

УДК 664.1.05

Профессор Н.Г. Кульнева, доцент Ю.И. Последова,
доцент А.А. Ефремов, магистр Ю.С. Куценко
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахарных производств. тел. 8(473)255-37-32
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Professor N.G. Kul'neva, associate professor Yu.I. Posledova,
associate professor A.A. Efremov, Yu.S. Kutsenko
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation and sugar industries technology. phone 8(473)255-37-32
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Использование целлюлозы для очистки концентрированных сахарных растворов

Use cellulose for cleaning concentrated sugar solutions

Реферат. Получение высококачественных полупродуктов в варочно-кристаллизационном отделении является актуальной проблемой свеклосахарного производства. Управляя процессом кристаллизации, необходимо поддерживать постоянные технологические показатели исходных продуктов для уваривания утфелей. В процессе уваривания утфеля II и III кристаллизации может происходить нарастание цветности, отражающееся на качестве желтых сахаров. При производстве белого сахара клеровку желтых сахаров дополнительно не очищают, что снижает качество готовой продукции. Адсорбирующие средства, полученные из отходов производства на основе органических ресурсов, имеют множество преимуществ: экономичны, экологичны при утилизации, безопасны в использовании, надёжны и эффективны в применении. Проведены исследования по применению целлюлозы как адсорбента для очистки концентрированных сахарных растворов, обладающего сродством к красящим веществам и другим примесям. Опыты проводили на полупродуктах Лебедянского сахарного завода. Результаты испытаний показали способность целлюлозы адсорбировать красящие вещества сахарного производства. Для оценки эффекта обесцвечивания в зависимости от массовой доли сухих веществ готовили клеровки жёлтого сахара концентрацией 55, 60, 65 % с последующей адсорбционной очисткой целлюлозой. По результатам эксперимента построена изотерма адсорбции красящих веществ. Исследовано влияние концентрации адсорбента и массовой доли сухих веществ клеровки на эффективность обесцвечивания, получены рациональные параметры процесса. Установлено, что эффект обесцвечивания уменьшается с увеличением концентрации клеровки, что обусловлено повышенной вязкостью раствора. Построена номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки, которая имеет практическое значение. Проведенные исследования свидетельствуют, что проведение дополнительной адсорбционной очистки клеровки желтых сахаров позволяет снизить цветность растворов, повысить выход и качество готовой продукции.

Summary. Producing high quality intermediate products in the boiling-crystallization station is an actual problem of sugar production. In the production of white sugar brown sugar syrup is not further purified that decreases the quality of the end product. Studies have been conducted using cellulose as an adsorbent for the purification of concentrated sugar solutions, having affinity to dyes and other impurities. Research have been carried out with the intermediate products of the Lebedyan sugar plant. Test results have shown cellulose ability to adsorb the dyes in sugar production. The influence of the adsorbent concentration and the mass fraction of solids in the syrup on the decolorization effect has been studied; rational process parameters have been obtained. It has been found that proceeding an additional adsorption purification of brown sugars syrup allows to reduce the solution color, increase the amount and quality of the end product. Adsorbing means, received from production wastes on the basis of organic resources, have many advantages: economical, environmentally friendly for disposal, safe to use, reliable and efficient in use. Conducted research on using cellulose as adsorbent for treatment of concentrated sugar solutions, having an affinity for colouring matter and other impurities. The experiments were carried out on the intermediates Lebedyanskiy sugar factory. The test results showed the ability of cellulose to adsorb coloring matter of sugar production. To evaluate the effect of bleaching depending on the mass fraction of dry substances prepared yellow juice filtration of sugar concentration of 55, 60, 65 % with subsequent adsorption purification of cellulose. The results of the experiment built adsorption isotherm of dyestuffs. The influence of the concentration of the adsorbent and a mass fraction of solids of juice filtration on the efficiency of decolorization obtained by rational parameters of the process. It is established that the effect of bleaching decreases with increasing concentration of juice filtration due to high viscosity of the solution. Constructed a nomogram for determining the flow rate of the adsorbent depending on the concentration of the production of furniture, which is of practical importance. Studies have shown that the additional adsorption purification of sugar juice filtration yellow reduces color solutions, to improve the yield and quality of finished products.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, клеровка, целлюлоза, красящие вещества.

Keywords: beet sugar production, syrup, cellulose, dyes.

© Кульнева Н.Г., Последова Ю.И.,
Ефремов А.А., Куценко Ю.С., 2015

Управляя процессом кристаллизации в сахарном производстве, необходимо поддерживать постоянные технологические показатели исходных продуктов для уваривания утфелей. Цветность полупродуктов, поступающих на первую ступень кристаллизации для получения белого сахара, соответствующего ГОСТ 31895-2012, должна быть не более 375-400 ед. ICUMSA. При этом цветность белого сахара категории «Экстра» должна быть не более 45,0 ед. ICUMSA [1]. В процессе уваривания утфелей II и III продуктов может происходить нарастание цветности, отражающееся на качестве желтых сахаров. Для снижения цветности и удаления взвесей их направляют на сульфитацию и фильтрование, но данной обработки недостаточно. Эффективное удаление красящих веществ возможно при использовании дополнительных реагентов [2] или при помощи адсорбционной очистки [3].

