ

А.С. Хворова\*, Н.Р. Андреев, Д.Н. Лукин

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт крахмалопроductов»,  
140051, Россия, Московская обл., Люберецкий район,  
пос. Красково, ул. Некрасова, 11

\*e-mail: Dekstrosa@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 19.10.2016

Дата принятия в печать: 10.01.2017

**Аннотация.** Глюкоза является важнейшим пищевым продуктом и лекарственным средством, производство которой в России отсутствует. Исследования проводились с целью интенсификации процесса кристаллизации глюкозы и организации ее производства в порядке импортозамещения. Технология производства глюкозы отличается сложностью и длительностью процессов кристаллизации. Стадия зародышеобразования кристаллов глюкозы мало изучена, а существующие способы ускорения зародышеобразования и роста кристаллов обладают рядом недостатков, приводящих к снижению качества глюкозы и производительности оборудования. Проведены исследования по определению влияния алифатических спиртов на поверхностное натяжение глюкозных растворов, зародышеобразование и рост кристаллов. Установлено снижение поверхностного натяжения глюкозных растворов в 2,5 раза под влиянием испытанных в качестве ПАВ алифатических спиртов пропанола, бутанола, изобутанола и изопропанола. В опытах по зародышеобразованию индукционный период для чистых глюкозных растворов составил 210 мин, с применением пропанола 120 мин, при добавлении затравочных кристаллов 0,01 % индукционный период составлял 15–20 мин, а в присутствии затравочных кристаллов и пропанола образование зародышей начиналось сразу, без индукционного периода. Ускорение кристаллизации под влиянием спиртов наблюдалось и на стадии роста кристаллов, что подтверждается более глубоким истощением глюкозного раствора до концентрации сухих веществ 60,2–60,3 % и высоким содержанием кристаллов в конце кристаллизации 11,64–11,88 %. Кристаллы ангидридной и гидратной глюкозы в среде абсолютных спиртов оставались стабильными по размеру и форме на протяжении 12 месяцев. Результаты исследований имеют важное значение для теории и практики глюкозного производства, позволяют получить затравочные суспензии кристаллов с длительным сроком хранения и интенсифицировать процесс кристаллизации глюкозы.

**Ключевые слова.** Глюкоза, утфель, зародышеобразование, кристаллизация, поверхностно-активные вещества, алифатические спирты, поверхностное натяжение

## EFFECT OF SURFACTANTS ON KINETICS OF DEXTROSE CRYSTALLIZATION

L.S. Khvorova\*, N.R. Andreev, D.N. Lukin

All-Russian Research Institute of Starch Products,  
11, Nekrasova Str., Kraskovo, 140051, Russia

\*e-mail: Dekstrosa@rambler.ru

Received: 19.10.2016

Accepted: 10.01.2017

**Abstract.** Dextrose (glucose) is a very important food and a medicinal product not produced in Russia. The aim of this investigation is to intensify crystallization of dextrose and its further production for import substitution. Dextrose production technology is characterized by complicity and durability of crystallization. The stage of crystal nucleation is poorly studied, while common methods to accelerate nucleation and crystal growth have some drawbacks leading to lower dextrose quality and equipment capacity. The experiments to determine the influence of aliphatic alcohols on surface tension of dextrose solutions, nucleation and crystal growth have been carried out. Added surfactants (propanol, butanol, isobutanol, isopropanol) decrease surface tension of dextrose solutions in 2.5 times. For pure dextrose solutions the induction period of nucleation is 210 min but added propanol decreases this period up to 120 min. The induction period is 15–20 min when 0.01% of crystal seeds are added. The induction period of nucleation is not observed when crystal seeds are added together with propanol. Acceleration of crystallization under the influence of alcohol is observed at the stage of crystal growth as the evidence of a more profound depletion of dextrose solution to DS 60.2–60.3% and a high content of crystal of 11.64–11.88 % at the end of crystallization. Crystal size and shape of anhydrous and hydrated dextrose remain stable in the medium of absolute alcohols throughout 12 months of storage. The obtained results are important for the theory and practice of dextrose production as they make it possible to accelerate dextrose crystallization and develop new types of crystal seeds having long storage life.

**Key words.** Dextrose, massequite, nucleation, crystallization, surfactants, aliphatic alcohols, surface tension

## Введение

Глюкоза является важнейшим пищевым продуктом и лекарственным средством. Ее широко применяют в медицинской практике при больших потерях крови, сердечной слабости, шоке и других болезнях, используют в качестве энергетического средства в спортивном питании, как наполнитель при изготовлении многих таблетированных лекарственных средств. Она применяется для получения сорбита, аскорбиновой и других кислот, а также для приготовления ветеринарных препаратов.

Сырьем для производства кристаллической глюкозы являются глюкозные сиропы, получаемые при гидролизе крахмала.

Наиболее сложной стадией производства кристаллической глюкозы является кристаллизация. В зависимости от температурных условий глюкоза кристаллизуется в гидратной  $\alpha$ -форме и в ангидридной  $\alpha$ - и  $\beta$ -формах. Кристаллы гидратной глюкозы образуются при температуре ниже 50 °С, ангидридной  $\alpha$ -формы – в температурном интервале 50–110 °С, а кристаллы  $\beta$ -формы – при температуре выше 110 °С.

Процесс кристаллизации принято разделять на две стадии: зародышеобразование и рост кристаллов. При этом зародышеобразование является наименее изученным из этих двух процессов, определяющих результат кристаллизации, и наиболее сложной стадией для теоретического описания. При кристаллизации глюкозы также особые затруднения наблюдаются на стадии зародышеобразования, из-за чего применение готовых кристаллических затравок является необходимым условием проведения успешной кристаллизации. Скорость зародышеобразования оказывает существенное воздействие и на распределение частиц по размерам готового продукта.

Различают три основные разновидности процесса зародышеобразования: первичное гомогенное, первичное гетерогенное и вторичное гетерогенное. Для глюкозного производства характерными являются первичный и вторичный гетерогенный механизмы зародышеобразования.

При кристаллизации глюкозы в ангидридной форме в изотермических условиях (по методу уваривания утфелей в вакуум-аппарате) заводка кристаллов происходит быстро при расходе затравочных кристаллов около 20 г на тонну сиропа, однако по количеству образующихся кристаллов процесс является трудно контролируемым, что приводит к отклонению от оптимального режима кристаллизации и получению неоднородных утфелей [1]. При кристаллизации ангидридной глюкозы в политермических условиях (охлаждением утфелей в кристаллизаторе) образование зародышей происходит значительно медленнее и приводит не только к неоднородности кристаллов, но и к увеличению продолжительности процесса кристаллизации [2]. Из-за этого в условиях производственной кристаллизации потребность в количестве затравочных кристаллов возрастает.

