

УДК 664.1.035.1

Профессор В.А. Голыбин, доцент В.А. Федорук,  
(Воронеж. ун-т инж. технол.) кафедра технологии сахаристых веществ,  
тел. (473) 255-07-51  
главный специалист К.К. Горожанкина  
(Ин-т технологий пищевых продуктов, г. Москва) тел. (495) 915-52-10

## Исследование влияния способа подготовки экстрагента на структуру свекловичной ткани

Изучено влияние подготовки экстрагента с использованием импульсного магнитного поля на структуру свекловичной стружки. Обоснован рациональный способ подготовки.

The influence of the preparation of the extractant using a pulsed magnetic field on the structure of the beet chips, the justification of rational method of preparation.

*Ключевые слова:* экстрагент, жомопрессовая вода, прессование, способ подготовки.

Способ подготовки питательной воды играет основополагающую роль при получении из свекловичной стружки диффузионного сока. От качества питательной воды зависит степень экстрагирования сахарозы, что существенно влияет на весь последующий комплекс технологических операций производства сахара из свеклы.

Цель исследований – установить влияние способа подготовки экстрагента на структуру обессахаренной свекловичной ткани и степень целостности ее растительных клеток.

Исследования проведены в лабораторных условиях с использованием сахарной свеклы отечественной селекции. Из сахарной свеклы получали на специальных ножах свекловичную стружку толщиной 2 мм (длина 100 г стружки 12 м, содержание брака 3 %), чистота клеточного сока 85,50 %, которую помещали в лабораторную диффузионную установку. Осуществляли противоточный диффузионный процесс в течение 60 мин, при температуре 70-72 °С путем отвода диффузионного сока и подачи свежей воды. На лабораторном прессе получали из свежего жома жомопрессовую воду (ЖПВ) при давлении прессования 3,00 МПа. Воду нагревали до 60 °С, разделяли на пять проб, которые очищали по следующим вариантам (для жомопрессовой воды, полученной при переработке свеклы среднего качества):

- вариант № 1 – очистка ЖПВ по типовой схеме;

- вариант № 2 – воздействие на ЖПВ импульсного магнитного поля ( $\tau = 5$  с,  $I_n = 0,25$  Тл), фильтрация;

- вариант № 3 – обработка ЖПВ в импульсном магнитном поле, внесение раствора сульфата алюминия до достижения значения pH 5,7-5,8, фильтрация;

- вариант № 4 – обработка ЖПВ в импульсном магнитном поле, внесение раствора 0,1 н серной кислоты до достижения значения pH 5,7-5,8, фильтрация;

- вариант № 5 – добавление в ЖПВ 0,5 % к массе воды суспензии сока II сатурации, фильтрация, подкисление раствором 0,1 н серной кислоты до достижения значения pH 5,7-5,8, обработка в ИМП ( $\tau = 5$  с,  $I_n = 0,25$  Тл), фильтрация.

Далее проводили процесс экстракции сахарозы из свекловичной стружки. В качестве питательной воды для диффузионного процесса использовали полученную по приведенным вариантам ЖПВ, предварительно смешав её с подкисленной водопроводной водой. Экстрагирование сахарозы из свежей свекловичной стружки проводили при температуре 70-72 °С и продолжительности 60 мин, pH питательной воды – 5,7-6,0, соотношение массовых расходов ЖПВ : водопроводная вода : свекловичная стружка = 0,5 : 0,5 : 1.

Обессахаренную стружку, полученную в каждой пробе в процессе экстракции, отжимали на лабораторном прессе при усилии 3,00 МПа.

Микроскопированием при увеличении  $10^4$  раз получали фотографии образцов свежковичной ткани прессованного жома.

Диффузионный сок подвергали известково-углекислотной очистке по типовой схеме.

Общий расход оксида кальция на операции очистки составлял 100 % к массе несахаров диффузионного сока.

Экспериментальные данные представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Качественные показатели экстрагента и соков в зависимости от варианта очистки питательной воды

