

# КАПСУЛЫ – ЖЕМЧУЖИНЫ С ЭФИРНЫМИ МАСЛАМИ НА ОСНОВЕ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

**А.Г. Шутова<sup>1</sup>, Т.Г. Шутова<sup>2</sup>, А.В. Башилов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск, Беларусь,  
[anna\\_shutova@mail.ru](mailto:anna_shutova@mail.ru)*

<sup>2</sup>*ГНУ «Институт химии новых материалов», Минск, Беларусь*

Биологически активные вещества растений в настоящее время широко используются в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности, как в виде индивидуальных соединений, так и в составе настоев, экстрактов, эфирных масел, получаемых из природного сырья. Однако многие БАВ растений являются лабильными соединениями и легко подвергаются деструкции под действием видимого и ультрафиолетового света, повышенных температур, кислорода воздуха и других факторов среды, что может привести к существенному изменению их свойств и образованию вредных для человеческого организма продуктов химических превращений. Капсулирование эфирных масел и их композиций в оболочки из природных биополимеров являются одним из перспективных путей создания стабилизированных форм фитопрепаратов, регулирования скорости их до-

ставки и времени пребывания в организме, уменьшения потери активного летучего ингредиента, упрощения приемов их практического использования и уменьшения окисления в процессе хранения.

Поэтому были оценены эффективность капсулирования эфирных масел душицы в альгинатные капсулы и их антиоксидантные свойства.

Эфирное масло душицы обыкновенной содержит в своем составе нерастворимые и плохо растворимые в воде компоненты, и при эмульгировании его в водном растворе альгиновой кислоты образуются эмульсии типа “масло в воде”. Добавление такой эмульсии в желирующую ванну через отверстия малого диаметра позволяет получить капсулы заданного размера.

На основе природного полисахарида альгиновой кислоты из растворов альгиновой кислоты (ALA) различной концентрации были получены капсулы-жемчужины диаметром  $0,2 \pm 0,1$  см (рис. 1). Механическая стабильность капсул, образующихся из растворов с концентрацией менее 2% недостаточна, они быстро теряют форму, оседают и расслаиваются. Содержание сухих веществ в материале капсул мало зависит от начальной концентрации альгиновой кислоты, хотя несколько увеличивается с 11 до 14-15 % при увеличении концентрации ALA с 3 до 10%.

Концентрация эфирного масла в материале капсул, сформированных без добавок поверхностно-активного вещества, практически не зависит от концентрации альгиновой кислоты и составляет  $0,29 \pm 0,07$  мл/100 г (табл.1). Это соответствует ~50% эффективности загрузки эфирного масла. Часть эфирного масла, не вошедшая в состав капсул, переходит в желирующий раствор. При использовании Твин 80 в качестве эмульгатора степень загрузки эфирного масла в микрокапсулы увеличивается в 1,3-2,0 раза, а его содержание в материале капсул близко к максимальному. Остаточная концентрация масла в растворе  $\text{CaCl}_2$  уменьшается, что также свидетельствует об увеличении эффективности загрузки. Наибольшее содержание эфирного масла было получено для 3 и 10 % растворов альгиновой кислоты (рис. 2). В ряде литературных источников рекомендуется использование 3 % растворов альгината для получения стабильных микрокапсул и зерен с высокой эффективностью капсулирования различных соединений [1]. Высокая эффективность капсулирования масел 10% растворами ALA, по-видимому, связана с высокой вязкостью эмульсий, что препятствует потерям диспергированных микрокапель масла в желирующую ванну в процессе получения капсул. Экспериментальным путем установлено, что при использовании больших исходных объемов эфирного масла, его содержание в материале гелеобразных капсул-жемчужин может быть увеличено до 2-6 мл /100 г без существенных дополнительных потерь при желировании.