При получении кристаллов гидратной глюкозы в промышленных условиях процесс кристаллизации наиболее затяжной, требует внесения затравочных кристаллов в количестве, удовлетворяющем полную потребность в центрах кристаллизации. В связи с этим широко распространенный способ применения затравки в виде 25–30 % утфеля (содержащего 10–15 % кристаллов) от предыдущего цикла работы кристаллизатора снижает полезный объем кристаллизатора на 35–40 %, способствует размножению нежелательной микрофлоры и ухудшению качества глюкозы [3].

Согласно теории кристаллизации, размер радиуса критического зародыша  $r_k$  находится в прямой зависимости от поверхностного натяжения  $\sigma$  и обратной зависимости от степени пересыщения раствора [4]. Зависимость радиуса критического зародыша от указанных параметров представлена в виде уравнения [5]:

$$r_k = 2\sigma / RT \ln(C_p / C_n), \quad (1)$$

где  $R$  – газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура;  $C_p$  – концентрация пересыщенного раствора;  $C_n$  – концентрация насыщенного раствора.

Из уравнения следует, что чем выше поверхностное натяжение раствора и ниже его степень пересыщения, тем больше радиус критического зародыша и время его образования. Следовательно, изменяя поверхностное натяжение растворов, можно влиять на процесс кристаллизации различных веществ. Использование поверхностно-активных веществ – ацелированных моноглицеридов дистиллированных (АМГД) – при кристаллизации сахарозы [6] позволяет понизить поверхностное натяжение и вязкость сахарных растворов, улучшить условия кристаллизации сахарозы и отделения маточного раствора от кристаллов при центрифугировании [7].

Целью экспериментальных исследований было определение влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) на поверхностное натяжение глюкозных растворов, кинетику кристаллизации глюкозы для создания новых видов и способов затравок для промышленного использования.

## Объекты и методы исследований

Определение величины поверхностного натяжения растворов проводили по методу измерения максимального давления в газовом пузырьке [8]; концентрацию сухих веществ в сиропе и утфеле определяли на рефрактометре ИРФ-454; изменение формы и размера кристаллов контролировали с помощью микроскопа DMLN (фирмы Leica); процесс зародышеобразования контролировали по изменению прозрачности раствора на фотоколориметре КФК-2. В качестве установок для проведения опытов по кристаллизации использовали роторный испаритель EVELA N-1100 (фирмы «Tokai Togi») и лабораторную установку с горизонтальными кристаллизаторами объемом 1 и 5 л.

**Результаты и их обсуждение**

При проведении опытов по определению поверхностного натяжения глюкозных растворов после математической обработки результатов в программе Table Curve 3D представлена в виде уравнения эмпирическая зависимость поверхностного натяжения чистых глюкозных растворов  $\sigma$  от концентрации сухих веществ ( $CB$ ) и температуры  $t$ :

$$\sigma = 80.49 \cdot e^{\frac{0.013 \cdot CB^2}{(100 - CB)^2} - 0.00309 \cdot t} \quad (2)$$

Из уравнения следует, что поверхностное натяжение глюкозных растворов возрастает с повышением концентрации сухих веществ в растворах и с понижением их температуры.

**Влияние алифатических спиртов на поверхностное натяжение глюкозных растворов.** Результаты испытаний влияния ПАВ (пропанола, изопропанола, изобутанола и пропиленгликоля) на поверхностное натяжение глюкозных растворов представлены на рис. 1.

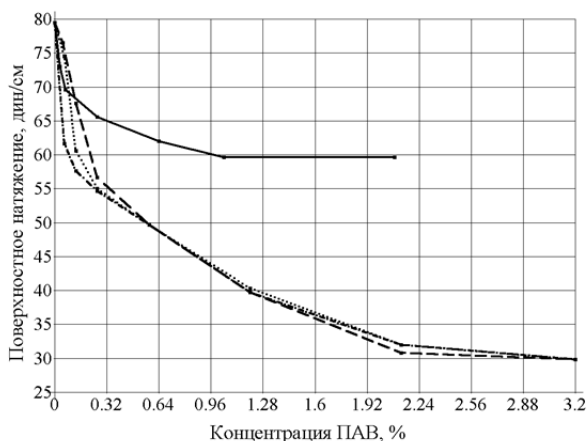


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения глюкозных растворов ( $CB$  растворов 64,5 %;  $t = 40$  °C) в присутствии спиртов и их производных:  
— пропиленгликоль; --- изобутанол;  
- - - изопропанол; ···· пропанол

Испытанные спирты заметно понижают поверхностное натяжение глюкозных растворов. Быстрое понижение поверхностного натяжения почти в 1,5 раза наблюдается при концентрации ПАВ до 0,25 %, при повышении концентрации ПАВ (пропанола, изопропанола, изобутанола) до 2 % поверхностное натяжение сиропа понижается более чем в 2,5 раза. Поверхностное натяжение глюкозного раствора в присутствии пропиленгликоля снижается в 1,5 раза при концентрации 1%, и дальнейшее увеличение его концентрации не приводит к снижению поверхностного натяжения.

Испытания по определению поверхностного натяжения глюкозных растворов при дозировках ПАВ 1–5 % по массе растворов проведены и для других спиртов, результаты которых при дозировке ПАВ 2 % представлены в табл. 1.

Поверхностное натяжение глюкозных растворов (дин/см) в зависимости от вида спиртов при их дозировке 2 % по массе растворов

Название ПАВ	Раствор с ПАВ
Раствор без ПАВ	79,5
Пропиленгликоль	60
Бутилацетат	42,74
Этанол	41,74
Этилацетат	35
Изобутанол	32
Пропанол	31,9
Изопропанол	30,8
Бутанол	27

Из таблицы видно, что наибольший понижающий эффект на поверхностное натяжение глюкозных растворов оказывают бутанол, пропанол, изобутанол, изопропанол. Поверхностно-активные свойства спиртов возрастают с увеличением размера углеводородного радикала и снижением растворимости в воде.

**Влияние ПАВ на кинетику кристаллизации глюкозы на стадии зародышеобразования.** Результаты опытов по определению влияния ПАВ (на примере пропанола) на зародышеобразование глюкозы с контролем по изменению прозрачности раствора с течением времени представлены на рис. 2.

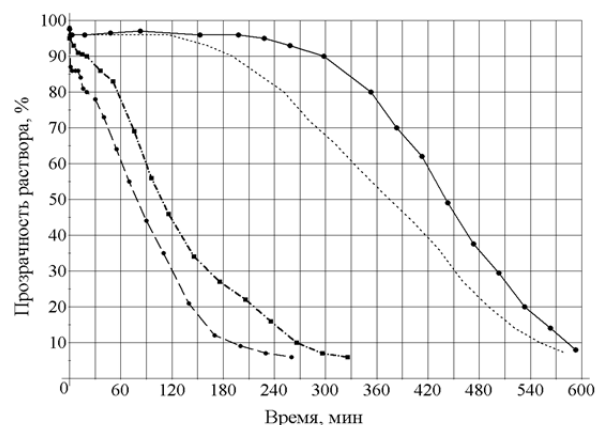


Рис. 2. Изменение прозрачности раствора глюкозы в период зародышеобразования при температуре 40 °C и коэффициенте пересыщения 1,25:  
— чистый раствор глюкозы; с добавкой по массе раствора:  
- - - пропанола 1%; ···· кристаллов глюкозы 0,01 %;  
- - - пропанола 1% + кристаллов глюкозы 0,01 %

Кривая прозрачности чистого раствора глюкозы была практически неизменной на протяжении 210 мин, что характеризует длительность индукционного периода.

