

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК 664.1.03

Профессор В.А. Лосева, аспирант К.В. Голова,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии сахаристых веществ,
тел. (473) 255-38-51
доцент Л.А. Черняева,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра микробиологии и биохимии,
тел. (473) 255-55-57
аспирант Ю.А. Лысикова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии сахаристых веществ,
тел. (473) 255-38-51

Разработка технологии очистки диффузионного сока с использованием пищевых волокон, фильтроперлита и бентонита

В ходе экспериментальных исследований изучено влияние комбинированных сорбентов на эффективность очистки диффузионного сока, степень удаления белковых веществ и степень микробиологической обсемененности преддефекованного сока.

The pilot study examined the impact of combined sorbents on the effectiveness of juice purification, the extent of proteins removal and the degree of microbiological contamination of preliming juice.

Ключевые слова: пищевые волокна, фильтроперлит, бентонит, сорбенты, микроорганизмы, эффективность очистки.

При известково-углекислотной очистке сока основным адсорбентом является карбонат кальция. Однако он имеет лимитированную емкость по удалению из растворов нес сахаров. Это подтверждается незначительным приростом эффекта очистки при больших расходах известки на очистку.

Эффективность очистки диффузионного сока возможно повысить за счет дополнительного использования природных сорбентов. При выборе материала необходимо руководствоваться тем, что сорбенты должны быть достаточно дешевыми, доступными, экологически чистыми, не вызывать вторичного загрязнения очищаемого продукта, обладать высокой сорбционной емкостью.

Нами предложено в качестве сорбентов для очистки диффузионного сока использовать пищевые волокна (ПВ), полученные из жома сахарной свеклы, фильтроперлит и бентонит.

Рассмотрим основные характеристики сорбентов, особенности их строения и свойства.

ПВ обладают волокнистой структурой, грубой поверхностью и большой пористостью. Поскольку растительные и целлюлозные волокна мягкие и неабразивные, элементы насосов, труб и конвейеров хорошо защищены, кроме того, благодаря своей структуре, волокна эластично противостоят перепадам давления [1].

Фильтроперлит – это аморфная алюмосиликатная порода, по своему химическому составу близкая к граниту. Обработанный исходный перлит представляет собой мелкую крошку белого цвета с низким удельным весом, состоящую из ломаных гранул неправильной геометрической формы, благодаря чему он хорошо подходит для фильтрации крупных взвесей. Перлиты, обладая разнородной формой частиц, относительно жесткой структурой и специфической проницаемостью, способны образовывать высокопористую фильтрующую лепешку и одновременно выступать высокоэффективным средством по удалению взвесей различного характера.

Бентониты – это тонкодисперсные глины, состоящие не менее чем на 60-70 % из минерала

лов группы монтмориллонита, обладающие высокой связывающей способностью, адсорбционной и каталитической активностью [7].

Для повышения эффекта очистки соков и сиропов в качестве сорбционных материалов используются фильтровальные порошки [5, 6]. В литературе [3, 4] представлена кинетика сорбции белковых веществ бентонитами при осветлении соков. Предварительные лабораторные исследования, проведенные с целью изучения влияния ПВ, фильтроперлита и бентонита, показали их положительное действие на качественные показатели преддефектованного сока и сока II сатурации и увеличение эффекта очистки по сравнению с традиционной схемой. В ходе эксперимента установлены рациональные массовые доли используемых сорбентов.

Т а б л и ц а 1

Влияние сорбентов на качественные показатели преддефектованного сока

Объекты исследования	Показатели преддефектованного сока, %			
	СВ	Ч	Эф. оч.	Белки
1. Диффузионный сок	12,6	85,32	—	1,15
2. Преддефектованный сок				
2.1 Трад. схема	11,2	86,16	6,64	0,875
2.2 ПВ	10,8	87,04	13,46	0,825
2.3 Фильтроперлит	10,9	87,16	14,38	0,775
2.4 Бентонит	10,9	88,53	24,70	0,775
2.5 ПВ+фильтроперлит	11,0	88,64	25,51	0,750
2.6 ПВ+бентонит	10,8	88,89	27,36	0,763

Сорбционная емкость ПВ заполняется как положительно, так и отрицательно заряженными соединениями, так как они обладают значительным количеством функциональных групп на поверхности (прежде всего гидроксильных, карбонильных и карбоксильных) и являются адсорбентом смешанного типа. По результатам, представленным в таблице 1, видно, что при использовании ПВ в качестве сорбента для очистки диффузионного сока наблюдается увеличение эффективности очистки на 6,82 %.

