

УДК 664.1.039

DOI: <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-207-210>

Профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,
соискатель В.А. Лавренова, студент И.С. Бушмин

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахарных производств.
тел. (473) 255-37-32

E-mail: yzas2006@yandex.ru

Professor V.A. Golybin, associate professor V.A. Fedoruk,
applicant V.A. Lavrenova, student I.S. Bushmin

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation technology
and sugar industries. phone (473) 255-37-32

E-mail: yzas2006@yandex.ru

Совершенствование процесса I сатурации в сахарном производстве

Improving the process of I carbonation in sugar production

Реферат. Из общего эффекта удаления несахаров 30–36 %, достигаемого в условиях современной схемы очистки диффузионного сока, значительная их доля удаляется за счет адсорбции частицами карбоната кальция, образующегося в процессе сатурации. Для повышения эффективности этой стадии очистки диффузионного сока нами предложена двухступенчатая I сатурация очищаемого диффузионного сока. Проведение двух ступеней I сатурации при повышенной величине рН сока обосновано с учетом эффективности адсорбционной очистки карбонатом кальция. Для количественной оценки предлагаемого варианта сатурации выполнены лабораторные исследования на заводских соках, полученных из свеклы различного качества, с определением качественных показателей очищаемого сока на всех стадиях обработки диффузионного сока в процессе теплой преддефекации, комбинированной основной дефекации, I и II сатурации. Показатели соков оценивались по принятым в сахарной отрасли методикам. В сравнении с типовым вариантом предлагаемый вариант двухступенчатой I сатурации с промежуточным фильтрованием позволяет повысить фильтрационные показатели сатурированного сока на 24–26 %, снизить цветность очищенного сока на 17–23 %, содержание солей кальция на 22–24 %, повысить общий эффект очистки на 16–19 % (относительных). Улучшение качества очищенного сока гарантирует выработку сахара-песка стандартного качества, увеличение эффекта очистки диффузионного сока обеспечивает снижение потерь сахарозы в мелассе и повышает выход конечного товарного продукта. Предлагаемый вариант разделения процессов термохимической конверсии несахаров позволит создать условия для максимального удаления за счет адсорбции продуктов их распада, прежде всего красящих веществ.

Summary. Of the total effect of the removal of non-sugars 30–36 % achieved in modern schemes extract purification, a large proportion removed by adsorption of calcium carbonate particles formed in the process of carbonation. To improve the efficiency of the purification steps juice we have proposed a two-stage carbonation I cleaned juice. Holding two stages I saturation at high pH juice is justified in view of the efficiency of adsorption treatment with calcium carbonate. To quantify the proposed option saturation performed laboratory research on plant juices derived from beet varying quality, with the definition of quality indicators to be cleansed juice at all stages of processing the raw juice in warm preliming, the combined main liming, I and II carbonation. Indicators were evaluated for juice in the sugar industry accepted methods. In comparison with the standard version of the proposed two-stage version of I carbonation with intermediate filtration improves filtration performance carbonated juice on 24–26 %, reduce the color of the purified juice to 17–23 %, the content of calcium in the 22–24 %, improve the overall treatment effect 16–19 % (relative). Improving the quality of the purified juice ensures the production of white sugar of standard quality, an increase in the cleaning effect of diffusion juice reduces the loss of sucrose in the molasses and increases the yield of the final commercial product. The proposed version of the separation processes of thermochemical conversion of non-sugars will create conditions for maximum removal by adsorption of their decay products, particularly dyes.

Ключевые слова: очистка диффузионного сока, двухступенчатая сатурация, адсорбция, фильтроперлит.

Keywords: juice purification, two-stage separation, adsorption, filterperlite.

© Голыбин В.А., Федорук В.А.,
Лавренова В.А., Бушмин И.С., 2016

Для цитирования

Голыбин В.А., Федорук В.А., Лавренова В.А., Бушмин И.С. Совершенствование процесса I сатурации в сахарном производстве // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. С. 207-210. doi:10.20914/2310-1202-2016-1-207-210.

For cite

Golybin V.A., Fedoruk V.A., Lavrenova V.A., Bushmin I.S. Improving the process of I carbonation in sugar production. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies]. 2016, no. 1, pp. 207-210. (In Russ.). doi: 10.20914/2310-1202-2016-1-207-210.

