

**УДК 541:546.547+547.097**

## **БИОКОМПОЗИТЫ ИОДА С ПОЛИСАХАРИДАМИ**

*Панов Д.А.*

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: mendes@inbox.ru*

В ходе работы было установлено, что иод влияет на конформацию макромолекул пектина и альгината. Иод образует с альгинатом комплекс красно-оранжевого цвета, а с пектином два типа комплексов: красно-оранжевого и фиолетового цветов.

**Ключевые слова:** яблочный и цитрусовый пектины, иод, биокomпозиты, полисахариды.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Иод принадлежит к числу важнейших микроэлементов, принимающих участие в механизмах жизнедеятельности высокоразвитых организмов. У человека биологическая роль иода заключается в обеспечении нормального состояния и функционирования щитовидной железы. Элементарный иод обладает антивирусной и антибактериальной активностью, которая представляет важнейшую характеристику антисептического действия. Однако, сильно раздражающий при попадании на кожу молекулярный иод может вызвать дерматиты. При приеме внутрь иода в токсических дозах (2–3 г) быстро развиваются симптомы острого отравления [1–4]. Токсичность иода ограничивает его применение в качестве антибактериального средства. Для этих целей значительно большее применение получили комплексные соединения иода с органическими полимерами (крахмал, поливиниловый спирт, пектин амаранта и другими). Антимикробная и противогрибковая активность иодполимерных соединений выше в 2–8 раз, чем у растворов иода. Кроме того, такие лекарственные формы мене токсичны и могут использоваться в значительно меньших дозах [5, 6].

Уникальная способность альгинатов и пектинов образовывать вязкие и гелеобразные растворы, биосовместимость и сорбционные свойства позволяют использовать эти полисахариды в качестве матрицы для удержания иода и для последующего его высвобождения.

Целью данной работы явилось изучение взаимодействия иода с альгинатом натрия и яблочным пектином.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В работе был использован альгинат натрия («Merck», США), полученный из морских водорослей и яблочный пектин (г. Барск), раствор иода (фиксанал). Для

получения биокомпозитов были использованы раствора альгината натрия и пектина с концентрацией 0,005–1,0 г/дл, раствор иода 0,1 н., приготовленный из фиксанала.

Характерным свойством для растворимых полисахаридов является способность водных растворов к образованию прочных гелей. Этот процесс обусловлен ассоциацией макромолекул. Критическая концентрация ассоциатообразования (ККА) определялась вискозиметрическим и кондуктометрическим методами. Измерение вязкости полисахаридов проводили в капиллярном вискозиметре Оствальда с  $d=0,56$  мм. При кондуктометрическом определении измеряли удельную электропроводность тех же растворов, что и для вискозиметрии. Измерения проводили на кондуктометре КЭЛ-1М с платиновыми электродами. По результатам измерений были рассчитаны значения ККА.

Изменения рН среды в процессе получения комплексов полисахаридов с иодом фиксировали с помощью иономера ЭВ-74 со стеклянным индикаторным электродом и хлорсеребряным электродом сравнения. Для полученных биокомпозитов полисахаридов с иодом были сняты абсорбционные спектры поглощения в диапазоне длин волн 250–750 нм, на спектрофотометре СФ-46.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В результате работы были определены значения ККА, показывающие при какой концентрации пектинов и альгинатов в растворе образуются агрегаты молекул. Значения данных величин определены двумя методами: кондуктометрическим и вискозиметрическим и составили, соответственно,  $7,5 \times 10^{-3}$  г/дл для яблочного пектина и  $1,0 \times 10^{-2}$  г/дл для альгината.

Альгинаты – полимерные молекулы, состоящие из блоков маннуроновой и гулууроновой кислот или областей между которыми могут находиться чередующиеся остатки обеих кислот. Пектины же представляют собой полисахариды, в которых первичными блоками полимерной цепи являются остатки D-галакуроновой кислоты, соединенные друг с другом  $\alpha$ -(1→4)-гликозидной связью. Длинные цепи этих кислот могут перекрестно сшиваться в трехмерные цепи. Можно предположить, что молекулы иода внедряются в область, занимаемую макромолекулой, образуя так называемые комплексные соединения включения (взаимодействие по типу «гость-хозяин») [7]. Это предположение подтверждают экспериментальные данные.

