Оригинальная статья/Original article

УДК 39.138:338.439

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

## О теоретическом выходе глюкозы из крахмала

Виктор В. Ананских, Любовь Д. Шлеина

vniik@arrisp.ru

<sup>1</sup> ВНИИК, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл., 140051, Россия

Реферат. Сырьем для производства кристаллической пищевой глюкозы является крахмал. При ферментативном гидролизе крахмала высокой чистоты можно получить глюкозные сиропы с глюкозным эквивалентом ГЭ 98%, в которых глюкозы находится около 95%, а мальтозы и мальтотриозы – около 5%. Гидролиз крахмала осуществляется с приростом сухих веществ. Так, из 100 кг крахмала можно получить до 109,81 кг сухих веществ глюкозного сиропа. С учетом потерь по стадиям производства выход может снизиться до 105,61 кг. Очищенный глюкозный сироп концентрируют до 73-75% сухих веществ и направляют на кристаллизацию. Кристаллизацию глюкозы ведут в пересыщенном растворе в течение 56-70 часов при снижении температуры от 46-48 °C до 24-26 °C, в результате получается смесь кристаллов глюкозы и межкристального оттека, называемого утфелем. Процесс кристаллизации прекращают по достижении в утфеле 50% кристаллов. Выход глюкозы при этом составит 105,61/2 = 52,8%. Кристаллизацию ведут по одностадийной схеме, с частичным возвратом конечного продукта – гидрола в осахаренный сироп. После чего утфель направляют на центрифугирование для разделения кристаллов глюкозы и оттека, который частично возвращают в производство в исходный сироп для снижения ГЭ, а вторую часть оттека выводят на реализацию. Следует иметь в виду, что чем выше ГЭ глюкозного сиропа, направляемого на кристаллизацию, тем больше можно вернуть гидрола в осахаренный сироп. В результате этого выход кристаллов глюкозы увеличивается. На основании проведенных расчетов была составлена компьютерная программа, с помощью которой можно определить теоретический выход глюкозы и гидрола, меняя значения осахаренного сиропа. Чем выше значения ГЭ осахаренного сиропа, тем больше выход кристаллической глюкозы и меньше гидрола. Так, при ГЭ осахаренного сиропа 98% можно вернуть около 64,66 кг гидрола к 105,61 кг сиропа, и выход глюкозы увеличится до 85%, выход гидрола при этом составит (105,61-85) = 20,61%.

Ключевые слова: гидролиз, глюкозный эквивалент, пересыщение, кристаллизация, центрифугирование, глюкоза, гидрол, выход глюкозы

# About a theoretical yield of glucose from starch

Viktor V. Ananskikh, Lyubov D. Shleina

vniik@arrisp.ru

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Starch Products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia

Summary. Starch is the raw materials for production of crystal food glucose. With at enzyme conversion of the high purity starch, it is possible to receive glucosic syrups of a glucose equivalent (GE) 98%, where there is about 95% glucose and maltoriose – of about 5%. Starch hydrolysis is carried out with a gain of solids. Thus, 100 kg of amylum is possible to give up to 109.81 kg of glucose syrup on dry basis. Taking in account the losses at manufacture steps a yield can decrease to 105.61 kg. The purified glucose syrup is concentrated up to 73–75% of dry matters and goes to a crystallization step. Crystallization of glucose is carried out in a supersaturated solution within 56–70 hours at reduced temperature from 46–48 °C to 24–26 °C, resulting a mixture of glucose crystals and an intercrystal run-off syrup called a massecuite. The crystallization process is stopped when a 50% of crystals content in massecuite is reached. At the same time glucose yield will be 105.61/2 = 52.8%. Crystallization is carried out according to the single-stage scheme, with partial return of the end product – hydrol into the hydrolised syrup. Then the massecuite is sent to a centrifugation step for dividing glucose crystals and a run-off syrup, which is partially returned to the initial syrup to reduce in GE. The second part of the run-off syrup goes to realization. It must be kept in mind: the higher GE of the glucose syrup sent to a crystallization step, the more quantity of a hydrol is possible to be returned to hydrolysed syrup. Therefore, it is in a resulted a higher yield of glucose crystals. On the basis of the carried-out calculations the computer program was made with which it is possible to define a theoretical glucose and a hydrol yield, while changing values of a hydrolysed syrup. The higher GE values of a hydrolysed syrup are the higher yield of crystal glucose and the lower one of hydrol are. So, at 98% GE of a hydrolysed syrup it is possible to return about 64.66 kg of a hydrol to 105.61 kg of syrup the glucose yield

Keywords: hydrolysis, glucose equivalent, supersaturation, crystallization, centrifugation, glucose, hydrol, glucose yield

## Введение

Сырьем для производства кристаллической пищевой глюкозы является крахмал. Современная технология позволяет расщепить полисахаридную молекулу крахмала до глюкозы путем ферментативного гидролиза крахмала [1].

