

## СТАБИЛИЗАТОРЫ СВОЙСТВ НАТУРАЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ И БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

**Б. Б. Токтосунова**

(Кыргызский технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика)

*Ключевые слова: бетанин, резонансная структура, стабилизация, агрегативная и кинетическая устойчивость, метоксильная группа, сорбция*

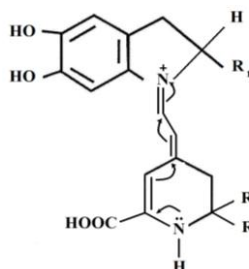
*Keyword: betanine, resonance structure, stabilization, aggregative and kinetic stability, methoxy group, sorption*

Свойства природных карбоксилсодержащих полиэлектролитов позволяют применять их в совершенно новых направлениях химии высокомолекулярных соединений: стабилизации свойств пигментов и улучшении фильтрационных свойств буровых растворов.

В комплекс бетанининов столовой свеклы входят следующие пигменты: красно-фиолетовый – бетанин, красные – изобетанин, желтые – бетаксантины, причем первый из них по количеству превосходит остальные, являясь ответственным за окраску данной культуры [1, 2].

Как и другие природные пигменты, пигменты столовой свеклы лабильны, неустойчивы к различным физико-химическим факторам. Как природный карбоксилсодержащий полиэлектролит, пектиновые вещества из-за ионогенных групп в структуре молекул относятся к природным адсорбентам. Поэтому есть вероятность того, что красящие вещества в клеточной структуре находятся в сорбированном на пектине виде, косвенным подтверждением чего является сложность очистки коагулята пектина от красящих веществ при его промышленном производстве [3].

Окраска главного пигмента столовой свеклы – бетанина обусловлена сопряжением на концах триметинового мостика, положительно заряженного атома азота, дигидроиндольного с неподелённой парой электронов трехвалентного азота дигидропиридинового кольца [4] (рис.1).



**Рис. 1. Бетанин**  
( $R_1=R_2=COOH$ ,  $R_3=H$ )

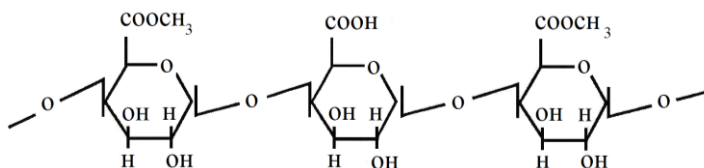
Согласно такой резонансной структуре устойчиво сохраняется окраска бетанина столовой свеклы (*Beta vulgaris*) [5] (рис. 2).



**Рис. 2. Резонансная структура Бетанина:**

*И – индольное кольцо;  
П – пиридиновое кольцо*

Молекула пектина состоит из остатков D – галактуроновой кислоты, соединенных  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4- гликозидными связями. В нативном пектине часть карбоксильных групп этерифицирована метиловым спиртом [6] (рис. 3).



**Рис. 3. Структурная формула пектина**

С целью моделирования клеточного комплекса пектина с красящим веществом проведена сорбция бетанина на образцах пектина с различным значением метоксильных ( $-OCH_3$ ) и карбоксильных ( $-COOH$ ) групп (табл.1), а также на пектине различного происхождения (табл. 2).

**Таблица 1**

**Зависимость сорбции пигмента от количества функциональных групп пектиновых веществ**

Образец	К-осн <sub>3</sub> , %	К-соон, %	Количество красящих веществ в растворе по $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ , г/л	Количество красящих веществ в фильтрате по $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ , г/л
1	2	3	4	5
ПК-1	-	17,22	2,62	2,097
ПК-2	2,32	16,72	2,62	2,093
ПК-3	2,98	15,81	2,62	2,080

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5
ПК-4	4,30	14,90	2,62	2,078
ПК-5	9,52	10,84	2,62	1,047
ПК-6	10,35	7,77	2,62	1,020

С увеличением числа метоксильных групп увеличивается сорбция красящих веществ, и максимальная сорбция пигмента с одновременным повышением его устойчивости достигается на образце свекловичного пектина (ПК-6) с максимальным количеством метоксильных и минимальным количеством карбоксильных групп (см. табл.1).

С увеличением в молекуле пектина числа метоксильных групп создаются условия для образования водородных связей между пектином и бетанином, что приводит к сохранению резонансной структуры бетанина, вследствие чего устойчивая окраска бетанина сохраняется.

Уменьшение устойчивости пигмента на пектине с большим количеством карбоксильных групп объясняется созданием условий протонирования трехвалентного атома азота, повлекшего разрушение резонансной структуры пигмента.

Приведены данные сорбции красящих веществ на образцах пектина с приближенными к нативному пектину свойствами и соответствующими значениями метоксильных и карбоксильных групп (см. табл. 2).

Таблица 2

**Сорбция бетанина на различных образцах пектиновых веществ**

Образцы пектина	К-осн <sub>3</sub> ,%	К-соон, %	Полиуронид (ПУ), %	Количество красящих веществ в водно-спиртовом растворе по CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, г/л	Количество красящих веществ в фильтрате по CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, г/л
Свекловичный	11,86	8,57	83,5	2,62	0,93
Яблочный	9,80	2,50	51,2	2,62	1,51
Цитрусовый	11,78	4,40	67,0	2,62	2,37
ПКБ (пектин из плодов боярышника понтийского)	5,43	8,67	54,0	2,62	1,68

Приведенные данные показывают, что сорбция красящих веществ на цитрусовом пектине, имеющем почти одинаковое со свекловичным пектином число -OCH<sub>3</sub> – групп, происходит в минимальной степени, в противоположность ожидаемому результату.