Главными задачами очистки диффузионного сока в сахарном производстве являются:

– обеспечение максимальной степени удаления несахаров диффузионного сока (эффект очистки);

– получение сатурационных соков с нормативными фильтрационными показателями.

Из общего эффекта удаления несахаров 30–36 %, достигаемого в условиях современной схемы очистки диффузионного сока, значительная их доля выводится частицами карбоната кальция, образующегося в процессе сатурации, за счет адсорбции. Для повышения эффективности этой стадии очистки диффузионного сока нами предложена двухступенчатая I сатурация очищаемого диффузионного сока [1].

Проведение двух ступеней I сатурации при повышенной величине pH сока обосновано с учетом эффективности адсорбционной очистки карбонатом кальция. Например, красящие вещества, являющиеся на начальных стадиях очистки диффузионного сока в основном продуктами термохимической конверсии редуцирующих веществ, наиболее полно адсорбируются в достаточной щелочной среде с pH 11,0–11,3.

При осуществлении двухступенчатой I сатурации в условиях лимитированного количества вводимого гидроксида кальция для осуществления реакций разложения несахаров возникает проблема получения сатурационных соков с нормативными фильтрационными показателями. В предлагаемом варианте очистки предусматривается рациональное распределение гидроксида кальция для известковой

обработки диффузионного сока в условиях теплого температурного режима перед IA и в условиях горячего температурного режима перед IB сатурациями, обеспечивающее:

– требуемую степень разложения несахаров – на первой ступени дефекации редуцирующих веществ, на второй ступени дефекации – в основном азотистых несахаров;

– высокий эффект адсорбционной очистки на IA сатурации – продуктов щелочно-термической конверсии редуцирующих веществ, на IB сатурации – продуктов разложения азотистых несахаров;

– получение нормативных показателей фильтрования сатурационных соков при значительно уменьшенном расходе гидроксида кальция, соответственно меньшей массе карбоната кальция, являющегося наполнителем массы фильтрационного осадка в смеси с ранее скоагулированными и осажденными несахарами [1].

Нами установлены преимущества ступенчатого использования адсорбционной активности карбоната кальция в сравнении с однократным вводом того же количества реагента. Исследована эффективность адсорбции карбонатом кальция красящих веществ водного раствора мелассы – СВ 12 %, исходная оптическая плотность D_{10} 4,0 при 540 нм. В первой серии опытов очищали при 80 °С однократной карбонизацией 1,0 % гидроксида кальция к массе раствора до pH 9,0. Гидроксид кальция во второй серии вводили в три приема – 0,50; 0,25 и 0,25 %, после проведения каждой карбонизации растворы профильтровывали (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Влияние способа ввода адсорбента на эффект адсорбции

Способ ввода адсорбента	Оптическая плотность (ед.) после обработки карбонатом кальция, %				Снижение D, ед.	Эффект адсорбции, %
	0,50	0,25	0,25	1,00		
1	-	-	-	2,265	1,735	43,40
2	2,700	1,850	1,502	1,502	2,498	62,45

Таким образом, дробный ввод адсорбента и промежуточное фильтрование в сравнении с одноразовым повышают эффект адсорбционной очистки в среднем на 43 %. После дробного ввода 0,75 % CaO обеспечивается снижение D на 18,3 % в сравнении с одноразовым вводом 1,0 %.

При распределенном вводе гидроксида кальция появляется возможность раздельного удаления продуктов конверсии редуцирующих веществ (красящих веществ) на первой стадии карбонизации (IA сатурация), а на второй (IB сатурация) – азотсодержащих красящих соединений, что обеспечивает минимальную

интенсивность образования меланоидинов не только в процессе очистки сока, но и на последующих операциях (фильтрование сатурационного сока, высокотемпературное выпаривание очищенного сока) [1].

Адсорбционная очистка после известковой обработки, при которой наиболее полно удаляются продукты конверсии редуцирующих веществ, с последующим фильтрованием обеспечивает оптимальные условия для проведения горячей известковой обработки сока с целью достижения необходимой степени распада азотистых соединений. При совместной термической деструкции редуцирующих

веществ и амидов в щелочной среде цветность растворов возрастает в 2 раза и более. Следовательно, разделение красящих веществ – вначале обусловленных распадом редуцирующих веществ, а затем при горячей дефекации – за счет разложения амидов, обеспечит их наибольшее удаление, т.к. эффективность адсорбционной очистки зависит от начальных долей этих примесей в очищаемых сахарных растворах.