В литературе [8] представлены результаты исследований, в ходе которых было выявлено положительное влияние скомбинированных сорбентов на основе целлюлозы и фильтроперлита на эффективность очистки соков и сиропов. Известно [2], что бентонитовые глины хорошо осаждают белковые, пектиновые, красящие и другие вещества. Бентониты широко применяются в виноделии для очистки вин от белковых веществ. Боль-

шое значение для устойчивости вин имеет также адсорбция бентонитами микроорганизмов. По данным Нилова и Баталовой бентониты удаляют из суслу 80-90 % микроорганизмов [2]. Поэтому представляет интерес изучение влияния фильтроперлита и бентонита, а также ПВ совместно с фильтроперлитом и ПВ с бентонитом на эффективность очистки сока и степень удаления белковых веществ.

Нами было установлено, что использование фильтроперлита и бентонита оказывает положительный эффект на увеличение чистоты преддефектованного сока по сравнению с традиционной схемой, а также по отношению к использованию одних ПВ. Эффект очистки при использовании фильтроперлита и бентонита по сравнению с использованием только ПВ увеличился на 14,38 % и 24,70 % соответственно. Положительный эффект наблюдается и в отношении удаления белковых веществ. В схеме с использованием ПВ достигается удаление белковых веществ на 28 %, фильтроперлита и бентонита на 32 % по сравнению с содержанием белковых веществ в исходном диффузионном соке.

Положительное влияние фильтроперлита можно объяснить тем, что микрочастицы фильтровального порошка являются центрами коагуляции для ВКД сахарных растворов, которые оседают на их поверхности. В результате происходит укрупнение частиц, которые быстро оседают и увлекают за собой все мелкие частицы, т.е. происходит их ортокINETическое и солидарное осаждение.

Укрупнение частиц твердой фазы при обработке сока бентонитом связано с образованием комплексных частиц адсорбент-адсорбат. Однако химическая природа их взаимодействия неодинакова и зависит от природы адсорбата (молекул белка, пектиновых веществ, полифенольных и других веществ). Обработку сока бентонитами следует отнести к коллоидно-химическим методам, поскольку основными при их применении являются коллоидно-химические и адсорбционные процессы, нарушающие устойчивость коллоидно-дисперсных систем, величину заряда, их ξ -потенциал, дисперсное и фазовое состояние равновесия [2].

С целью увеличения эффекта очистки и степени удаления ВМС и ВКД диффузионного сока нами было принято решение по комбинированию органического сорбента с минеральным. Введение в сок комбинированного сорбента на основе ПВ и фильтроперлита,

а также ПВ и бентонита, позволяет достичь увеличения чистоты преддефекованного сока на 2,48 % и 2,73 % соответственно. При этом степень осаждения белковых веществ увеличивается на 34,78 % и 33,65 % к их исходному содержанию в диффузионном соке.

Еще одной задачей нашей работы было изучение влияния данных сорбентов на степень микробиологической загрязненности соков.

В сахарном производстве микроорганизмы – бактерии, плесневые грибы и дрожжи – снижают качество полупродуктов и готовой продукции, образуют кислоты, вызывают разложение сахарозы и ослизнение соков и сиропов, ухудшают процесс фильтрования, причиняя большой ущерб производству сахара [9].

Количество микроорганизмов в 1 см³ диффузионного сока колеблется от 6 тыс. до 40 млн. Постоянным это число быть не может, т.к. обсемененность диффузионного сока зависит от состояния свеклы, степени отмычки от нее почвы, бактериологического качества воды, температурного режима, ритма работы диффузионного аппарата [10].