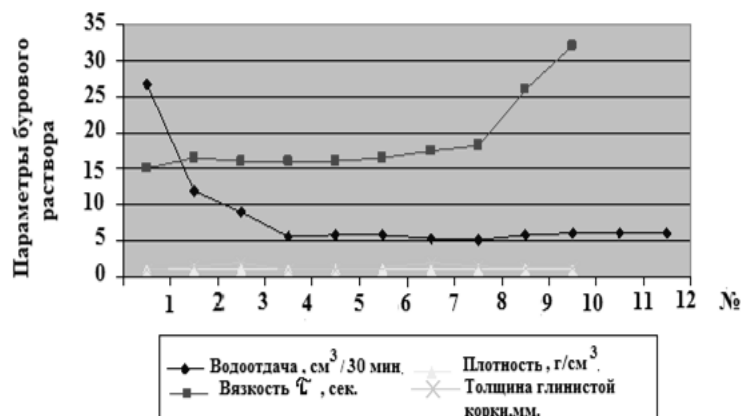
Видимо, установленная зависимость сорбции красящих веществ на пектине от числа метоксильных групп распространяется только на образцы свекловичного пектина. Свою роль при этом, возможно, играет общность сырьевого источника (свекла) пектина и бетанина. Состав и структура пектиновых веществ являются основой проявления множества других технологических свойств. В частности, нами для улучшения фильтрационных свойств буровых растворов в качестве стабилизирующего реагента коллоидных частиц глинистых минералов использован пектин из плодов дикорастущего плодового дерева Боярышника понтийского (*Crataegus pontica* c.Koch)(ПКБ), при этом буровой раствор имеет следующие характеристики (табл. 3).

Таблица 3

**Физико-химические показатели буровых растворов на основе пектина из плодов боярышника понтийского**

Соотношение компонентов				Параметры бурового раствора с реагентом				
№ п/п	Вода	Глина	ПКБ	Водоотдача, см <sup>3</sup> /30 мин	Вязкость, τ с	Плотность, г/см <sup>3</sup>	pH	Толщина глинистой корки, мм
1	100	6	0,3	26,8	15,0	1,030	8,33	1,0
2	100	6	0,5	12,0	16,5	1,030	8,33	1,5
3	100	6	0,8	09,0	16,0	1,045	8,33	2,0
4	100	6	1,0	05,5	16,0	1,045	8,33	1,0
5	100	6	1,3	05,8	16,0	1,045	8,33	1,0
6	100	6	1,5	05,8	16,5	1,045	8,33	-
7	100	6	1,8	05,3	17,5	1,050	8,33	2,0
8	100	6	2,0	05,0	18,2	1,052	8,33	1,5
9	100	6	2,3	05,8	26,0	1,052	8,33	1,1
10	100	6	2,5	06,0	32,0	1,058	8,33	1,2
11	100	6	2,8	06,0	240	1,050	8,33	1,2
12	100	6	3,0	06,0	240	1,050	8,33	1,5

Лучшим соотношением компонентов для получения буровых растворов с минимальным значением показателя водоотдачи является 100:6:1 (вода: глина: пектин соответственно) (см. табл. 3, рис.4). При данном соотношении компонентов полученный буровой раствор агрегативно и кинетически устойчив. Значение pH среды сдвинуто в щелочную сторону среды, что благоприятствует проявлению бактерицидных свойств раствора.



**Рис.4. Изменение параметров бурового раствора в зависимости от пектинового реагента**

#### Выводы

- При стабилизации бетанина образцами пектиновых веществ максимальная сорбция пигмента происходит на свекловичном пектине с максимальным значением метоксильных групп, в то же время минимальная сорбция бетанина происходит на цитрусовом пектине с таким же значением метоксильных групп.
- При стабилизации буровых растворов пектином из боярышника понтийского оптимальным соотношением компонентов (вода: глина: пектин соответственно) является 100:6:1.

#### Список литературы

1. Nilson, 1996. Horticultura, 20(10)139.
2. Piatelli M., Minale L., 1964, Phytochemistry, 3, №5, 547.
3. Фишман Г. М. Пектиновые вещества некоторых промышленных видов субтропических плодов // Субтропические культуры. – 1986.- №4. - С. 127-131.
4. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. - М.: Мир, 1986.-С.251.
5. Гордон П., Грегори П. Органическая химия красителей - М.: Мир, 1987. - С.247 – 252.
6. Шелухина Н. П., Ногойбаева З. Р., Аймухамедова Г. Б. Исследование фракционного состава пектинов сахарной свеклы. Фрунзе: Илим, 1980. - С.4.

#### Сведения об авторе

**Токтосунова Б. Б.**, к. х. н., доцент, заведующая кафедрой «Химия и химическая технология», Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева, Кыргызский технический университет им. И. Раззакова

**Toktosunova B. B.**, Candidate of Sciences in Chemistry, assistant professor, Head of Department «Chemistry and chemical technology», Mining Institute named after the academician U.Asanaliev, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, phone.: 0312 61-31-62, e -mail: b.badirova@gmail.com