По мере возникновения зародышей прозрачность раствора стала понижаться и резко падать через 300 мин, а через 600 мин от начала опыта при значениях прозрачности 6 % показания фотоколориметра оставались неизменными. Кривая прозрачности раствора глюкозы с добавкой пропанола имеет отрезок времени, соответствующий

индукционному периоду, около 120 мин, т.е. на 90 мин меньше по сравнению с чистым раствором, что указывает на ускорение процесса образования зародышей в присутствии пропанола. Кривая прозрачности раствора глюкозы с добавкой 0,01 % затравочных кристаллов глюкозы имеет иной характер, демонстрирующий более активное ускорение процесса зародышеобразования. Снижение длительности индукционного периода до 15–20 мин и времени достижения минимальной критической прозрачности с 600 до 300 мин указывает на значительное снижение затрат работы на образование новой фазы. При этом лишь часть работы расходуется на энергозатратное образование новых зародышей, другая часть расходуется на кинетическую составляющую образования новой фазы на готовых центрах кристаллизации, требующую меньших затрат энергии. Кривая прозрачности, относящаяся к раствору с добавкой затравочных кристаллов и пропанола, показывает самое интенсивное снижение прозрачности раствора. Образование новых зародышей начинается практически сразу (без индукционного периода) после смешивания раствора с пропанолом и затравкой, а время достижения минимальной прозрачности сокращается на 60–90 мин по сравнению с применением только затравочных кристаллов.

**Влияние ПАВ на кинетику кристаллизации глюкозы на второй стадии – роста кристаллов.** Исследования по определению влияния ПАВ на рост кристаллов при температуре 40 °С проводили с использованием роторного испарителя. В колбу с раствором глюкозы вносили спирты при дозировке от 1 до 5 % и готовые кристаллы глюкозы в количестве 5 % по массе раствора. Процесс кристаллизации проводили до состояния межкристалльного раствора, приближенного к насыщенному.

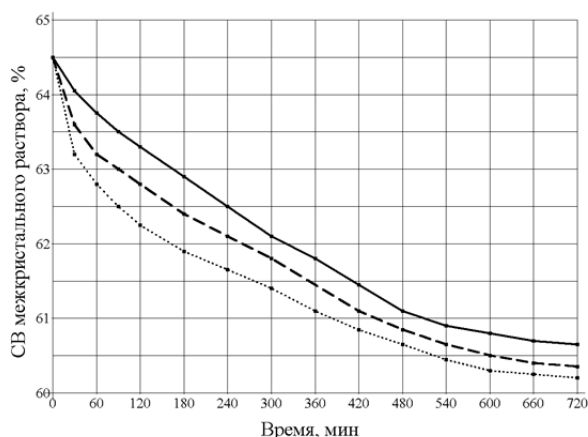


Рис. 3. Влияние концентрации пропанола на кинетику кристаллизации глюкозы (изменение концентрации СВ межкристалльного раствора): — чистый глюкозный раствор; с добавкой пропанола: — 3 %, - - - 5 %

На рис. 3 представлены кривые истощения глюкозного раствора в зависимости от добавки испытуемых ПАВ на примере пропанола.

Из рисунка следует, что глюкозные растворы с добавкой пропанола кристаллизуются быстрее, что подтверждается более глубоким истощением растворов от СВ 64,5 % до 60,2–60,3 % в сравнении с чистым раствором глюкозы, истощенным до 60,65 % СВ. С повышением концентрации пропанола интенсивность процесса кристаллизации возрастает. Подобные зависимости получены и при испытании других алифатических спиртов, сравнительные результаты которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние алифатических спиртов (при добавке 5 %) на процесс кристаллизации глюкозы на стадии роста кристаллов

ПАВ	СВ в растворе, %			% кристаллов в растворе через 720 мин
	исходный раствор глюкозы	через 540 мин кристаллизации	через 720 мин кристаллизации	
Глюкоза	64,5	60,8	60,65	10,98
Бутанол	64,5	60,6	60,3	11,64
Изобутанол	64,5	60,8	60,3	11,64
Пропанол	64,5	60,45	60,2	11,88
Изопропанол	64,5	60,5	60,5	11,14
Пропиленгликоль	64,5	61,1	60,8	10,38
Глицерин	64,5	61,3	61,2	9,35

Из табл. 2 следует, что наиболее глубокое истощение сиропа по сухим веществам достигнуто с применением бутанола, изобутанола, пропанола. Это подтверждается наиболее низким содержанием сухих веществ в межкристалльном растворе (60,2–60,3 %) и высоким содержанием кристаллов в конце кристаллизации (11,64–11,88 %). Содержание кристаллов  $K$ , %, вычисляли по формуле:

$$K = \frac{(СВ - СВ_0) \cdot 100 \cdot 100}{(100 - СВ_0) \cdot 91}, \quad (3)$$

где СВ в исходном растворе, %; СВ<sub>0</sub> в межкристалльном растворе, %; 91 – СВ в кристаллах гидратной глюкозы, %.

Степень истощения раствора в присутствии пропиленгликоля и глицерина заметно ниже, о чем свидетельствуют повышенное содержание сухих веществ в межкристалльном растворе (60,8 и 61,2 % соответственно) и пониженное содержание кристаллов (9,35 и 10,38 %).

В опытах по исследованию влияния ПАВ на рост кристаллов наряду с алифатическими спиртами, приведенными в табл. 2, испытывались также ацетилированные моноглицериды дистиллированные (АМГД).

На рис. 4 представлены результаты истощения межкристалльного раствора в процессе кристаллизации глюкозы в зависимости от концентрации АМГД. Сплошная линия среди кривых относится к кристаллизации чистого раствора глюкозы. Остальные пунктирные кривые в зависимости от концентрации АМГД расположились выше



сплошной линии, что свидетельствует о повышенном содержании СВ в межкристалльных растворах и указывает на тормозящее воздействие АМГД на процесс кристаллизации глюкозы.