При расщеплении крахмала, состоящего из остатков глюкозы, к месту разрыва присоединяется молекула воды, за счет чего увеличивается молекулярная масса [2, 3]. Кроме этого, у последнего глюкозного остатка при первом углеродном атоме образуется

Для цитирования

Ананских В. В., Шлеина Л. Д. О теоретическом выходе глюкозы из крахмала // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 205–209. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

гидроксильная группа (ОН), обладающая большой реакционной способностью. Эта группа обусловливает восстанавливающую, или редуцирующую способность моносахаридов. Отсюда степень расщепления молекулы крахмала характеризуется показателем редуцирующих веществ (РВ). Содержанием редуцирующих веществ (РВ). Содержание РВ в глюкозном сиропе определяют методом Лейна—Эйнона в лабораторных условиях. Сущность метода заключается в определении количества закиси меди, образовавшейся в результате восстановления окиси меди в щелочной среде

For citation

Ananskih V. V., Shleina L. D. About a theoretical yield of glucose from starch. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 205–209. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

определенным количеством редуцирующих сахаров, содержащихся в продукте, в присутствии индикатора метиленового синего.

При полном расщеплении или гидролизе крахмала содержание редуцирующих веществ (РВ) (по международной терминологии – глюкозный эквивалент ГЭ) находится на уровне 98%. Этот показатель характеризует кроме содержания глюкозы и другие углеводы.

Содержание глюкозы в растворе можно также определить методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на специальном хроматографе. Метод основан на хроматографическом разделении углеводов сиропа, при различии равновесного распределения его между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых — мелкозернистый сорбент (неподвижная фаза), а другая — элюент (подвижная фаза), с последующим рефрактометрическим детектированием. При этом определяется углеводный состав, где содержание глюкозы в хорошо осахаренном сиропе должно составлять 95–96%, а содержание мальтотриозы: 4–5%.

Технологией производства глюкозы предусматривается ферментативный гидролиз сырого кукурузного крахмала до глюкозного сиропа. Полученный глюкозный сироп очищают, концентрируют и направляют на кристаллизацию. После получения глюкозного утфеля приступают к разделению кристаллов глюкозы и межкристального оттека (гидрола) на центрифугах, с последующим высушиванием сырой глюкозы на пневматической сушилке.

В технологии производства глюкозы важное значение имеет процесс ферментативного гидролиза, состоящего из двух стадий. Первая стадия - ферментативное разжижение, осуществляемое в присутствии разжижающего термостабильного ферментного препарата са-амилазы, например, «Liquozyme Supra 2,8 X». Разжижение необходимо для снижения вязкости клейстеризованного крахмала и подготовки его ко второй стадии. Вторая стадия ферментативное осахаривание, осуществляемое в присутствии комплекса осахаривающих ферментных препаратов - глюкоамилазы и пуллуланазы. Осахаривание необходимо для разрыва 1-4 и 1-6 глюкозидных связей в разжиженном продукте.

С целью получения глюкозного сиропа с высоким ГЭ требуется направлять на переработку крахмал высокой чистоты, доброкачественностью не ниже 98,6%, 1,4% составят примеси крахмала. Таким образом, из 100% крахмала в процессе гидролиза участвует только 98,6%.

При гидролизе происходит прирост сухих веществ (СВ) за счет присоединения к молекуле крахмала молекулы воды. Прирост СВ за счет гидролиза можно определить по формуле:

$$\Pi_{CB} = \frac{\cancel{D}6}{1 - 0,001 \cdot \cancel{\Gamma}9} - \cancel{D}6 = 
= \frac{98,6}{1 - 0,001 \cdot 98} - 98,6 = 10,71$$
(1)

где  $\Pi_{CB}$  — прирост CB за счет гидролиза, %;  $\mathcal{I}\delta = 98,6$  — доброкачественность крахмала, %;  $\Gamma \mathcal{I} = 98$  — глюкозный эквивалент глюкозного сиропа, %.