Хотя количество микроорганизмов неустойчиво и зависит от многих причин и факторов, необходимо стремиться снизить его до минимального.

Анализу подвергали исходный диффузионный сок и преддефекованный сок, очищенный по традиционной схеме, а также сок, очищенный с использованием ПВ и фильтровальных порошков (фильтроперлита и бентонита). Очистку проводили по следующей методике. Полученный в лабораторных условиях диффузионный сок разделяли на шесть проб: первую пробу очищали по традиционной схеме (контроль); во вторую пробу вводили определенную навеску ПВ; в третью – фильтроперлит; в четвертую – бентонит; в пятую – ПВ и фильтроперлит; в шестую – ПВ и бентонит. Сок предварительно нагревали до температуры преддефекации 55-60 °С. Навески сорбентов с соком перемешивали при постоянной температуре в течение 6 мин, далее проводили прогрессивную преддефекацию по традиционной схеме. Преддефекованный сок фильтровали и анализировали.

Образцы сока высевали на стандартные питательные среды и выдерживали в термостате в течение 48-72 ч при температуре 28-30 °С для определения количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ). Все эксперименты проводили с необходимой повторностью. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Микробиологические показатели очищенного преддефекованного сока

Объекты исследования	Количество микроорганизмов, КОЕ/см ³					
	МАФАНМ	Спорообразующие палочки	Слизеобразующие бактерии	Микрококки	Плесневые грибы	Не образующие спор палочки
1. Диффузионный сок	191200	77000	1000	67000	200	46000
2. Преддефекованный сок						
2.1 Трад. схема	720	560	40	40	100	20
2.2 ПВ	130	70	нет роста	25	35	нет роста
2.3 Фильтроперлит	85	30	25	20	10	
2.4 Бентонит	45	5	нет роста	нет роста	40	
2.5 ПВ+фильтроперлит	70	15		10	45	
2.6 ПВ+бентонит	80	20		нет роста	60	

В исходном диффузионном соке (таблица 2) были выявлены спорообразующие палочки (*Bacillus subtilis*), микрококки (*Micrococcus luteus*, *M. coralinus*), плесневые грибы (род *Penicillium*), не образующие спор палочки (*Pseudomonas fluorescens*), слизеобразующие бактерии (род *Leuconostoc*).

Из таблицы 2 видно, что меньшей микробной обсемененностью обладала проба диффузионного сока с добавлением сорбентов на основе ПВ и фильтроперлита: количество МАФАНМ уменьшилось в 10 раз по

сравнению с контролем, спорообразующие палочки и микрококки представлены единичными колониями, количество плесневых грибов сократилось в 2 раза, слизеобразующие бактерии и не образующие спор палочки были уничтожены полностью. Полученные результаты эксперимента подтверждаются фотографиями чашек Петри после термостатирования посевов, которые представлены на рисунке 1. Следовательно, можно говорить о том, что на поверхности сорбентов происходит активная адсорбция микроорганизмов.