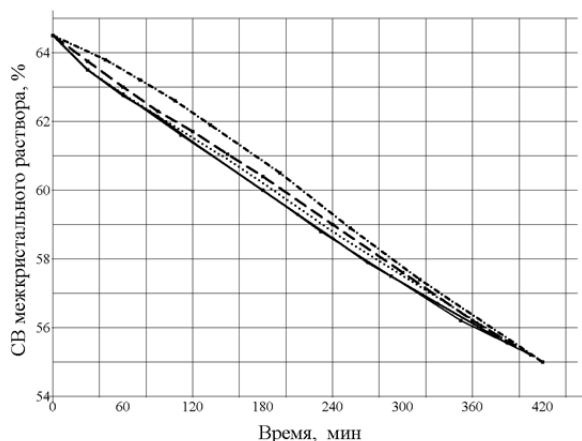


Рис. 4. Влияние АМГД на процесс кристаллизации глюкозы при температуре 40 °С:

— чистый раствор глюкозы; с добавкой АМГД:  
 - - - 0,0005 %; — — — 0,0055 %; - · - · - 0,08 %

**Исследование влияния ПАВ на стабильность кристаллов глюкозы при хранении.** С целью создания новых видов кристаллических затравок испытаны образцы смесей кристаллов глюкозы со спиртами в соотношении 60:40 с определением воздействия спиртов на кристаллы при температуре 15–20 °С на протяжении 12 мес.

При хранении гидратной глюкозы в пропиленгликоле, глицерине имело место частичное растворение кристаллов, их распад на мелкие частицы; в разбавленных спиртах наблюдалась рекристаллизация с укрупнением кристаллов.

При хранении кристаллов ангидридной глюкозы в 96%-ном этаноле или в других спиртах, разбавленных водой или насыщенными растворами глюкозы, происходит разрушение кристаллов ангидридной глюкозы с превращением ее в гидратную.

Кристаллы ангидридной и гидратной глюкозы в среде абсолютных спиртов (пропанола, изопропанола, бутанола, изобутанола) оставались стабильными по размерам и форме.

Результаты исследований послужили основой для создания затравочных суспензий кристаллов с длительным сроком хранения (заявка на изобретение № 2016139224 от 06.10.2016).

### Заключение

Поверхностное натяжение чистых глюкозных растворов уменьшается с повышением температуры и с понижением концентрации сухих веществ. Испытанные в качестве поверхностно-активных веществ алифатические спирты понижают поверхностное натяжение глюкозных растворов, активируют зародышеобразование и ускоряют рост кристаллов.

Кристаллы ангидридной и гидратной глюкозы стабильны в среде абсолютных алифатических спиртов (пропанола, бутанола, изобутанола, изопропанола), что позволяет их хранить и эффективно применять в производстве кристаллической глюкозы.

Результаты исследований имеют важное теоретическое и практическое значение для глюкозного производства, позволяют усовершенствовать процесс кристаллизации глюкозы, снизить его продолжительность и увеличить полезный объем кристаллизаторов, снизить капитальные затраты на оборудование и производственные площади.

### Список литературы

1. Хворова, Л.С. Научно-практические основы получения кристаллической глюкозы. – М: Россельхозакадемия, 2013. – 270 с.
2. Андреев, Н.Р. Кинетика зародышеобразования ангидридной глюкозы в изотермических условиях / Н.Р. Андреев, Л.С. Хворова, Н.И. Золотухина // Сахар. – 2010. – № 12. – С. 55–58.
3. Хворова, Л.С. Экономия затравки при кристаллизации глюкозы / Л.С. Хворова // Пищевая пром-сть. – Вып. 2. – 1990. – С. 29–31.
4. Фольмер, М. Кинетика образования новой фазы. – М.: Наука, 1986. – 208 с.
5. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон: пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
6. Славянский, А.А. Пищевые ПАВ и их воздействие на кристаллизацию сахарозы и разделение утфеля в центробежном поле / А.А. Славянский, М.Б. Мойсеяк // Сахар. – 2007. – № 6. – С. 27–30.
7. Славянский, А.А. Поверхностно-активные вещества: применение в сахарном производстве / А.А. Славянский, М.Б. Мойсеяк // Сахар. – 2007. – № 3. – С. 32–35.
8. Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Волков. – СПб.: Лань, 2015. – 659 с.
9. Заявка на изобретение № 2016139224 Российская Федерация. МПК<sup>7</sup> C13K1/10, C13K 1/00. Способ получения затравочных суспензий для кристаллизации глюкозы / Хворова Л.С., Андреев Н.Р., Баранова Л.В., Гоменюк В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов: заявл. 06.10.2016.

### References

1. Khvorova L.S. *Nauchno-prakticheskie osnovy polucheniya kristallicheskoj glyukozy* [Scientific-practical bases of crystalline dextrose production.]. Moscow: Rossel'khozakademiya Publ., 2013. 270 p.
2. Andreev N.R., Khvorova L.S., Zolotukhina N.I. Kinetika zarodysheobrazovaniya angidridnoy glyukozy v izotermicheskikh usloviyakh [The kinetics of anhydrous glucose nucleation in isothermal conditions]. *Sakhar* [Sugar], 2010, no. 12, pp. 55–58.

3. Khvorova L.S. Ekonomiya zatravki pri kristallizatsii glyukozy [Saving crystal seeds at crystallization of glucose]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 1990, no. 2, pp. 29–31.
4. Fol'mer M. *Kinetika obrazovaniya novoy fazy* [Kinetics of new phase nucleation]. Moscow: Nauka Publ., 1986. 208 p.
5. Adamson A. *Fizicheskaya khimiya poverkhnostey* [Physical chemistry of surfaces]. Moscow: Mir Publ., 1979. 568 p.
6. Slavyanskiy A.A., Moiseyev M.B., Pishchevye PAV i ikh vozdeystvie na kristallizatsiyu sakharozy i razdelenie utfelya v tsentrobeznom pole [Food surfactants and their influence to sucrose crystallization conditions and separation of massecuite by centrifugation]. *Sakhar* [Sugar], 2007, no. 6, pp. 27–30.
7. Slavyanskiy A.A., Moiseyev M.B. Poverkhnostno-aktivnye veshchestva: primeneniye v sakharom proizvodstve [Surfactants are used at sugar production]. *Sakhar* [Sugar], 2007, no. 3, pp. 32–35.
8. Volkov V.A. *Kolloidnaya khimiya. Poverkhnostnye yavleniya i dispersnyye sistemy* [Colloid chemistry. Surface phenomena and dispersed systems]. St. Petersburg: Lan' Publ., 2015. 659 p.
9. Khvorova L.S., Andreev N.R., Baranova L.V., Gomenyuk V.A. *Sposob polucheniya zatravochnykh suspenziy dlya kristallizatsii glyukozy* [A method for producing seed for crystallization of glucose suspensions]. The invention application no. 2016139224 Russian Federation.

### Дополнительная информация / Additional Information

Хворова, Л.С. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику кристаллизации глюкозы / Л.С. Хворова, Н.Р. Андреев, Д.Н. Лукин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 81–86.