Из вышеизложенного следует, что из 100 кг сухих веществ крахмала при гидролизе можно получить 110,71 кг сухих веществ глюкозы. Теоретический выход глюкозы в виде СВ глюкозного сиропа после ферментативного осахаривания включает и сухие вещества ферментных препаратов, которые вносятся в качестве катализатора для гидролиза.

Таким образом, теоретический выход глюкозы после ферментативного гидролиза составит:

$$T_{60c} = \frac{\mathcal{I}6}{1 - 0,001 \cdot \Gamma \Im} + \Pi + \Phi =$$

$$= \frac{98,6}{1 - 0,001 \cdot 98} + 1,4 + 0,31 = 111,02\%$$
(2)

где  $\Pi$  = 1,4 – суммарные примеси крахмала, %;  $\Phi$  = 0,31 – количество ферментных препаратов, %.

После ферментативного гидролиза глюкозный сироп фильтруют, и от него отделяют примеси крахмала.

Теоретический выход сухих веществ глюкозного сиропа после фильтрования составит:

$$T_{ec} = \frac{D6}{1 - 0.001 \cdot \Gamma 3} + M + N =$$

$$= \frac{98.6}{1 - 0.001 \cdot 98} + 0.35 + 0.15 = 109.81\%$$
(3)

где M = 0.35 – содержание золы в сиропе, %; N = 0.15 – содержание азотистых веществ, %.

Разность между теоретическим выходом глюкозы после осахаривания и фильтрования сиропа составляют потери примесей крахмала, не входящие в состав сиропа:

$$111,02 - 109,81 = 1,21\%$$
.

Теоретический выход СВ глюкозы из 100 кг крахмала составит 109,81 кг.

В производстве глюкозы образуются потери СВ по технологическим стадиям как обусловленные анализом, так и неучтенные. Общие потери могут составлять 3,5–4,5% СВ глюкозы.

Для расчетов принимаем общие потери 4,2%, или 4,2 кг CB.

Практический выход СВ в глюкозном сиропе с учетом потерь составит:

$$109,81 - 4,2 = 105,61 \text{ kg}$$

Это количество СВ глюкозы (100%) представлено в виде раствора с концентрацией 30–33% сухих веществ (количество продукта 352 кг).

Полученный глюкозный сироп очищают, концентрируют до содержания СВ 73–75% и направляют на кристаллизацию. В дальнейшем все расчеты производим только по сухим веществам.

Кристаллизация глюкозы возможна только в пересыщенных растворах. Пересыщенные растворы образуются в результате выпаривания воды из сиропа или охлаждения глюкозного сиропа. При производстве моногидрата глюкозы пересыщение создается путем охлаждения концентрированного глюкозного сиропа ниже 50 °C. Коэффициент пересыщения раствора глюкозы в начале кристаллизации должен составлять около 1,1, а в конце кристаллизации – около 1,2. Коэффициент пересыщения показывает, во сколько раз больше находится растворенной глюкозы в сиропе, чем в насыщенном растворе при той же температуре. Концентрация глюкозы в насыщенном растворе определяется в зависимости от растворимости глюкозы в воде при определенной температуре. Так, для чистых растворов при температуре 46 °C растворимость глюкозы составляет 66,71%, а при температуре 24 °C – 50,09%.

В пересыщенных растворах кристаллизация протекает в несколько этапов. Вначале создаются зародыши, являющиеся центрами кристаллизации, а затем происходит рост кристаллов.

Температуру продукта в течение 56–70 ч снижают с 46–48 °C до 24–26 °C. При этом скорость снижения температуры не должна превышать 1,5–2 °C за 8 ч, а после 50 ч скорость снижения температуры может быть увеличена до 4 ° за 8 ч. Снижение температуры утфеля необходимо проводить в соответствии со стандартной кривой, которая строится перед проведением процесса кристаллизации.

В результате кристаллизации образуется глюкозный утфель – гетерогенная смесь, состоящая из кристаллов глюкозы и межкристального оттека. Содержание сухих веществ в межкристальном оттеке (гидроле) и в кристаллах глюкозы должно находиться в соотношении 1:1 (по 50%). При выходе СВ глюкозного сиропа 105,61 кг выход кристаллической глюкозы составит 52,805 кг, таков же выход гидрола. С целью увеличения выхода кристаллической глюкозы часть гидрола можно возвратить в осахаренный глюкозный сироп и вести кристаллизацию по одностадийной технологической схеме.