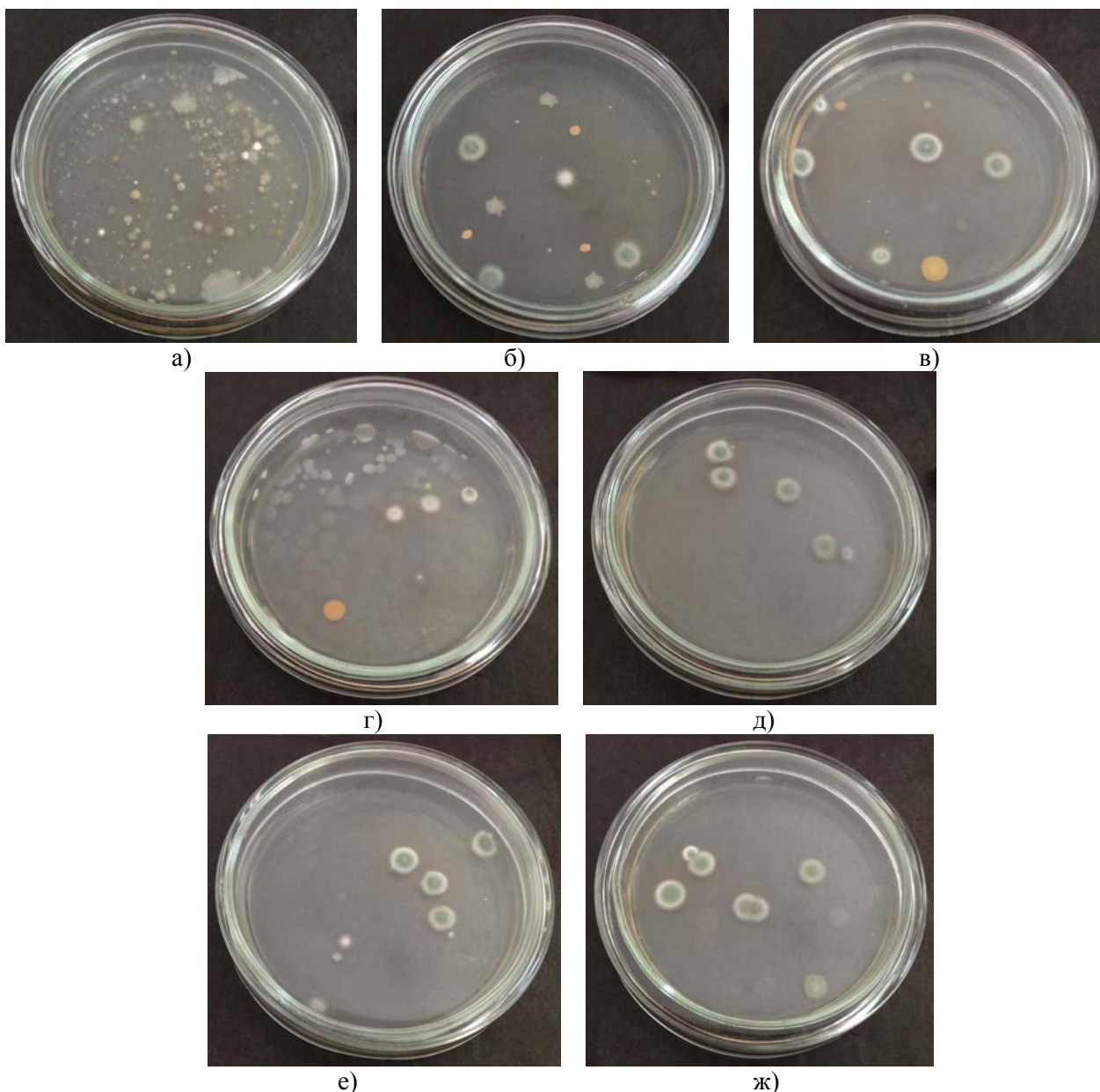


Рисунок 1 - Результаты посевов соков на стандартные питательные среды

а) исходный диффузионный сок (разведение 1:1000); преддефектованный сок (разведение 1:10): б) традиционная схема очистки, в) с использованием пищевых волокон, г) с использованием фильтроперлита, д) с использованием бентонита, е) с использованием пищевых волокон и фильтроперлита, ж) с использованием пищевых волокон и бентонита

Таким образом, использование способов очистки диффузионного сока с применением комбинированных сорбентов на основе ПВ и фильтроперлита, ПВ и бентонита позволяет повысить чистоту преддефектованного сока, наиболее полно удалять белковые вещества, снижать микробиологическую обсемененность преддефектованного сока и неучтенные потери сахара в процессе очистки сока. Наибольшая эффективность очистки сока от микроорганизмов наблюдается при использовании пищевых волокон и фильтроперлита.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гердес, Э. Фильтрующие средства из целлюлозы в производстве сахара [Текст] / Э. Гердес, С. Нойфельд // Сахар. – 2009. – №7. – С. 62 – 63.
- 2 Таран, Н. Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности [Текст] / Н. Г. Таран – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 248 с.
- 3 Чопик, В. И. Очистка сока II сатурации при помощи бентонитов [Текст] / В. И. Чопик, И. Е. Зингель, И. Н. Целовальник // Сахарная промышленность. – 1960. – №12. – С. 11-13.