Khvorova L.S., Andreev N.R., Lukin D.N. Effect of surfactants on kinetics of dextrose crystallization. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 44, no. 1, pp. 81–86 (In Russ.).

#### **Хворова Людмила Степановна**

д-р техн. наук, заведующая лабораторией технологии глюкозы, ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов, 140051, Россия, Московская область, п. Красково, ул. Некрасова, 11, тел.: +7 (495) 557-05-09, e-mail: Dekstrosa@rambler.ru

#### **Андреев Николай Руфеевич**

д-р техн. наук, член-корр. РАН, научный руководитель ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов, 140051, Россия, Московская область, п. Красково, ул. Некрасова, 11, тел.: +7 (495) 557-15-00, e-mail: andreev@arrisp.ru

#### **Лукин Дмитрий Николаевич**

канд. экон. наук, директор ФГБНУ ВНИИ крахмалопродуктов, 140051, Россия, Московская область, п. Красково, ул. Некрасова, 11, тел.: +7 (495) 557-15-00, e-mail: dmitry.lukin@inbox.ru

#### **Ludmila S. Khvorova**

Dr.Sci.(Eng.), Head of the Glucose Lab, All-Russian Research Institute of Starch Products, 11, Nekrasova Str., Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia, phone.: +7 (495) 557-05-09, e-mail: Dekstrosa@rambler.ru

#### **Nikolay R. Andreev**

Dr.Sci.(Eng.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Sciences Chief, All-Russian Research Institute of Starch Products, 11, Nekrasova Str., Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia, phone: +7 (495) 557-15-00, e-mail: andreev@arrisp.ru

#### **Dmitry N. Lukin**

Dr.Sci.(Econ.), Director, All-Russian Institute for Starch Products, 11, Nekrasova Str., Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, phone: +7 (495) 557-15-00, e-mail: dmitry.lukin@inbox.ru



УДК 338.439.62:641.56

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ К ИННОВАЦИОННЫМ НАПИТКАМ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА

О.И. Олиференко, Н.Т. Пехтерева\*

АНО ВО «Белгородский университет  
кооперации, экономики и права»,  
308023, Россия, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116А

\*e-mail: kaf-tpt@bukep.ru

Дата поступления в редакцию: 09.06.2016

Дата принятия в печать: 10.01.2017

**Аннотация.** В России заболевание сахарным диабетом является серьезной проблемой в жизни человека и общества. Лица с диагнозом «сахарный диабет» и лица с наличием предрасположенности к этому заболеванию относятся к социально значимой группе людей, в связи с чем поддержание их здоровья и работоспособности является проблемой актуальной и своевременной. Целью работы является изучение потребительских предпочтений населения, страдающего сахарным диабетом, к инновационным напиткам, корректирующим углеводный обмен веществ. В статье приведены результаты социологического опроса лиц с нарушением углеводного обмена. Установлено, что большинство опрошенных респондентов страдают сахарным диабетом 2-го типа. Сахарный диабет преобладает у лиц в возрастном диапазоне 36–54 года (36 %), 26–35 лет (около 25 %) и более 55 лет (29 %). В каждой возрастной группе сахарный диабет в большей степени распространен среди женщин. По регулярности потребления напитков 25,3 % опрошенных употребляют их ежедневно, 51 % – один раз в неделю. По виду напитков опрошенные отдают предпочтение сокам и нектарам (28,7 %), чайным напиткам (21,7 %) и безалкогольным негазированным напиткам (17 %). Основными критериями при выборе напитков являются вкус и аромат, состав и стоимость. Большинство респондентов знают, что такое обогащенные напитки. Более 80 % опрошенных готовы употреблять обогащенные напитки на основе натурального сырья. Выявлено, что из плодового сырья с низким гликемическим индексом наибольшее количество респондентов предпочитают абрикосы (38 %) и вишню (29 %). Из растительного сырья более предпочтительным является цикорий, а также топинамбур, стевия и лопух. На основании проведенных исследований установлено, что создание инновационных напитков для коррекции углеводного обмена является перспективным.

**Ключевые слова.** Респонденты, напитки для диабетиков, сахарный диабет, анкета, потребительские предпочтения

## STUDY OF CONSUMER PREFERENCES TO INNOVATIVE BEVERAGES FOR CARBOHYDRATE METABOLISM IMPROVEMENT

O.I. Oliferenko, N.T. Pekhtereva\*

Belgorod University of Cooperation, Economics and Law,  
116A, Sadovaya Str., Belgorod, 308023, Russia

\*e-mail: kaf-tpt@bukep.ru

Received: 09.06.2016

Accepted: 10.01.2017

**Abstract.** In Russia, diabetes is a serious problem for human life and society. Persons diagnosed with diabetes and persons with predisposition to this disease belong to a socially significant group of people; therefore the maintenance of their health and performance capability is a relevant and timely issue. The aim of this research is to study consumer preferences of diabetic patients to innovative beverages for carbohydrate metabolism improvement. The article presents the results of a sociological survey of persons with carbohydrate metabolism disorders. It is stated that the majority of respondents are type 2 diabetics. Diabetes is prevalent for individuals in the age range of 36-54 years old (36%), 26-35 years old (about 25%) and over 55 years old (29%). In each age group diabetes is increasingly common among females. By regularity of consumption of beverages 25.3% of the respondents consume them on a daily basis, 51 % – once a week. As far as beverages are concerned, respondents prefer juices and nectars (28.7%), tea beverages (21.7%) and non-carbonated soft drinks (17%). The main criteria for the selection of beverages are taste and aroma, composition and cost. The majority of respondents know what enriched beverages mean. More than 80% of respondents are willing to use enriched beverages based on natural raw materials. It has been revealed that of fruit raw material with a low glycemic index the largest number of respondents prefer apricots (38%) and cherry (29%). The most preferable plant materials are the chicory and Jerusalem artichoke, stevia and burdock. On the basis of the conducted research it is established that the creation of innovative beverages for carbohydrate metabolism improvement is promising.

**Keywords.** Respondents, beverages for diabetic patients, diabetes, questionnaire, consumer preferences

## Введение

Сахарный диабет является одной из серьезных медико-социальных проблем на сегодняшний день, относящихся к приоритетным направлениям национальной системы здравоохранения Российской Федерации. Улучшение качества жизни людей с сахарным диабетом напрямую связано с деятельностью государственной политики в области здорового питания, целями которой являются сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием [1]. Концепцией государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 г. предусмотрено расширение отечественного производства диетических профилактических продуктов питания, а также усиление пропаганды здорового питания населения [2]. Однако, несмотря на положительные тенденции в питании населения, Россия считается лидером среди европейских стран по количеству больных людей. В настоящее время, по данным государственного регистра, в России зарегистрировано более 3,7 млн больных сахарным диабетом. По оценкам Международной диабетической федерации (IDF), реальное количество больных, с учетом не диагностированных случаев, достигает 12,7 млн человек. В Белгородской области сахарным диабетом страдает более 46 тыс. человек [3].