| Показатели                                     | Варианты очистки жомотрессовой воды |       |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                                | 1                                   | 2     | 3     | 4     | 5     |
| <b>Жомотрессовая вода</b>                      |                                     |       |       |       |       |
| N <sub>общий</sub> , мг / см <sup>3</sup>      | 0,28                                | 0,19  | 0,17  | 0,13  | 0,13  |
| N <sub>небелковый</sub> , мг / см <sup>3</sup> | 0,20                                | 0,10  | 0,10  | 0,07  | 0,08  |
| Ч <sub>жпв</sub> , %                           | 68,21                               | 68,75 | 70,97 | 71,03 | 71,05 |
| <b>Диффузионный сок</b>                        |                                     |       |       |       |       |
| Ч <sub>дс</sub> , %                            | 87,52                               | 87,75 | 87,85 | 87,90 | 87,92 |
| N <sub>общий</sub> , мг / см <sup>3</sup>      | 0,75                                | 0,67  | 0,44  | 0,40  | 0,40  |
| N <sub>небелковый</sub> , мг / см <sup>3</sup> | 0,35                                | 0,30  | 0,28  | 0,22  | 0,21  |
| Эффект очистки на диффузии, %                  | 15,92                               | 17,68 | 18,45 | 18,83 | 18,98 |
| <b>Сок II сатурации</b>                        |                                     |       |       |       |       |
| Ч, %                                           | 91,37                               | 91,95 | 92,20 | 92,29 | 92,31 |
| Цветность, усл. ед                             | 13,4                                | 11,4  | 11,2  | 11,2  | 11,1  |
| Соли кальция, %                                | 0,023                               | 0,021 | 0,018 | 0,017 | 0,017 |
| Эффект очистки, %                              | 33,76                               | 37,29 | 38,83 | 39,31 | 39,37 |

Из полученных данных видно, что большим эффектом обладает вариант № 5 очистки жомотрессовой воды. По сравнению с классическим способом подготовки ЖПВ очистка по этому варианту обеспечила следующие изменения показателей сахаросодержащих растворов:

- чистота жомотрессовой воды увеличилась на 2,8-3,0 %, чистота диффузионного сока – на 0,4 %, чистота очищенного сока – на 0,94-0,95 %;

- эффект очистки на диффузии вырос на 3,06 %, эффект известково-углекислотной очистки – на 5,6-5,7 %;

- доля азотсодержащих веществ в ЖПВ снизилась на 26-27 %, в диффузионном соке – на 46-47 %;

- массовая доля солей кальция в полученном очищенном соке снизилась на 43-44 %, цветность – на 2,1-2,3 усл. ед.

Микроструктура клеток прессованного жома (усилие 3,00 МПа), полученного при каждом варианте очистки питательной воды, представлена на рис. 1-4.

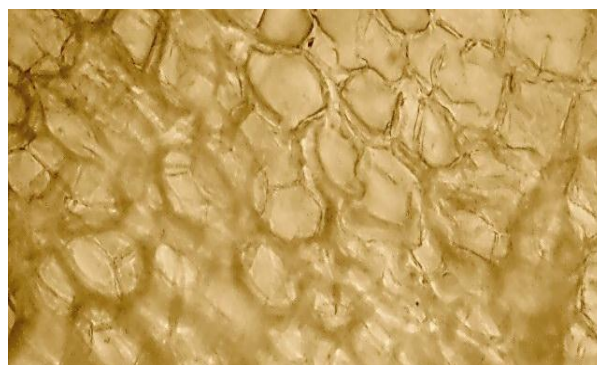


Рис. 1. Фрагмент клеточного строения прессованного жома при очистке экстрагента по варианту № 1

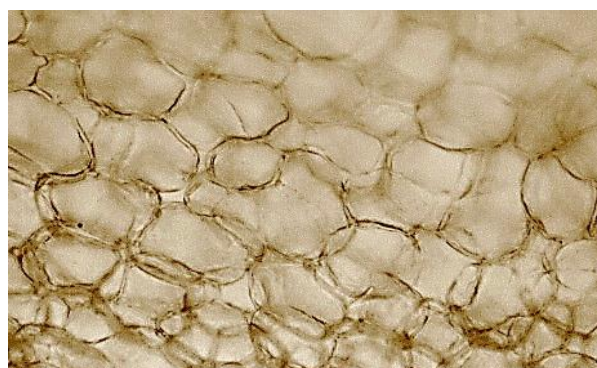


Рис. 2. Фрагмент клеточного строения прессованного жома при очистке экстрагента по варианту № 2

Из рис. 1 и 2 видно, что клетки приобретают угловатую форму с их частичным наложением друг на друга. Уцелевших клеток практически нет. Очевидный вывод - типовой способ очистки экстрагента и применение только импульсной магнитной обработки экстрагента не оказывают влияние на структуру получаемого при прессовании обессахаренного жома.

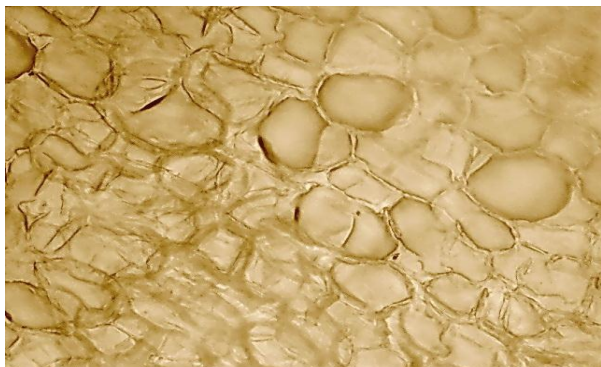


Рис. 3. Фрагмент клеточного строения прессованного жома при очистке экстрагента по варианту № 3

Изменения в клеточной структуре прессованного жома в этом образце (рис. 3) аналогичны фрагментам на рис. 1 и 2, однако наблюдается наличие уцелевших клеток растительной ткани. Это можно объяснить тем, что в присутствии ионов  $Al^{3+}$  при длительном воздействии относительно высокой температуры (процесс диффузии) на внешней поверхности свеколовичной стружки образуются достаточно устойчивые пектинаты.