Таблица 1 – Содержание эфирного масла душицы в капсулах

Концентрация ALA, %	Концентрация масла в капсулах*, мл/100 г			Доля масла в желирующем растворе			$C_{\text{масла}}/C_{\text{сух.в-в}}$		Увеличение загрузки	
	Без добавок	Твин 80	Твин 80 + хитозан	Без добавок	Твин 80	Твин 80 + хитозан	Без добавок	Твин 80 + хитозан	Твин 80	Твин 80 + хитозан
2	0,29**	0,59	0,43**	-	0,28	-	-	-	2,0	1,5
3	0,35	0,51	0,68	-	0,03	0,13	0,021	0,052	1,5	2,0
5	0,29	0,41	0,43	0,12	0,15	0,01	-	0,024	1,4	1,5
7,5	0,29	0,42	0,37	0,34	0,17	0,25	0,017	0,024	1,4	1,3
10	0,29	0,56	0,50	0,46	0,01	0,02	0,013	0,023	1,9	1,7

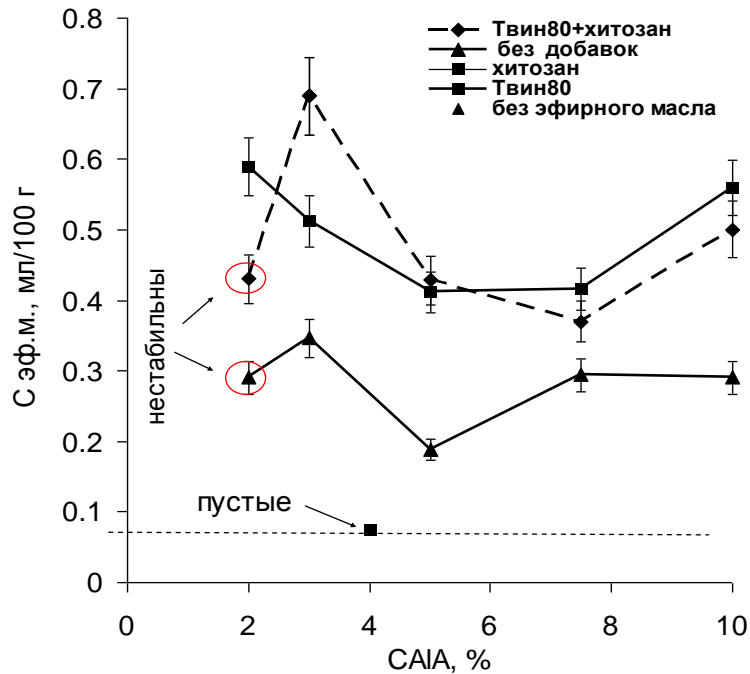
\* – максимальная ошибка определения 0,07 мл/100 г

\*\* – нестабильны

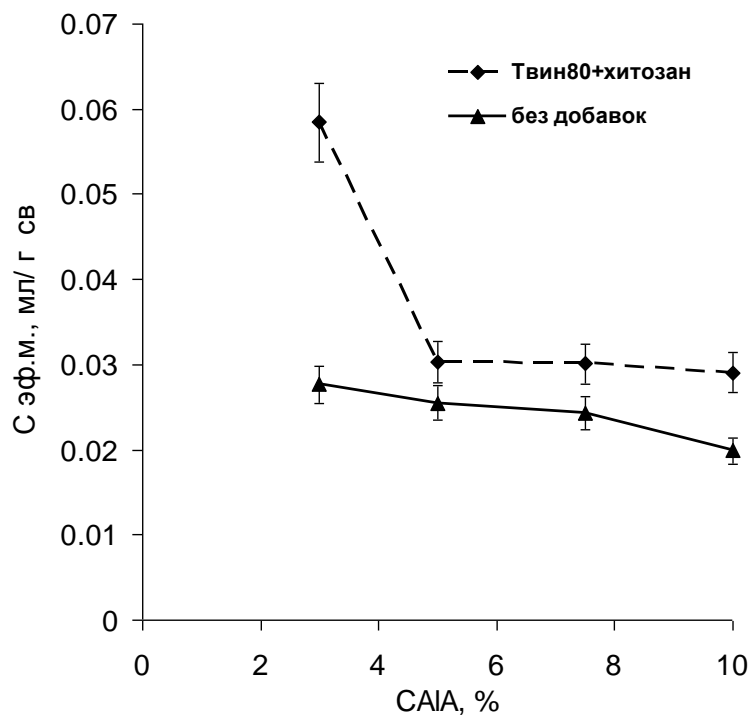


**Рисунок 1. – Фотография капсул-жемчужин, полученных на основе альгиновой кислоты: пустые (слева) и содержащие эфирное масло душицы (справа)**