Сахарный диабет – это хроническое эндокринное заболевание. Главным метаболическим проявлением диабета является повышенный уровень глюкозы (сахара) в крови по причине недостаточного воздействия инсулина, что приводит к сильным нарушениям обмена углеводов, а также другим нарушениям обмена веществ. Одним из важных элементов лечения больных сахарным диабетом является диетотерапия, которая играет важную роль, являясь необходимым средством для достижения стойкой компенсации углеводного обмена. С целью повышения эффективности диетотерапии при сахарном диабете в рацион больных необходимо включать специальные диетические продукты, в том числе, обогащенные биологически активными веществами лекарственных растений [4]. Разработка таких продуктов является одним из приоритетных направлений в области реализации программы здорового питания населения Российской Федерации, а также развития пищевой и перерабатывающей промышленности [5].

Ассортиментные группы напитков, традиционно вырабатываемых промышленностью, включают газированные безалкогольные напитки (освежающие, тонизирующие, профилактические, специального назначения и др.); негазированные безалкогольные напитки, приготавливаемые из концентрированных основ; сиропы; порошкообразные смеси для напитков. Для производства напитков повышенной пищевой ценности традиционно используются натуральные соки, местное пряно-ароматическое и богатое микронутриентами растительное сырье. Анализ хи-

мического состава плодов и ягод лекарственных растений свидетельствует, что их можно отнести к группе полифункциональных добавок, содержащих, наряду с витаминами, комплекс биофлавоноидов, минеральные вещества (железо, кальций, калий) и микроэлементы. Именно поэтому, по мнению многих специалистов по питанию, соки, а также безалкогольные напитки, особенно изготовленные на натуральной основе из фруктов, ягод, овощей считаются идеальным источником необходимых человеку витаминов, макро- и микроэлементов, других биологически активных компонентов пищи.

Учитывая популярность и доступность безалкогольных напитков среди населения, широкие перспективы имеет использование именно этой группы продуктов в рационе лиц с нарушением углеводного обмена с точки зрения его оптимизации. Правильный подбор функциональной основы позволит избежать внесения синтетических красителей, ароматизаторов, консервантов, что немаловажно, а также придать продукту определенную лечебно-профилактическую направленность [6]. Потребление таких напитков обеспечит адекватное поступление пищевых веществ, увеличит свободу образа жизни больного сахарным диабетом, позволит приблизиться к питанию здорового человека [7].

В связи с актуальностью проблемы целью исследований явилось изучение потребительских предпочтений населения, страдающего сахарным диабетом, к инновационным напиткам, оптимизирующим углеводный обмен.

## Объекты и методы исследований

Объектом исследования является сегмент рынка напитков для диабетиков.

Для изучения потребительских предпочтений был проведен социологический опрос посредством анкетирования по случайной выборке среди больных сахарным диабетом, находящихся на амбулаторном лечении в Областной поликлинике г. Белгород. Опрос респондентов проходил с 1 декабря 2015 года по 28 февраля 2016 года. Объем выборки составил 300 человек.

## Результаты и их обсуждение

На основании сформулированной цели при составлении анкеты были поставлены следующие задачи:

- определение экономических и социальных характеристик потребителей напитков, оптимизирующих углеводный обмен;
- выявление критериев, определяющих выбор напитка;
- определение частоты покупок и объема тары обогащенных напитков;
- определение степени информированности потребителей о напитках, корректирующих углеводный обмен;
- изучение ценовых предпочтений в отношении обогащенных напитков для лиц с нарушением углеводного обмена;



- выявление вкусовых предпочтений потребителей в отношении обогащения напитков натуральным растительным лекарственным и плодовым сырьем.

На основании проведенных исследований установлено, что у подавляющего большинства опрошенных (88 %), сахарный диабет 2 типа, у 9,3 % – сахарный диабет 1 типа, а 2,7 % страдают гестационным сахарным диабетом (рис. 1).



Рис. 1. Распределение респондентов по типу заболевания

В ходе анкетирования среди лиц, страдающих сахарным диабетом, было опрошено женщин – 77,3 % и мужчин – 22,7 %. Половозрастная характеристика выборки приведена на рис. 2. Как видно из данных рисунка, сахарным диабетом страдают более 30 % женщин и 5,8 % мужчин в возрасте 36–54 года, что в совокупности составляет 36 %. Чуть меньшую нишу занимают лица в возрасте более 55 лет – 29 %, из них 18,7 % женщины, 10,3 % – мужчины. В свою очередь, 24,7 % составляет возрастной диапазон 26–35 лет, где доля женщин значительно превышает и составляет 20,3 %, тогда как доля мужчин – 4,3 %. В заметном меньшинстве представлена возрастная категория 19–25 лет – 10,3 %.

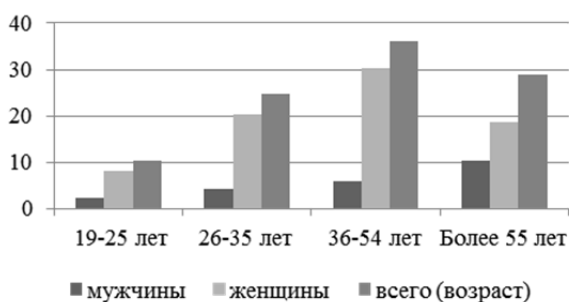


Рис. 2. Распределение респондентов по полу и возрасту

В зависимости от уровня образования респонденты распределены следующим образом: с высшим образованием – 22,7 %; с неоконченным высшим образованием – 8 %; со средним профессиональным образованием (техникум, колледж) – 30,3 %; с начальным профессиональным образованием (училище) – 19 %; со средним образованием (11 классов) – 15,3 %; неполное среднее (9 классов) – 4,7 %.

Если говорить о доходах, то у большей доли респондентов (68 %) уровень дохода на одного члена семьи в месяц составляет менее 15000 рублей, вторую позицию (24,7 %) занимают потребители с доходом от 15000 до 30000 рублей, далее следуют респонденты с доходом от 30000 рублей – 7,3 %.

При анализе данных опроса установлено, что основным источником приобретения напитков оказались супермаркеты и гипермаркеты – 47,7 %. 34 % опрошенных приобретают напитки в магазинах рядом с домом, 16,3% – в остановочном комплексе, 2 % респондентов указали другой вариант.

В результате проведенного исследования была выявлена частота потребления респондентами напитков. Как выяснилось, регулярно, а именно минимум раз в неделю, приобретают такие напитки 51 % респондентов, 25,3 % опрошенных покупают напитки каждый день, 19,7 % приобретают напитки в среднем один раз в месяц и 4 % раз в полгода.