Для растворов полисахаридов характерна существенная зависимость вязкости от концентрации. При изменении от 0,05 до 1,00 г/дл вязкость увеличивается в 2,5 раза, а в присутствии иода только в 1,5 раза; характеристическая вязкость ( $\eta$ ) составляет 12,2 дл/г и в присутствии иода – 7,1 дл/г. Аналогичные изменения наблюдаются и для пектина. Уменьшение вязкости свидетельствует о взаимодействии полисахаридов с иодом, в результате которого происходит уменьшение объема занимаемого макромолекулой, а именно, изменение структуры полисахаридов из конформации беспорядочного клубка в макромолекулу со спирально свернутыми участками, внутрь которых включены молекулы иода.

Кроме того, в присутствии иода, наблюдается и уменьшение рН растворов полисахаридов – для альгинатов (0,1 г/дл) с 7,0 до 6,7, а для пектина (0,1 г/дл) с 4,7 до 4,0.

Для получения комплексов были использованы растворы альгината с концентрацией  $3,2 \times 10^{-3}$  моль/л, пектина  $1,1 \times 10^{-3}$  моль/л и иода  $1,1 \times 10^{-3}$  и  $2,4 \times 10^{-3}$  моль/л. Для полученных комплексов были сняты зависимости оптической плотности от длины волны в диапазоне 250–750 нм при варьировании концентрации растворов полисахаридов и иода на спектрофотометре СФ-46. При этом отмечено, что для альгината натрия независимо от концентрации образуется один комплекс красно-оранжевого цвета (рис. 1), с максимумами поглощения при 290 и 350 нм (в соотношении альгинат-иод 2:1).

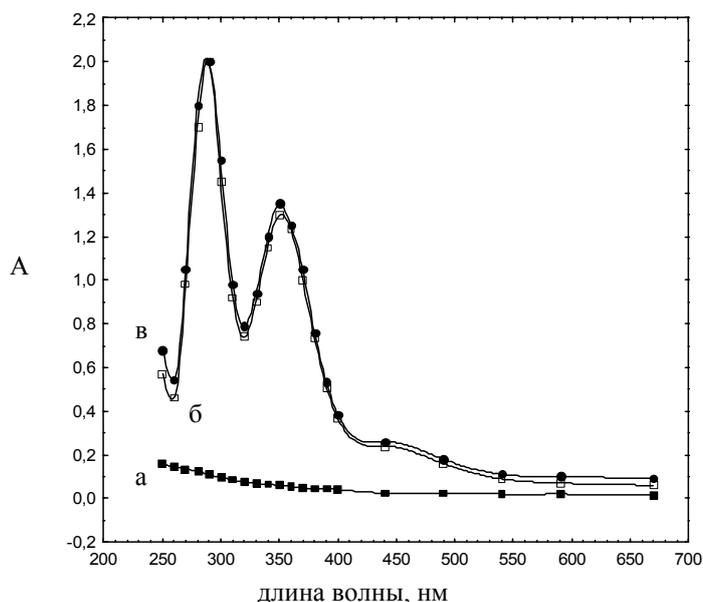


Рис. 1. Зависимость оптической плотности растворов альгината натрия и иода от длины волны.

- а – раствор альгината натрия ( $3,2 \times 10^{-3}$  моль/л);
- б – раствор иода ( $2,4 \times 10^{-3}$  моль/л);
- в – система иод-альгинат натрия.

В то время как для комплекса пектин-иод наблюдается два типа соединений: первый – в соотношении 1:4 и 1:1 образуется комплекс красно-оранжевого цвета с максимумами поглощения при 290 и 350 нм, второй – при избытке пектина (4:1) образуется комплекс фиолетового цвета с максимумом поглощения при 590 нм (рис. 2). Полученные данные вполне согласуются с литературными данными [6, 8].

Следует отметить, что комплексы иода с пектинами и альгинатами характеризуются мягкостью действия при обработке кожных покровов, а так же

превосходят по эффективности другие препараты, содержащие неорганические формы иода, по антисептическим свойствам [6].