Таким образом, очистка экстрагента сульфатом алюминия совместно с импульсной магнитной обработкой повышает качество питательной воды, диффузионного и сатурационного соков, обеспечивает меньший переход несахаров в жомопрессовую воду при механическом прессовании обессахаренной свеколовичной стружки.

Ионы сульфата имеют согласно ряду Гофмейстера высокое высаливающее действие. При длительном воздействии высоких температур образуются нерастворимые соединения ионов  $SO_4^{2-}$  с низкомолекулярными несахарами, которые осаждаются в клетках свеколовичной ткани, обеспечивая ее плотную структуру. На рис. 4 показан фрагмент клеточного строения прессованной обессахаренной свеколовичной стружки, полученной в процессе экстракции с применением очищенной питательной воды по варианту № 4, из которого видно наличие опре-

делённой доли не полностью деформированных клеток с целой клеточной структурой.



Рис. 4. Фрагмент клеточного строения прессованного жома при очистке экстрагента по варианту № 4

Применение серной кислоты для очистки питательной воды обеспечивает хорошие показатели экстрагента и полученных производственных соков, упрочняет структуру клеточных стенок свеколовичной ткани, предупреждая тем самым переход значительной части несахаров в жомопрессовую воду.

Известно, что ионы  $Ca^{2+}$  взаимодействуют с протопектином клеточных стенок, образуя нерастворимый протопектинат кальция, и обеспечивают закрепление пектина и сопутствующих гемицеллюлоз в составе клеточных стенок ткани свеколовичной стружки [1, 2]. На рис. 5 присутствует часть недеформированных клеточных структур свеколовичной ткани в значительно большем количестве, чем в образцах прессованного жома варианта № 4, где питательная вода очищалась с применением серной кислоты (рис. 4).

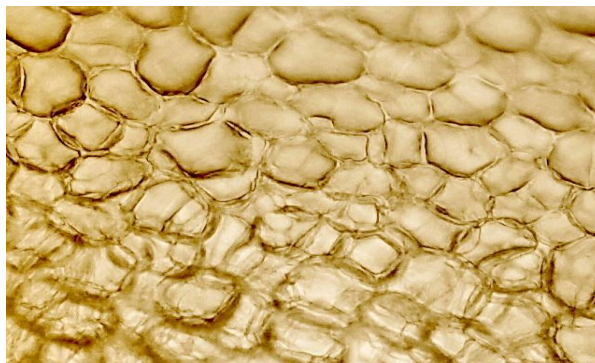


Рис. 5. Фрагмент клеточного строения прессованного жома при очистке экстрагента по варианту № 5

Очистка экстрагента путем ввода суспензии сока II сатурации с последующим добавлением серной кислоты и обработкой импульсным магнитным полем приводит не только к повышению качества питательной воды и производственных соков, но и обеспечивает меньший переход несахаров в жомопрессовую воду при прессовании обессахаренной свекловичной стружки вследствие упрочнения клеточных стенок свекловичной ткани.

Таким образом, вариант очистки питательной воды с применением суспензии сока II сатурации, совмещенный с импульсной магнитной обработкой, обеспечивает:

- сохранность целостности структуры свекловичной ткани в процессе прессования;
- уменьшение степени перехода несахаров в жомопрессовую воду в процессе глубокого прессования жома;
- высокое качество экстрагента, диффузионного и очищенного соков.

При переработке свёклы пониженного качества суспензия сока II сатурации практически полностью востребована на станции предва-

рительной дефекации. В этом случае целесообразно проводить комбинированную физико-химическую очистку ЖПВ с применением раствора серной кислоты и последующим воздействием ИМП. Применение в качестве химического реагента сульфата алюминия приведёт к накоплению ионов  $Al^{3+}$  в жоме, что нежелательно с учетом его дальнейшего использования в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голыбин, В.А. Использование магнитного поля для обработки жомопрессовой воды [Текст] / В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин, А.В. Пономарев, К.К. Горожанкина // Сахар. – 2008. – № 12. – С. 38-40.
2. Голыбин, В.А. О влиянии магнитной обработки на эффективность известково-углекислотной очистки [Текст] / В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин, А.В. Пономарев, К.К. Горожанкина // Вестник ВГТА. 2008. – № 1. – С. 54-59.