Рядом учёных для очистки производственных сахаросодержащих растворов признана высокая эффективность сорбентов на основе целлюлозы [4]. В настоящее время фильтрующие средства на основе органических возобновляемых сырьевых ресурсов (целлюлоза, древесные и растительные волокна) становятся всё более востребованными [5, 6]. Их использование имеет множество преимуществ: экономичность, экологичность при утилизации, безопасность в использовании, надёжность и эффективность в применении.

Для проверки целесообразности дополнительной адсорбционной очистки клеровок желтых сахаров с использованием целлюлозы проведен ряд экспериментов.

Предварительно исследовали клеровку желтого сахара II и III ступени кристаллизации с Лебедянского сахарного завода (таблица 1)

Т а б л и ц а 1
Качественные показатели клеровки желтого сахара II и III кристаллизации

Показатели	Кле- ровка II про- дукта	Кле- ровка III про- дукта
Массовая доля сухих веществ, %	73,3	73,5
Массовая доля сахарозы, %	71,5	70,6
Чистота, %	97,61	96,05
Цветность, ед. опт. пл.	472,5	1021,5
Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,046	0,096
Массовая доля солей кальция в пересчете на CaO, %	0,03	0,03

Опыты по адсорбционной очистке клеровок желтого сахара II и III кристаллизации осуществляли при температуре 75 °С в течение 10 мин при периодическом перемешивании. Расход целлюлозы варьировали от 25 до 100 мг на 100 г клеровки. После контакта и фильтрования в обесцвеченных клеровках определяли цветность и рассчитывали эффект обесцвечивания (таблицы 2-3).

Т а б л и ц а 2

Показатели клеровки желтого сахара II после обработки целлюлозой

Показатель	Массовая доля целлюлозы, %			
	0	0,025	0,050	0,100
Цветность, ед. опт. пл.	472,5	462,5	435	459,75
Эффект обесцвечивания, %	-	2,12	7,94	2,70

Т а б л и ц а 3

Качественные показатели клеровки желтого сахара III после обработки целлюлозой

Показатель	Массовая доля целлюлозы, %		
	0	0,025	0,050
Цветность, ед. опт. пл.	1021,5	944,39	935,48
Эффект обесцвечивания, %	-	7,55	8,42

Результаты испытаний показали способность целлюлозы адсорбировать красящие вещества сахарного производства.

Для оценки эффекта обесцвечивания в зависимости от массовой доли сухих веществ готовили клеровки желтого сахара концентрацией 55, 60, 65 % с последующей адсорбционной очисткой целлюлозой. По результатам эксперимента построена изотерма адсорбции красящих веществ (рисунок 1).

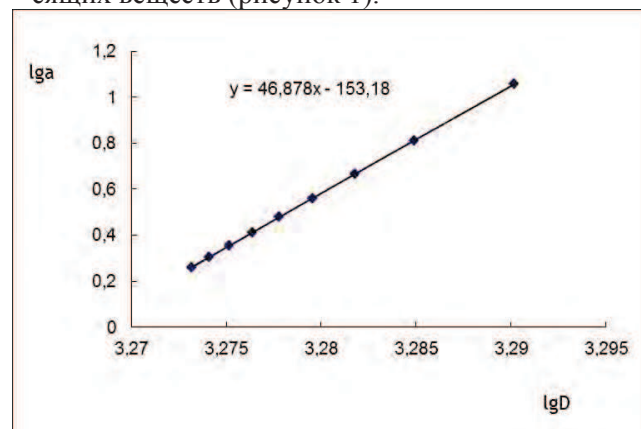


Рисунок 1. Изотерма адсорбции красящих веществ клеровки желтых сахаров

Изотерму Лэнгмюра рассчитывали по уравнению:

$$a = KC/(1+lC), \quad (1)$$

где a – удельная адсорбция, рассчитанная на 1 г сорбента; C – равновесная концентрация красящих веществ; K и l – константы.

Определены константы уравнения: $K=0,006532$, $l=0,3059$

По результатам эксперимента построена номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки (рисунок 2).

