

УДК 664.123.4:621.374

**Олишевский В.В., к.т.н., доцент, Украинец А.И., д.т.н., профессор, Пушанко Н.Н., к.т.н., доцент, Бабко Е.Н., к.т.н., доцент, Маринин А.И., к.т.н., доцент, Никитюк Т.В., аспирант**

**Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина**

**Лопатько К.Г., д.т.н., профессор, Лапшин С.А., аспирант**

**Национальный университет биоресурсов и природопользования, Киев, Украина**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ САХАРОЗЫ ИЗ СВЕКЛЫ**

В условиях свеклосахарного производства в переработку обычно поступает свекла различного качества и с различным количеством несахарозных веществ в её составе. Классический способ экстрагирования сахарозы из сахарной свеклы в современных промышленных условиях не обеспечивает достаточной величины её извлечения [1]. При этом качество проведения процесса экстрагирования сопровождается также рядом дополнительных проблем: значительное измельчение стружки транспортной системой аппарата, забивание сит, повышенное содержание мезги в диффузионном соке, трудности при прессовании жома за счёт «разваривания» стружки в диффузионном аппарате.

Одним из вариантов повышения прочности свекловичной ткани является применение дополнительных методов обработки стружки перед или в процессе экстрагирования, в том числе и с добавлением химических реагентов [2, 3]. При этом используются свойства, ионов поливалентных металлов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и др.) связывать полисахариды клеточных стенок в нерастворимые соединения, что укрепляет их и снижает переход в диффузионный сок.

Критерием для оценки эффективности процесса экстрагирования является величина коэффициента диффузии, который зависит исключительно от строения и физических свойств ткани и экстрагируемого вещества и не зависит от условий на границе твердого тела [4].

В данной работе исследовались свойства наночастиц алюминия как комплексообразующего вещества с целью использования их при экстрагировании сахарозы из свекловичной стружки. Преимуществом использования такого реагента является то, что в среду вносится только компонент, непосредственно реагирующий с полисахаридами, то есть ион алюминия.

Наночастицы алюминия получены методом объемного электроискрового диспергирования гранул алюминия в жидкости с низкой электропроводностью [5]. Их основные характеристики представлены в табл.1.

Таблица 1. Основные характеристики наночастиц алюминия

Коллоидный раствор	Концентрация частиц Al в растворе, г/дм <sup>3</sup>	Средний гидродинамический радиус частиц Al, нм	Электрокинетический потенциал, мВ	Электропроводность, мкСм/см <sup>2</sup>	pH
Al(OH) <sub>3</sub>	2,10±0,01	75,00±1,2	22,4±0,65	75,15±1,0	7,43±0,01

Исследования проводили в соответствии с методиками [4, 6, 7]. Полученные результаты свидетельствуют об положительном влиянии наночастиц алюминия на физико-химические свойства свекловичной ткани (табл.2). При этом наблюдается увеличение ее проницаемости, а, следовательно, и коэффициента диффузии. Вполне вероятно, что ионы алюминия проникая в свекловичную ткань, которая состоит из целлюлозы и пектиновых веществ, вызывают коагуляцию коллоидов клеточной оболочки, предотвращают их обезвоживание, что в конечном счете повышает жесткость оболочки клетки, т.е. модуль ее упругости.

Таблица 2. Влияние наночастиц алюминия на свойства свекловичной стружки

Способ проведения диффузии	Типовой вариант	Обработка свекловичной стружки экстрагентом с наночастицами Al
Дигестия свеклы, %	17,0	17,0
Количество коллоида алюминия к массе экстрагента, %	-	0,0005
Время экстрагирования, мин	60	60
Температура экстрагирования, °С	72,0	72,0
Коэффициент диффузии, $D \cdot 10^9$ , м <sup>2</sup> /с	0,305	0,617
Модуль упругости свекловичной стружки до экстрагирования, мПа	3,31	3,31
Модуль упругости свекловичной стружки после экстрагирования, мПа	0,89	1,14

Для подтверждение эффективности применения в промышленных условиях наночастиц алюминия в качестве комплексообразующего реагента при экстрагировании сахарозы из свекловичной стружки нами проводились исследования в условиях ООО «Юкрейниан Шугар Компани» в сезон производства 2016 года (табл.3) [8]. Исследования проводили в соответствии с методикой [7]. При этом коллоидный раствор, содержащий наночастицы алюминия, дозировался в сборник экстрагента перед диффузионным аппаратом.

Таблица 3. Результаты производственных исследований процесса экстрагирования с использованием наночастиц алюминия

Схема экстрагирования	Коллоид алюминия, % к м.в.	Преддефекованный сок			СВ отжатаго жома, %	Чистота, %				Эффект очистки, %		Выход сахара, % к м.с.
		pH <sub>20</sub>	скорость отстаивания, S <sub>5</sub> см/хв	объем осадка, V <sub>25</sub> %		жомпрессовая вода	свекловичный сок	диффузионный сок	сульфитированный сок	диффузионный сок	сульфитированный сок	
Типовой вариант	-	11,2	3,1	25,3	25,0	75,0	86,0	87,2	89,8	9,83	22,62	13,17
С добавлением реагента	0,0005	11,2	2,6	33,2	27,35	82,3	86,0	89,23	91,5	25,83	23,04	13,48

Полученные результаты свидетельствуют, что использование коллоидного раствора, содержащего наночастицы алюминия в количестве 0,0005% к массе воды при подготовке свекловичной стружки к экстрагированию позволяет существенно повысить как качественные показатели диффузионного сока (повышение его чистота на 2,03 %), но и других полупродуктов. За счёт повышения чистоты полупродуктов наблюдалось повышение выхода сахара на 0,31% по массе свеклы.