При выборе объема тары большинство респондентов (69,3 %) остановили свой выбор на упаковке вместимостью 1 л (37,5 %) и 1,5 л (32 %). Однако 19 % опрошенных предпочитают покупать напитки в объеме 2-литровой упаковки, 9 % – в упаковке 0,5 л, а 2,7 % предпочитают утолять жажду напитками в таре 0,2 л.

В ходе опроса выяснено, какой вид безалкогольных напитков является наиболее предпочтительным для респондентов: 28,7 % опрошенных предпочитают соки и нектары, 21,7 % – чайные напитки, а 17 % употребляют безалкогольные негазированные напитки. Менее высокую популярность среди респондентов обрели безалкогольные газированные напитки – 14 % и кофейные напитки – 11,3 %. Среди незначительной доли респондентов имеют популярность сиропы – 6 %, а также другие варианты (компот, квас) – 1,3 % (рис. 3).

Одной из задач проводимого исследования являлось выявление критериев, определяющих выбор напитка: для 30 % респондентов основными факторами являются вкус и аромат; 28 % респондентов обращают свое внимание на состав; 24,3 % опрошенных определили для себя важным критерием стоимость напитка; для 10,7 % опрошенных имеет значение торговая марка, а 7 % выбирают напиток по цвету (рис. 4).

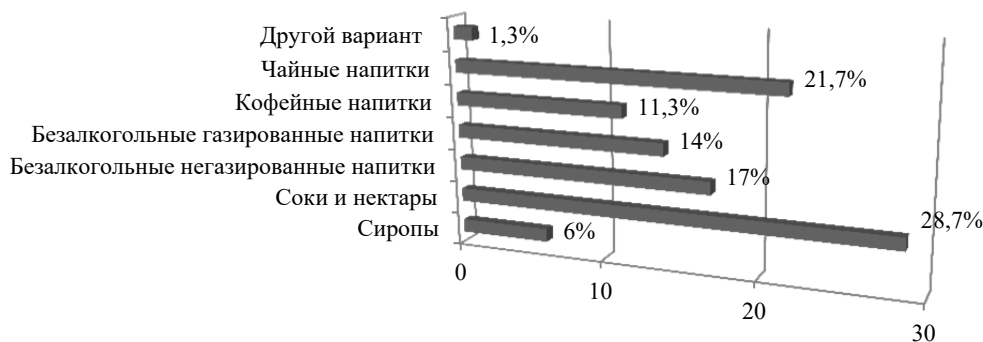


Рис. 3. Предпочтения потребителей при выборе напитков

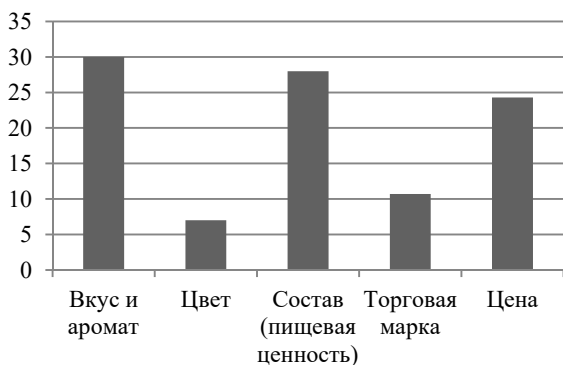


Рис. 4. Распределение респондентов по критериям выбора напитков

Так как в рационе лиц с нарушением углеводного обмена все большее значение приобретают напитки, необходимо отметить, что употребление обогащенных напитков, которые обеспечивают организм человека энергией и необходимыми нутриентами и способствует снижению риска развития заболеваний, связанных с питанием, а также сохраняют и улучшают здоровье за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов, является одним из основных путей коррекции питания лиц, страдающих сахарным диабетом. Сектор функциональных продуктов и напитков имеет первостепенное значение – это наиболее удобная, естественная форма внесения и обогащения организма человека микронутриентами

(витаминами, минеральными веществами, микроэлементами и другими компонентами, источниками которых служат фрукты, овощи, ягоды и т.д.). Обогащенные напитки – оптимальная и наиболее технологическая форма пищевого продукта, которую можно использовать для коррекции пищевого статуса человека путем обогащения физиологически функциональными ингредиентами, оказывающими благоприятное влияние на обмен веществ и иммунитет организма.

Респондентам для определения степени осведомленности был задан вопрос: знают ли они, что такое обогащенные (с дополнительной пользой) напитки? Результаты опроса показали, что большинство респондентов (63 %) знают, что такое обогащенные напитки. Наряду с этим, достаточно высоким оказался процент опрошенных, давших отрицательный ответ – 29 %, а 8 % респондентов затруднились ответить на вопрос.

Однако на вопрос «Готовы ли Вы употреблять обогащенные напитки на основе натурального сырья?» 81,3 % опрошиваемых дали положительный ответ, тогда как 17 % затруднились ответить, а 1,7 % ответили отрицательно. Такие результаты свидетельствуют о том, что большинство респондентов с нарушениями углеводного обмена осведомлены о правилах питания, соответствующего данному заболеванию, а также показывают положительную динамику роста доверия потребителей к обогащенным напиткам (рис. 5).



а) Знаете ли Вы, что такое обогащенные (с дополнительной пользой) напитки?

б) Готовы ли Вы употреблять обогащенные напитки на основе натурального сырья?

Рис. 5. Осведомленность респондентов и готовность к употреблению напитков с дополнительной пользой

В ходе опроса также было определено, какая цена за 1 литр обогащенного напитка является оптимальной: 39 % опрошенных остановили свой выбор на ценовом диапазоне 25–35 рублей. Чуть меньше респондентов, а именно 34 %, определились с ценой за литр напитка 35–45 рублей. Низкой цене напитка (до 25 рублей) отдали предпочтение 15,7 %. За литр напитка стоимостью более 45 рублей готовы заплатить 11 % опрошенных.

Одной из основных задач проводимого исследования являлось выявление вкусовых предпочтений потребителей относительно содержания в составе обогащенных напитков растительного лекарственного сырья и плодового сырья с низким гликемическим индексом. Необходимо отметить, что гликемический индекс – это показатель влияния продуктов питания после их употребления на уровень глюкозы (сахара) в крови. Гликемический индекс является отражением сравнения реакции организма на продукт с реакцией организма на чистую глюкозу, у которой гликемический индекс равен 100. Гликемический индекс всех остальных продуктов сравнивается с гликемическим индексом глюкозы в зависимости от того, как быстро они усваиваются. Чем больше гликемический индекс, тем быстрее поднимается уровень сахара в крови после употребления продукта и тем выше будет одномоментный уровень сахара в крови после употребления пищи. Низкий гликемический индекс продуктов (5–35 единиц) означает, что при их употреблении уровень сахара в крови поднимается медленно. Медленное усвоение еды, постепенные подъем и снижение уровня сахара в крови при низком гликемическом индексе помогают людям с диабетом контролировать концентрацию глюкозы в крови. Предложенное в анкете плодородное сырье имеет низкий гликемический индекс – не выше 25 единиц [8].