Добавление хитозана в желирующий раствор  $\text{CaCl}_2$ , практически не влияет на содержание масла в капсулах, но значительно улучшает их механическую устойчивость за счет формирования плотного интерполиэлектролитного комплекса на поверхности. При этом содержание сухих веществ в капсулах, увеличивается незначительно (на 1-3%).



а



б

**Рисунок 2. – Содержание эфирного масла душицы в материале капсул-жемчужин, полученных в различных условиях: а) в пересчете на влажный вес, б) в пересчете на сухой вес**

В водной среде (рН 6,0) высвобождение масла из капсул происходит с постоянной скоростью в течение 7 дней. Концентрация масла в растворе в пересчете на карвакрол достигает 77 и 66% от максимально возможной для капсул со слоем хитозана и без него. С увеличением времени высвобождения до 28 дней концентрация масла в растворе с капсулами, покрытыми хитозаном, увеличивается до 88%, в то время как для образца без хитозана, концентрация масла падает. При хранении органолептические свойства капсулированного масла душицы сохраняются при комнатной температуре в воздушной среде в течение более чем 3 месяцев.

Кинетические кривые обесцвечивания раствора катион-радикалов АБТС в присутствии эфирного масла душицы обыкновенной тимол-карвакрольного типа представлены на рисунке 3.