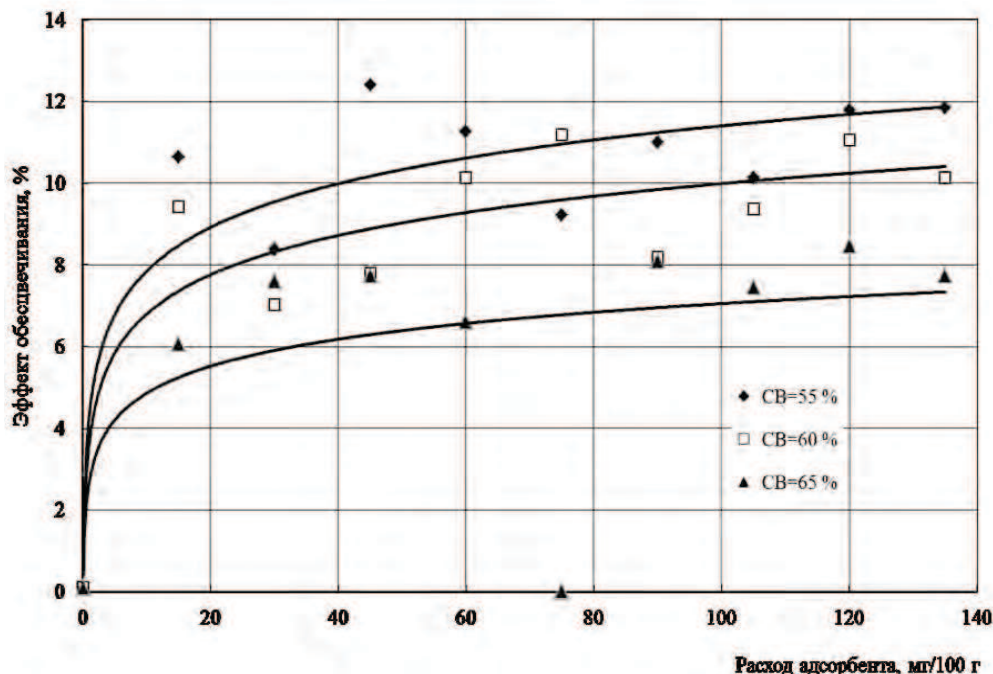


Рисунок 2. Номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки

Установлено, что эффект обесцвечивания уменьшается с увеличением концентрации клеровки, что обусловлено повышенной вязкостью раствора. Рациональный расход адсорбента – 0,040–0,065 % к массе клеровки. Увеличение эффекта обесцвечивания при большем расходе адсорбента незначительно и экономически не оправдано.

Таким образом, использование дополнительной адсорбционной очистки клеровки желтых сахаров позволяет снизить цветность на 12 %, увеличить выход готовой продукции на 0,2 % за счет повышения чистоты смеси сиропа с клеровкой на 0,4–0,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 31895-2012 Сахар белый. Технические условия. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2014. 17 с.

2 Ефремов А.А., Кульнева Н.Г., Воронина И.С. Использование электрохимической активации для снижения цветности клеровки желтого сахара // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 февраля 2015 г.: в 13 частях. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. С. 20 – 21.

3 Олянская С. П., Цырульникова В. В. Дополнительные реагенты для очистки клеровок желтого сахара // Сахар. 2014. № 2. С. 38 – 40.

4 Последова Ю.И., Гафурова Е.О., Сидоренко Ю. И., Решетова Р. С. Переработка тростникового сахара-сырца с использованием целлюлозы // Сахар. 2011. № 1. С. 58 – 62.

5 Штангеев В.О., Молодницкая Е.Н., Клименко Л.С. Очистка густых сахарных полупродуктов сахарного производства // Сахар. 2013. № 11. С. 44 – 49.

6 Лосева В.А., Голова К.В., Черняева Л.А. Сравнительная оценка применения комбинированных сорбентов для очистки диффузионного сока // Актуальная биотехнология. 2012. №2. С. 33 – 34.

REFERENCES

1 GOST 31895-2012 Sakhar belyi. Tekhnicheskie usloviya [White Sugar. The technical conditions]. Moscow, STANDARTIN-FORM, 2014. 17 p. (In Russ.).

2 Efremov A.A., Kul'neva N.G., Voronina I.S. Use of electrochemical activation to reduce the chromaticity of the yellow juice filtration of sugar. Perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya [Prospects of development of science and education: collection of scientific works on materials of the International scientific-practical conference February 28, 2015: in 13 parts. Part 4]. Tambov, OOO "Konsaltingovaya kompaniya Yukom", 2015. pp. 20 – 21. (In Russ.).

3 Olyanskaya S. P., Tsyurul'nikova V.V. Additional chemicals for cleaning solution of brown sugar. *Sakhar*. [Sugar], 2014, no. 2, pp. 38 – 40. (In Russ.).

4 Posledova Yu. I., Gafurova E. O., Cidorenko Yu. I., Reshetova R. S. Refining raw cane sugar using cellulose. *Sakhar*. [Sugar], 2011, no. 1, pp. 58 – 62. (In Russ.).

5 Shtangeev V. O., Molodnitskaya E. N., Klimenko L. S. Cleaning thick sugar intermediates of sugar production. *Sakhar*. [Sugar], 2013, no. 11, pp. 44 – 49. (In Russ.).

6 Loseva V.A., Golova V.K., Chernyaeva L.A. Comparative evaluation of the application of machining centres-aligned sorbents for purification of diffusion juice. *Aktual'naya biotekhnologiya*. [Actual biotechnology], 2012, no. 2, pp. 33 – 34. (In Russ.).