На вопрос «На основе какого плодового сырья (с низким гликемическим индексом) обогащенный напиток Вы готовы приобретать?» мнения респондентов среди предложенных вариантов распределились следующим образом: 38 % опрошенных остановили свой выбор на абрикосе; чуть меньше респондентов – 29 % – выбрали вишню; рябину черноплодную и шелковицу предпочли 16,3 и 12 % опрошенных соответственно; а 4,7 % указали другие варианты, такие как черная смородина и слива (рис. 6).

В ходе опроса выяснено, содержание какого растительного сырья в составе обогащенного напитка является предпочтительным. 20,3 % опрошенных остановили свой выбор на цикории. Топинамбур, стевию и лопух хотели бы видеть в составе напитка 18, 16 и 14 % респондентов соответственно, одуванчик – 10,7 %, створки фасоли и девясила – 8 и 7 % опрошенных соответственно. 4,7 % респондентов предпочли галегу лекарственную (козля-

тик), 1,3 % – выбрали другой вариант, в частности крапиву.



Рис. 6. Предпочтения респондентов в отношении плодовой основы (с низким гликемическим индексом) обогащенного напитка



Рис. 7. Предпочтения респондентов относительно растительного сырья в составе обогащенного напитка

Таким образом, проанализировав данные опроса, можно сделать вывод о том, что потенциальные потребители напитков, корректирующих углеводный обмен – покупатели с заболеванием «сахарный диабет 2-го типа» в возрастном диапазоне 36–54 года. Из напитков потребители отдают большее предпочтение сокам, нектарам, чайным и негазированным напиткам. Основными критериями при выборе напитков являются вкус и аромат (30 %), состав (28 %) и цена (24,3 %). Большинство респондентов (63 %) знают, что такое обогащенные напитки и более 80 % готовы их приобретать. При выявлении вкусовых предпочтений лиц с нарушением углеводного обмена показано, что из плодового сырья с низким гликемическим индексом наибольшее количество респондентов отдали предпочтение абрикосам и вишне, из растительного сырья – цикорию, а также топинамбур, стевии и лопуху. Проведенные исследования показали перспективность и целесообразность создания напитков для лиц с нарушением углеводного обмена.

#### Список литературы

1. Bigliardi, B. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods / B. Bigliardi, F. Galati // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – V. 31. – No 2. – P. 118–129.

2. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р.
3. Российский статистический ежегодник 2013 (данные за 2012 год): стат. сб. / Росстат. – М., 2013. – 718 с.
4. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review / I. Siro, E. 3. Kapolna, B. Kapolna, A. Lugasi // *Appetite*. – 2008. – V. 51. – No 3. – P. 456–467.
5. Белецкая, Н.М. Состояние и пути развития производства безалкогольных напитков в потребительской кооперации / Н.М. Белецкая, А.А. Фирсова, Н.Т. Пехтерева // *Вестник БУПК*. – 2006. – № 2(16). – С. 131–137.
6. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания: Технический регламент Таможенного союза от 15.06.2012 г. – № 34.
7. Казаков, И.О. Исследование потребительских предпочтений на рынке пива г. Кемерово / И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, Е.В.Цветков // *Пищевая промышленность: методы и технологии*. – 2014. – № 3. – С. 158–162.
8. Атлас Диабета IDF / Международная Федерация Диабета, 2013. – № 6. – 160 с.

#### References

1. Bigliardi B., Galati F. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2013, vol. 31, no. 2, pp. 118–129. DOI: 10.1016/j.tifs.2013.03.006.
2. *Osnovy gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda. Utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 25 oktyabrya 2010 g. N 1873-r* [Fundamentals of the Russian Federation's state policy in the field of healthy nutrition for the period up to 2020. Approved by the Resolution of the Russian Government dated 25 October 2010 no. 1873 p.].
3. *Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik 2013* [Russian statistics yearbook 2013]. Moscow: Rosstat Publ., 2013. 718 p.
4. Siro I., Kapolna E., Kapolna B., Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—a review. *Appetite*, 2008, vol. 51, no. 3, pp. 456–467. DOI: 10.12691/ijcd-2-1-4.
5. Beletskaya N.M., Firsova A.A., Pekhtereva N.T. Sostoyaniye i puti razvitiya proizvodstva bezalkogol'nykh napitkov v potrebitel'skoy kooperatsii [The state and the development of production of soft drinks in the consumer cooperation]. *Vestnik BUPK* [Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2006, vol. 16, no. 2, pp. 131–137.
6. *O bezopasnosti ot del'nykh vidov spetsializirovannoy pishchevoy produktsii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya: Tekhnicheskiiy reglament Tamozhennogo soyuza ot 15.06.2012g., № 34* [On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition: Technical Regulations of the Customs Union from 15.06.2012g. no. 34].
7. Kazakov I.O., Kiseleva T.F., Tsvetkov E.V. Issledovanie potrebitel'skikh predpochteniy na rynke piva g. Kemerovo [The study of consumer preferences on the beer market in Kemerovo]. *Pishchevaya promyshlennost': metody i tekhnologii* [Food industry: methods and technologies], 2014, no. 3, pp. 158–162.
8. Atlas Diabeta IDF [The IDF Diabetes Atlas]. *Mezhdunarodnaya Federatsiya Diabeta* [International Diabetes Federation], 2013, no. 6, 160 p.

#### Дополнительная информация / Additional Information

Олиференко, О.И. Исследование потребительских предпочтений к инновационным напиткам для коррекции углеводного обмена / О.И. Олиференко, Н.Т. Пехтерева // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 87–92.

Oliferenko O.I., Pekhtereva N.T. Study of consumer preferences to innovative beverages for carbohydrate metabolism improvement. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 44, no. 1, pp. 87–92 (In Russ.).

##### **Пехтерева Наталья Тихоновна**

канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой товароведения продовольственных товаров и таможенной экспертизы, АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права», 308023, г. Белгород, ул. Садовая, 116А, тел.: +7 (4722) 23-52-65, e-mail: bukep-kaf-fin@yandex.ru

##### **Олиференко Ольга Ильинична**

аспирант кафедры товароведения продовольственных товаров и таможенной экспертизы, АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права», 308023, г. Белгород, ул. Садовая, 116А

##### **Natalia T. Pekhtereva**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Non-Foodstuffs Expertise and Customs Expertise, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 116A, Sadovaya Str., Belgorod, 308023, Russia, phone: +7 (4722) 23-52-65, e-mail: bukep-kaf-fin@yandex.ru

##### **Olga I. Oliferenko**

Postgraduate Student of the Department of Non-Foodstuffs Expertise and Customs Expertise, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 116A, Sadovaya Str., Belgorod, 308023, Russia