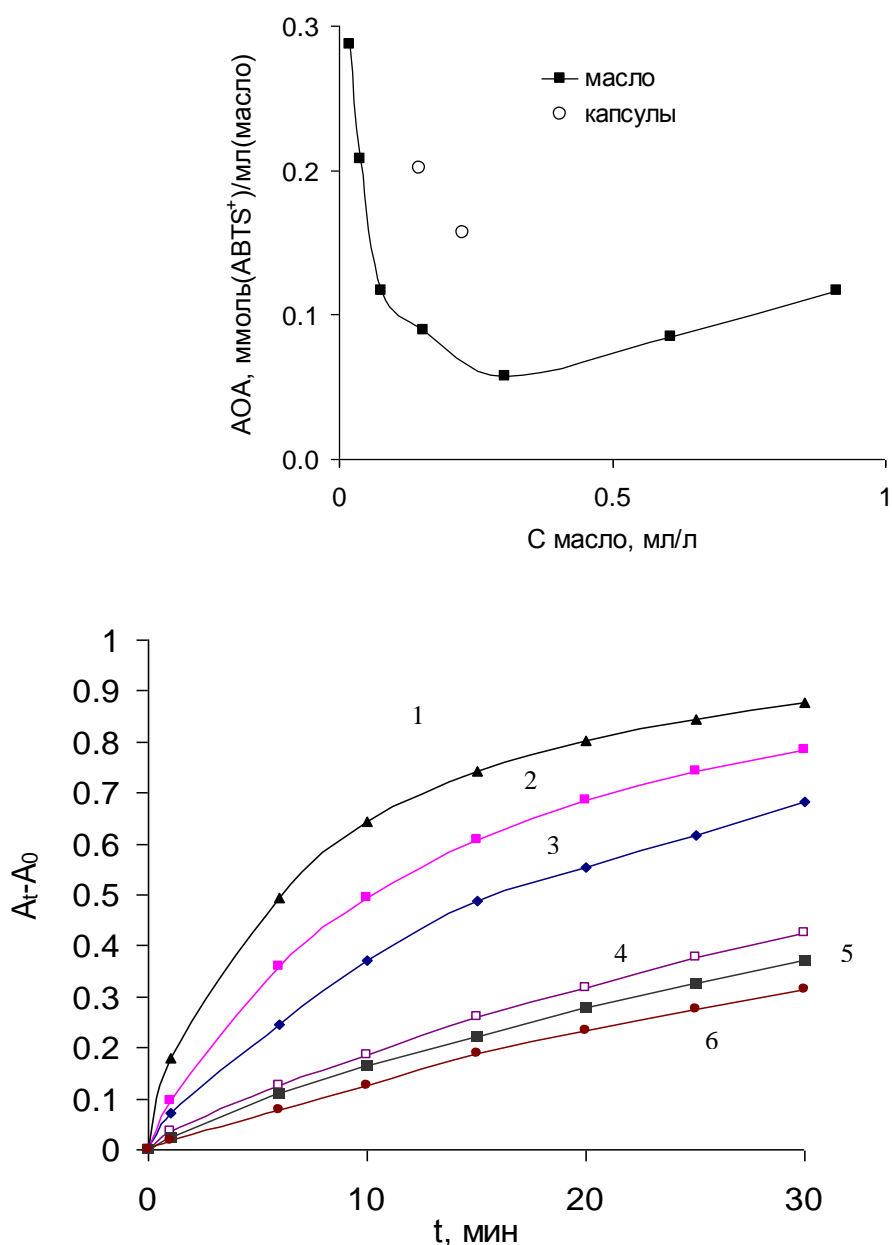


Рисунок 3. – а) кинетические кривые обесцвечивания раствора АБТС<sup>++</sup> в присутствии эфирного масла душицы обыкновенной (С масло, мл/л: 1-0,9; 2-0,6; 3-0,3; 4-0,08; 5-0,04; 6-0,02); б) антиоксидантная активность (АОА) свободного и инкапсулированного микрокап эфирного масла душицы обыкновенной в зависимости от его концентрации. Капсулы с эфирным маслом получены при С АІА, =3%, с использованием ТWЕЕN80 и хитозана

Реакция АБТС<sup>++</sup> с фенольными компонентами эфирного масла душицы обыкновенной медленная; на кинетических кривых отсутствует быстрый начальный период расходования АБТС<sup>++</sup>, характерный для ряда природных полифенолов и Trolox, часто используемого в качестве стандартного соединения при изучении антиоксидантных свойств соединений и их смесей. С уменьшением концентрации эфирного масла душицы вид кривых расходования АБТС<sup>++</sup> изменяется, что свидетельствует о сложном механизме взаимодействия АБТС<sup>++</sup> с компонентами масла, обладающими антиоксидантной активностью. Масло душицы в растворе находится в виде эмульсии, размер микрокапель которой, по-видимому, зависит от концентрации масла. Реакция АБТС<sup>++</sup> с фенольными соединениями происходит на границе раздела фаз вода-масло, что существенно усложняет кинетические закономерности протекания этой реакции.

Антиоксидантная активность капсулированного эфирного масла душицы, измеренная через 6 мин после добавления к раствору АБТС<sup>+</sup>• сравнима с активностью некапсулированного масла в растворе. Более высокие значения АОА могут быть вызваны высокой степенью дисперсности микрокапель масла в матрице альгината кальция, связанной с методикой их получения. Капсулы, не содержащие эфирного масла душицы, обладают слабыми антиоксидантными свойствами, связанными, главным образом, с антиоксидантной активностью адсорбированного на их поверхности хитозана [1].

Разработанный способ получения микрокапсулированных форм успешно распространен на эфирные масла имбиря, можжевельника обыкновенного, тысячелистника обыкновенного. Использование различных композиций эфирных масел существенно расширяет возможные области использования капсул-жемчужин.

### **Список использованных источников**

1. Yasufuku T., Anraku M., Kondo Y., Hata T., Hirose J., Kobayashi N., Tomida H. Useful Extend-release Chitosan Tablets with High Antioxidant Activity // *Pharmaceutics*. – 2010. - V.2, N 2. – P. 245-257.