Так, наблюдалось повышение чистоты жомпрессовой воды, подаваемой в установку,

а также улучшение работы жомовых прессов с возможностью отжимать жом до содержания сухих веществ 27,35 %. При этом наблюдалось уменьшение скорости осаждения и увеличение объема осадка сока предварительной дефекации. Возможно это связано с образованием мелких частиц коллоидов в процессе переддефекации. Этот вопрос требует дополнительного исследования. Однако при этом не зафиксировано нарушений фильтровальных свойств соков, а фильтрат и декантат переддефекованого сока имели меньшую цветность и мутность (рис.1).

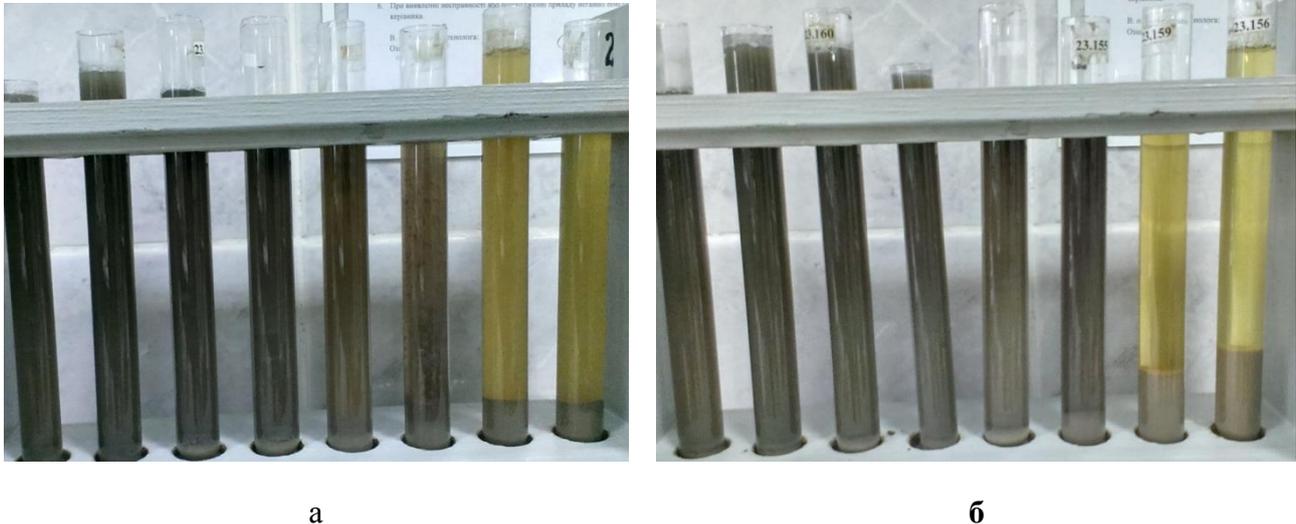


Рисунок 1. Влияние нанокompозита алюминия на свойства сока предварительной прогрессивной дефекации в производственных условиях ООО «Юкрєйниан Шугар Компани» а – типовая схема экстрагирования; б – с добавлением коллоида алюминия в процессе экстрагирования

#### Список использованной литературы:

1. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства. / А.Р. Сапронов. // – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495 с.
2. Гусятинська, Н. А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків: дис. д-ра техн. наук: 05.18.05 / Наталія Альфредівна Густинська // – К., 2008. – 627 с.
3. Торопцев, В. В. Разработка и исследование двухстадийного способа получения сока из сахарной свеклы на основе прессования и экстракции: дис. канд. техн. наук: 05.18.12 / Торопцев Василий Владимирович // - Воронеж, 2013. - 184 с.
4. Лысянский, В.М. Процесс экстракции сахара из свеклы. Теория и расчет. / В.М. Лысянский, - М.: Пищевая пром-ть, 1973. - 223 с.
5. Лопатько, К. Г. Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул / К. Г. Лопатько, В. В. Олишевский, А. И. Маринин, Е. Г. Афтандиянц // Электронная обработка материалов. – 2013. – № 49 (6). – С. 80-85.
6. Санов, В.Н. Методика определения коэффициента диффузии сахара в свекловичной стружке / - Р. И. Пищевая пром-ть. - К.: Вища школа, вып. 7, 1973, С.48-50.
7. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики (ПУП) 15.83-37-106:2007 / М. М. Ярчук, М. Ф. Калініченко, В. П. Чупахіна та ін. // Видавництво ТОВ «Інформаційно-аналітичний центр «Цукор України». – К.: 2007. – 420 с.
8. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель. Спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки / Олішевський В.В., Українець А.І., Пушанко Н.М., Маринін А.І., Бабко Є.М., Лопатько К.Г. заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. – № 201606324, заявл. 10.06.2016; рішення про видачу № 27466/ЗУ/16 від 07.11.2016р.