4 Липец, А. А. Очистка диффузионного сока бентонитами [Текст] / А. А. Липец, Р. В. Михалюк, А. С. Костенко // Сахарная промышленность. – 1976. - №12. – С. 14 – 18.

5 Савостин, А. В. Повышение эффективности использования фильтроперлита в технологии производства сахара [Текст] / А. В. Савостин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. - № 5 – 6. – С. 49 – 51.

6 Богачук, Н. Н. Диатомиты и перлиты в свеклосахарном производстве [Текст] / Н. Н. Богачук, И. А. Маркович, А. А. Лапин // Сахар. – 2004. - №5. – С. 56 – 57.

7 Бердников, А. В. Влияние природных бентонитов и минеральных удобрений на накопление сахара в корнеплодах [Текст] / А. В. Бердников // Сахарная свекла. – 2007. - №5. – С. 27 – 28.

8 Савич, А. Н. Повышение эффективности обесцвечивания свеклосахарных сиропов с использованием целлюлозы [Текст] / А. Н. Савич, Ю. И. Сидоренко, Т. В. Шейко // Сахар. – 2009. - № 9. – С. 60 – 61.

9 Находкина, В. З. Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве [Текст] / В. З. Находкина. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 98 с.

10 Лосева, В. А. Удаление микробной загрязненности на стадии предварительной очистки диффузионного сока [Текст] / В. А. Лосева, К. В. Голова, Л. А. Черняева и др. // Вестник ВГУИТ. – 2012. - №3. – С. 173 – 174.

REFERENCES

1 Gerdes, E. filter means from the cellulose in sugar production [Text] / E. Gerdes, S. Neufeld // Sugar. - 2009. - № 7. - P. 62 - 63.

2 Taran, N. G. Adsorbents and ion exchangers in the food industry [Text] / N. G. Taran. – M.: Legkaya pishevaya promyshlennost, 1983. – 248 p.

3 Chopik, V. I. Cleaning II carbonation juice with bentonite [Text] / V. I. Chopyk, I. E. Zingel, I. N. Tselovalnik // Sugar industry. - 1960. - № 12. - P. 11-13.

4 Lipets, A. A. Cleaning raw juice by bentonite [Text] / A. A. Lipets, R. V. Mikhalyuk, A. S. Kostenko // Sugar industry. - 1976. - № 12. - P. 14 - 18.

5 Savostin, A. V. Increase of efficient of use filtroperlite in the production of sugar [Text] / A. V. Savostin // Proceedings of the universities. Food technology. - 2011. - № 5 - 6. - P. 49 - 51.

6 Bogachuk, N. N. Diatomites and perlite in sugar beet production [Text] / N. N. Bogachuk, I. A. Markovic, A. Lapin // Sugar. - 2004. - № 5. - S. 56 - 57.

7 Berdnikov, A. V. Influence of natural bentonite and fertilizers on the accumulation of sugars in the roots [Text] / A. V. Berdnikov // Sugar beet. - 2007. - № 5. - P. 27 - 28.

8 Savich, A. N. Improving the efficiency of bleaching beet sugar syrups using cellulose [Text] / A. N. Savich, Y. I. Sidorenko, T. V. Sheiko // Sugar. - 2009. - № 9. - P. 60 - 61.

9 Nakhodkina, V. Z. Microbiology and microbial control in sugar beet production [Text] / V. Z. Nakhodkina. – M.: Pishhevaya promyshlennost, 1975. – 98 p.

10 Loseva, V. A. Removal of microbial contamination during pre-juice purification [Text] / V. A. Losev, K. V. Golova, L. A. Chernyaeva et al // Bulletin of VSUET. - 2012. - № 3. - P. 173 - 174.