Проведение двухступенчатой I сатурации обеспечивает максимальный эффект обесцвечивания. В режиме рациональных расходов реагента на IA сатурации будет обеспечена наибольшая активность образующегося карбоната кальция, т.к. практически будет исключено блокирование частиц гидроксида кальция углекислыми сахарами. Этот эффект создается за счет ввода расчетного количества гидроксида кальция перед каждой ступенью сатурации с учетом основных технологических факторов: температуры очищаемого сока, содержания в нем сухих веществ, содержания основных групп вредных растворимых несахаров, прежде всего азотистых и редуцирующих веществ, ожидаемой степени распада этих несахаров с учетом температуры и продолжительности известковой обработки.

Проведение двух ступеней I сатурации при повышенных значениях pH в максимальной степени позволит удалить адсорбцией не только красящие вещества, но и другие продукты конверсии редуцирующих моносахаров, например лактат кальция, являющийся катализатором распада сахарозы [2].

Для формирования в процессе карбонизации гидроксида кальция однородной структуры фильтрационного осадка и достижения нормативных фильтрационных показателей сатурационного сока нами использовался способ с предварительным вводом в сок определенного количества заранее подготовленного активированного фильтроперлита с известной дисперсностью частиц. Активация водной суспензии фильтроперлита проводилась путем предварительного ввода расчетного количества гидроксида кальция с последующей карбонизацией до оптимальной величины pH. Количество фильтроперлита рассчитывалось с учетом получения структуры фильтрационного осадка с заданным размером его частиц и достижения величины фильтрационного коэффициента сатурированного сока в интервале 2,0–2,4 [3, 4].

Для количественной оценки предлагаемого варианта сатурации выполнены лабораторные исследования на заводских соках, полученных из свеклы различного качества, с определением качественных показателей очищаемого сока на всех стадиях обработки диффузионного сока в процессе теплой преддефекации, комбинированной основной дефекации, I и II сатурации. Показатели соков оценивались по принятым в сахарной отрасли методикам [5].

Экспериментальные данные, полученные в заводских условиях при проведении разных вариантов сатурации на производственных соках зоны свеклосеяния Тамбовской области, приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Влияние вариантов очистки на качественные показатели соков

Варианты проведения сатурации	Преддефекованный сок				Сок I сатурации		Сок II сатурации			
	S ₅ , см/мин	V ₂₅ , %	Ч, %	Эф.оч., %	S ₅ , см/мин	F _k , г/см ²	Соли Са, %	Цв., усл. ед.	Ч, %	Эф.оч., %
Чистота диффузионного сока 88,6 % (свекла свежая)										
С распределенным вводом реагента	4,2	17,5	90,5	19,1	4,8	2,1	0,016	8,6	92,3	35,2
Типовая	2,9	20,6	90,2	15,6	3,2	2,8	0,021	10,4	91,7	30,3
Чистота диффузионного сока 87,4 % (свекла хранившаяся)										
С распределенным вводом реагента	3,8	20,2	89,3	17,1	4,3	2,4	0,021	10,6	90,9	31,2
Типовая	2,3	24,3	88,8	13,3	2,7	3,2	0,027	13,8	90,4	26,0

В сравнении с типовым вариантом предлагаемый вариант двухступенчатой I сатурации с промежуточным фильтрованием позволяет повысить фильтрационные показатели сатурированного сока на 24–26 %, снизить цветность очищенного сока на 17–23 %, содержание солей кальция на 22–24 %, повысить общий эффект очистки на 16–19 % (отн.).

Улучшение качества очищенного сока гарантирует выработку сахара-песка стандарт-

ного качества, увеличение эффекта очистки диффузионного сока обеспечивает снижение потерь сахарозы в мелассе и повышает выход конечного товарного продукта.

Предлагаемое разделение процессов термохимической конверсии несахаров позволит создать условия для максимального удаления адсорбцией продуктов их распада, в наибольшей степени красящих веществ.