Одностадийная схема является более рациональной в сравнении с двухпродуктовой схемой кристаллизации [4]. Технологическая схема одностадийной кристаллизации сиропа с ГЭ 90,5—91,0%, полученного смешиванием осахаренного сиропа (ГЭ 94,5%) с гидролом (ГЭ 78–79%), позволяет совместить кристаллизацию двух продуктов в одной стадии с получением одного продукта — глюкозы высокого качества при

глубоком истощении сиропа. При этом для получения сиропа с ГЭ 91%, направляемого на кристаллизацию, требуется к осахаренному сиропу в количестве СВ 105 кг с ГЭ 94,5% добавить гидрол с ГЭ 80% в количестве СВ около 38 кг. На кристаллизацию направляется глюкозный сироп массой СВ 143 кг с ГЭ 91%. Выход СВ кристаллической глюкозы составит 71,5% без учета потерь при пробелке и сушке.

Новые современные ферментные препараты и технология их использования позволяют получить осахаренный глюкозный сироп из крахмала с ГЭ, близким к 98%. К такому сиропу можно добавить большее количество гидрола, полученного после кристаллизации и центрифугирования, и тем самым увеличить выход готовой глюкозы.

При истощении глюкозного сиропа важным является величина ГЭ гидрола. Значение ГЭ гидрола можно получить, преобразуя уравнение Переплетчикова, показывающего выход безводной глюкозы по отношению к массе СВ глюкозного сиропа [5]. Как отмечалось выше, процесс кристаллизации глюкозы проводится до содержания кристаллов в утфеле 50%. Уравнение Переплетчикова имеет вид:

$$\frac{(\Gamma \mathcal{J}_1 - \Gamma \mathcal{J}_2) \cdot 100}{(\Gamma \mathcal{J}_3 - \Gamma \mathcal{J}_2)} = 50\% \tag{4}$$

где:  $\Gamma \mathcal{P}_1$  — содержание PB в сиропе, направляемом на кристаллизацию, %;  $\Gamma \mathcal{P}_2$  — содержание PB межкристальном оттеке (гидроле), %;  $\Gamma \mathcal{P}_3$  — содержание PB в кристаллической глюкозе, %.

 $\Gamma$ Э<sub>1</sub> сиропа, направляемого на кристаллизацию, складывается из  $\Gamma$ Э осахаренного сиропа (98%) и  $\Gamma$ Э<sub>2</sub> гидрола, которое нам неизвестно.  $\Gamma$ Э<sub>3</sub> кристаллов глюкозы равно 99,5–99,8%, принимаем для расчетов 100%.  $\Gamma$ Э<sub>1</sub> сиропа принимаем на 3–4% ниже  $\Gamma$ Э осахаренного сиропа. Так, если  $\Gamma$ Э осахаренного сиропа 98%, то  $\Gamma$ Э сиропа, направляемого на кристаллизацию, составит (98–3) = 95%. Из уравнения Переплетчикова находим  $\Gamma$ Э<sub>2</sub>:

$$\Gamma \Theta_2 = 2 \cdot \Gamma \Theta_1 - \Gamma \Theta_3 = 2 \cdot 95 - 100 = 90\%$$

Если вернуть больше гидрола в осахаренный сироп и снизить его ГЭ до (98-4) = 94%, то ГЭ<sub>2</sub> будет равно 88%.

Однако следует иметь в виду, что чем выше ГЭ сиропа, направляемого на кристаллизацию, тем выше скорость кристаллизации, меньше длительность и, соответственно, требуется меньше кристаллизаторов для ведения процесса. Так, длительность кристаллизации сиропа с ГЭ 95% составляет 56–60 ч.

Количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в жидкий сироп, определяется в соответствии с тем условием, что после смешения сироп, направляемый на кристаллизацию, должен иметь  $\Gamma \Im = 98 - 3 = 95\%$ :

$$95 = \frac{105, 61 \cdot 98 + x \cdot 90}{105, 61 + x}, \% \tag{5}$$

где x — количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в осахаренный сироп.

Количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в глюкозный сироп, составит:

$$x = \frac{316,83}{5} = 63,37 \text{ K}$$

При получении кристаллической глюкозы предусматривается пробелка сырых кристаллов глюкозы, находящихся в центрифуге, от гидрола на поверхности этих кристаллов при помощи распыления умягченной воды. Количество сухих веществ смываемого водой с поверхности кристаллов гидрола составляет около 7% от СВ всего гидрола. Следует иметь в виду, что при пробелке растворяется около 7% СВ кристаллов, из-за чего уменьшается выход глюкозы. Таким образом, в пробелку, или во второй оттек, переходит около 14% СВ гидрола и глюкозы, которая возвращается в глюкозный сироп.

Во второй оттек (пробелку) переходит 14% СВ сырой глюкозы и гидрола, что составит:

$$(105,61\cdot14)/100 = 14,78 \text{ Kg}.$$

Половину этого количества  $(7,39\ kг)$  составляют СВ гидрола с ГЭ 90%, а вторую половину — СВ кристаллической глюкозы с ГЭ 100%. На основании этого РВ второго оттека составляют 95%.

При сушке сырых кристаллов глюкозы возможны потери, которые образуются в циклонах в результате отделения глюкозы от отработанного воздуха, в виде глюкозной пыли [6]. Кроме этого, потери могут быть в виде крупки, полученной при рассеве готового продукта.

Количество глюкозной крупки из рассева и глюкозной пыли из циклонов сушилки составляет 1,4% к массе кристаллов глюкозы.

Количество глюкозной пыли и крупки с ГЭ 100% к безводной глюкозе составит:

$$\frac{(105,61\cdot0,5-7)\cdot1,4}{100} = 0,64\,\mathrm{kg}.$$

Собранную крупку и глюкозную пыль растворяют в воде и возвращают в глюкозный сироп.

Количество CB глюкозного сиропа, направляемого на кристаллизацию, с учетом возврата составит:

$$G = 105,61 + 63,37 + 14,78 + 0,64 = 184,4 \text{ KG}.$$

На основании этого выход СВ гидратной глюкозы составит:

$$\frac{50 \cdot 184, 4}{100} = 92, 2 \,\mathrm{K}\Gamma.$$

Будет получено такое же количество и CB гидрола – 92,2 кг.

Уточненное количество второго оттека (пробелка 7% СВ сырой глюкозы и 7% СВ гидрола) к СВ глюкозного сиропа составит:

$$92,2\ 7/100 = 6,454\ \mathrm{KF}$$
 сырой глюкозы,  $92,2\ 7/100 = 6,454\ \mathrm{KF}$  гидрола.

Масса второго оттека, или пробелки составит:

$$6,454 + 6,454 = 12,908 \text{ K}\text{ }\Gamma.$$

Уточненное количество глюкозной пыли и крупки с ГЭ 100% к СВ глюкозного сиропа:

$$(92,2.1,4)/100 = 1,29 \text{ K}\text{T}.$$

Уточненное количество гидрола, возвращаемого в производство с целью снижения  $\Gamma$ 3 сиропа с 98% до 95%:

$$95 = 105,61.98 + x.90 + 12,908.95 + 1,29.100 \times$$

$$\times (105,61+x+12,908+1,29)^{\frac{1}{2}},\%,$$

$$x = \frac{323,28}{5} = 64,656 \text{ кг.}$$

Уточненное количество CB сиропа, направляемого на кристаллизацию, с учетом возврата:

$$G = 105,61 + 64,656 + 12,908 + 1,29 = 184,464 \text{ kg}.$$

Уточненный выход СВ глюкозы:

$$\frac{50 \cdot 184,464}{100} = 92,232 \text{ кг.}$$

Выход СВ готовой гидратной глюкозы с учетом отвода глюкозы при пробелке на центрифуге и высушивании составит:

$$92,232 - 6,454 - 1,29 = 84,488 \text{ K}\text{ }$$

Количество сухих веществ общего гидрола:

$$184,464 - 92,232 = 92,232 \text{ K}\Gamma.$$

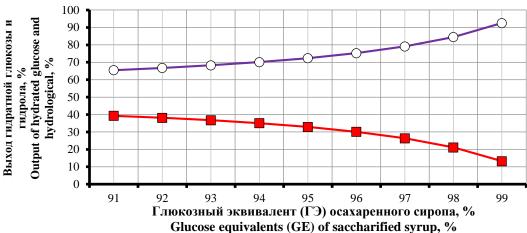
Количество сухих веществ гидрола, выводимое из производства на продажу:

$$92,232 - 64,656 - 6,454 = 21,122 \text{ K}\text{T}.$$

При производстве кристаллической гидратной глюкозы получают два продукта: гидратная кристаллическая глюкоза и межкристальный оттек (гидрол).