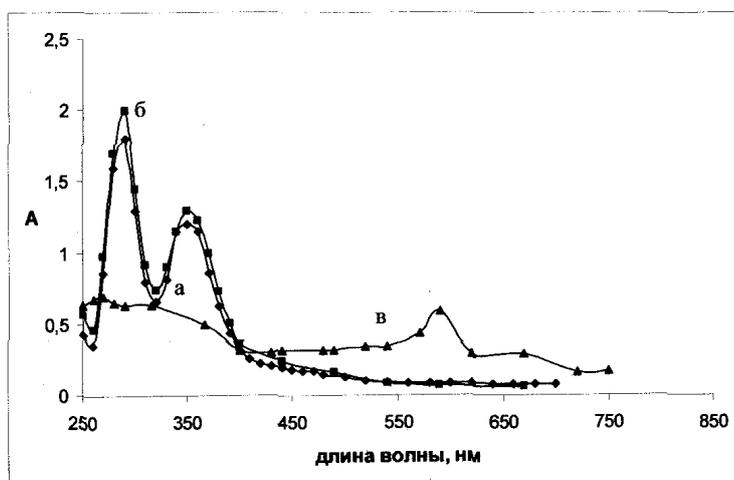


Рис. 2. Зависимость оптической плотности растворов пектина и иода от длины волны.

а – раствор, содержащий 2 мл пектина и 8 мл иода;

б – раствор иода;

в – раствор, содержащий 8 мл пектина и 2 мл иода.

Концентрации пектина –  $1,1 \times 10^{-3}$  моль, иода –  $1,1 \times 10^{-3}$

### ВЫВОДЫ

1. Уменьшение вязкости и рН альгината и пектина в присутствии иода указывает на изменение структуры макромолекул полисахаридов.
2. Определено, что агрегаты молекул в растворе образуются при концентрации пектинов равной  $7,5 \times 10^{-3}$  г/дл и альгинатов –  $1,0 \times 10^{-2}$  г/дл, соответственно.
3. Установлено, что альгинат образует с иодом комплекс красно-оранжевого цвета ( $\lambda_{\max} = 290$  и  $350$  нм), в то время как пектин имеет два типа комплексов: красно-оранжевого ( $\lambda_{\max} = 290$  и  $350$  нм) и фиолетового ( $\lambda_{\max} = 590$  нм) цвета.

### Список литературы

1. Жукова Г.Ф. Иод. Свойства и распространение в окружающей среде / Г.Ф. Жукова, С.А. Савчик, С.А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – С. 1–6.
2. Viti P. Iodine deficiency disorders in Europe / P. Viti, T. Rago, A. Pinchera // Public Health Nutrition. – 2001. – P. 529–535.
3. Sherer T. Comparison of toxicity induced by iodine in male and female rats / T. Sherer, K. Thrall, R. Bull // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 1991. – Vol. 32. – P. 89–101.
4. Корзун В.Н. Проблеми і перспективи профілактики іододефіцитних захворювань у населення України / В.Н. Корзун, А.М. Парац, А.П. Матвієнко // Ендокринологія. – 2006. – Т. 11, № 2. – С. 187–193.

5. Хотимченко Ю.С. Фармакология некрахмальных полисахаридов / Ю.С. Хотимченко, И.М. Ермак, А.Е. Бедняк и др. // Вестник ДВОРАН. – 2005. – № 1. – С. 72–82.
6. Офицеров Е.Н. Комплексы пектина амаранта с хитозаном и иодом / Е.Н. Офицеров, Л.А. Михеева, Э.Х. Офицера // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 2000. – № 3. – С. 75–80.
7. Хотимченко Ю.С. Физико-химические свойства, физиологическая активность и применение альгинатов – полисахаридов бурых водорослей / Ю.С. Хотимченко, В.В. Ковалев, О.В. Савченко и др. // Биология моря. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 151–162.
8. Xiaochun Yu The complex of amylase and iodine / Yu Xiaochun Care Houtman, Rajai H. Atalba // Carbohydrate Research. – 1996. – Vol. 292. – P. 129–141.

**Панов Д.О. Біокомпозити іоду з полісахаридами / Д.О. Панов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 3. – С. 304-308.**

В ході роботи було встановлено, що йод впливає на конформацію макромолекул пектину і альгінату. Йод утворює з альгінатом комплекс червоно-помаранчевого кольору, а з пектином два типи комплексів: червоно-помаранчевого і фіолетового.

**Ключові слова:** яблучний і цитрусовий пектини, йод, біокомпозити, полісахариди.

**Panov D.A. Biocomposites of iodine with polysaccharides / D.A. Panov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No. 3. – P. 304-308.**

During the work it was found, that iodine have influence on conformation of macromolecule of pectin and alginate. Iodine is formed with an alginate the complex of red-orange color, and with a pectin two types of complexes: red-orange and violet.

**Keywords:** apple and citrus pectins, iodine, biocomposites, polysaccharides.

*Поступила в редакцію 25.09.2012 г.*