Таким образом, такие продукты термического разложения редуцирующих веществ как органические кислоты и красящие вещества, целесообразно в максимальной степени удалять в процессе двухступенчатой первой сатурации, проводимой при повышенной величине рН очищаемого сока не ниже 11,0, до завершающей II сатурации, а остаток солей кальция и аминокислоты адсорбировать на второй ступени сатурации.

В результате анализа экспериментальных данных можно сделать следующие выводы по рациональному сочетанию операций усовершенствованной физико-химической очистки диффузионного сока:

- сахара, приводящие к появлению в растворах различных групп красящих веществ, необходимо разрушать в условиях раздельной теплой и горячей ступеней основной дефекации;

- на указанные операции необходимо подавать обоснованные доли гидроксида кальция, позволяющие с максимальным эффектом провести реакции разложения, а далее и адсорбции продуктов распада;

- необходимо осуществлять две карбонизации (IA и IB сатурации) после теплой продолжительной основной дефекации и после ее горячей ступени с соблюдением оптимальных величин рН;

- для исключения перехода скоагулированных в процессе преддефекации и адсорбированных на IA сатурации сахаров в раствор необходимо промежуточное фильтрование – это создаст благоприятные условия для адсорбционной сатурации (IB) аминокислот и азотсодержащих красящих

веществ и обеспечит высокую эффективность последующей II сатурации;

- отделение осадка скоагулированных сахаров после теплой основной дефекации и IA сатурации не может вызвать ухудшения качества сока, а образовавшиеся при этом некоторые доли красящих веществ будут эффективно удалены в условиях высокой щелочности IB сатурации;

- карбонизация гидроксида кальция при повышенной щелочности и высоком коэффициенте использования диоксида углерода обеспечит минимальную потерю теплоты и уменьшит ее затраты для поддержания оптимального температурного режима физико-химической очистки диффузионного сока.

Для обоснования оптимального распределения гидроксида кальция использовали метод обобщенной функции желательности. В качестве выходных факторов приняты фильтрационные свойства и оптические плотности соков, эффект очистки и содержание солей кальция в очищенном соке.

Для всех вариантов распределения извести были рассчитаны частные и обобщенная функции желательности. Оптимальным вариантом распределения гидроксида кальция является следующий: 60 % и 40 % гидроксида кальция на первую ступень и вторую ступень первой сатурации соответственно.

Предлагаемый вариант двухступенчатой I сатурации с промежуточным фильтрованием в сравнении с типовой схемой позволяет снизить цветность очищенного сока на 17–23 %, массовые доли солей кальция на 22–24 %, увеличить эффект очистки на 16–19 % (абс.).

ЛИТЕРАТУРА

1 Голыбин В.А., Федорук В.А., Ткачев А.А. Повышение эффективности использования гидроксида кальция для очистки диффузионного сока // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 144–148.

2 Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. М.: Колос, 1999. 495 с.

3 Лосева В.А., Голова К.В., Лысикова Ю.А. Интенсификация очистки диффузионного сока с использованием комбинированных сорбентов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 4. С. 125–128.

4 Лосева В.А. и др. Разработка технологии очистки диффузионного сока с использованием пищевых волокон, фильтроперлита и бентонита // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2. С. 170–174.

5 Голыбин В.А. и др. Методы исследования сырья и продуктов сахарного производства: теория и практика. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 260 с.

REFERENCES

1 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Tkachev A.A. The introduction of safety management systems at the sugar industry. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij*. [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies], 2012, no. 2, pp. 144–148. (In Russ.).

2. Sapronov A.R. Tekhnologiya saharnogo proizvodstva [Technology of sugar production]. Moscow, Kolos, 1999. 495 p. (In Russ.).

3 Loseva V.A., Golova K.V., Lysikova Yu. A. Intensification of diffusion juice purification using a combination of sorbents. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij*. [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies], 2012, no. 4, pp. 125–128. (In Russ.).

4 Loseva V.A. et al. Development of technology of purification of diffusion juice with the use of dietary fiber, and bentonite filterperlite. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij*. [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies], 2013, no. 2, pp. 170–174. (In Russ.).

5 Golybin V.A. et al. Metody issledovaniya syr'ya i produktov sakharного производства: teoriya i praktika [Methods of research of raw materials and products of sugar production: theory and practice]. Voronezh, VSUET, 2014. 260 p. (In Russ.).