Количество этих продуктов может изменяться в зависимости от ГЭ осахаренного сиропа, направляемого на кристаллизацию.

На основании вышеизложенного расчета была составлена компьютерная программа, с помощью которой можно определить теоретический выход глюкозы и гидрола, меняя значения ГЭ осахаренного сиропа. На рисунке 1 представлена зависимость выхода кристаллической глюкозы и гидрола от изменения ГЭ осахаренного глюкозного сиропа.



—— Выход кристаллической гидратной глюкозы, % —— Выход гидрола, %

Рисунок 1. Зависимость выхода гидратной глюкозы кристаллической глюкозы и гидрола при изменении  $\Gamma$ Э осахаренного сиропа

Figure 1. Dependence of the hydrated crystalline glucose and glucose output at change hydrological ET saccharified syrup

#### Заключение

Полученная зависимость показывает выход кристаллической гидратной глюкозы

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bemiller J.N., Whistler R.L. et al. Starch: Chemistry and Technology. London: Academ Press Elsevier, 2009. P. 238–292
- 2 Андреев Н.Р., Хворова Л.С. Ангидридная глюкоза: технология производства и применение // Фармация. 2012. № 3. С. 43–45.
- 3 Пат. RU № 2521510 Способ получения кристаллической ангидридной глюкозы / Хворова Л.С., Селезнева О.Н., Лукин Н. Д. Опубл. 27.06.2014. Бюл. № 18
- 4 Хворова Л.С. Научно-практические основы получения кристаллической глюкозы. М.: Россельхоза-кадемия, 2013. 270 с.
- 5 Пат RU № 2480527 Способ получения затравочной суспензии для уваривания утфеля / Славянский А. А., Семенов Е. В., Карамзин А. В., Лебедева Н. Н., Опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12
- 6 WO 2006125286 Process for the production of pyrogen-free anhydrous crystalline dextrose of high purity from sucrose. Published 30.11. 2006.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виктор В. Ананских к. т. н., зав. лаб., ВНИИК, ул.Некрасова, 11, п.Красково, Московская обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru Любовь Д. Шлеина ст. науч. сотр., ВНИИК, ул.Некрасова, 11, п.Красково, Московская обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru

## КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виктор В. Ананских консультация в ходе исследования Любовь Д. Шлеина написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2016

и гидрола из 100% CB крахмала. Установлено, что чем выше значения ГЭ осахаренного сиропа, тем больше выход глюкозы и меньше гидрола.

#### REFERENCES

- $\,$  1 Bemiller J.N., Whistler R.L. et al. Starch: Chemistry and Technology. London, Academ Press Elsevier, 2009, pp. 238–292
- 2 Andreev N.R., Khvorova L.S. Anhydrite glucose: the technology of production and application *Farmatsiya*. [Pharmacy] 2012, no. 3, pp. 43–45. (in Russian)
- 3 Khvorova L.S., Selezneva O.N., Lukin N.D. Sposob polucheniya kristallicheskoy angidridnoy glyukozy [A process for producing crystalline glucose anhydride] Patent RF, no. 2521510, 2014. (in Russian)
- 4 Khvorova L.S. Nauchno-prakticheskie osnovy polucheniya kristallicheskoy glyukozy [Scientific and practical bases of preparation of crystalline glucose] Moscow, Rossel'hozakademiya, 2013. 270 p. (in Russian)
- 5 Slavyanskii A.A., Semenov E.V., Karamzin A.V., Lebedeva N.N. Sposob polucheniya zatravochnoy suspenzii dlya uvarivaniya utfelya [A method for producing a seed suspension of boiling massecuite] Patent RF, no. 2480527, 2013 (in Russian)
- 6 WO 2006125286 Process for the production of pyrogen-free anhydrous crystalline dextrose of high purity from sucrose. Published 30.11.2006

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

Viktor V. Ananskikh candidate of technical sciences, All-Russian research institute of starch products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru Lyubov D. Shleina senior researcher, All-Russian research institute of starch products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru

## CONTRIBUTION

Viktor V. Ananskikh consultation during the study Lyubov D. Shleina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.25.2016 ACCEPTED 8.20.2016