

Рис. 1. Рентгенограми м'якушок пряників „Фігурні” (I), з використанням ЖСЕ (II), з використанням ЖСЕ і ферментного препарату (III), одразу після випікання (а), через 9 (б), 25 (в), 45 (г) діб зберігання

порівнянні з вихідним зразком борошна, що вказує на часткове руйнування решітки молекул крохмалю.

Рентгенограма м'якушки свіжовипеченого пряника, виготовленого з одночасним використанням ЖСЕ і ферментного препарату Новаміл 1500 МГ (III а), свідчить про те, що вже у свіжовиготовленому прянику відбулося практично повне руйнування кристалічної фази крохмалю, суттєве зменшення ступеня полімеризації в результаті руйнування молекул крохмалю. Через 2, 9, і 25 діб зберігання проходить незначна ретроградація крохмалю, причому характер рентгенограм у цей період (III б і III в), практично однаковий, що свідчить про стабілізацію процесів перетворення крохмалю у цей період зберігання пряників. Після 25 діб зберігання ретроградація кристалічної фази крохмалю проходить дещо більш інтенсивно і залишається такою ж до 40 діб зберігання пряників (III г), з одночасним підсиленням рентгеноаморфної фази деполімеризованих молекул крохмалю. Після 45 діб зберігання проходить повний процес ретроградації дефрагментованих молекул крохма-

лю в області рентгеноаморфної фази, про що свідчить розширення рентгеноаморфної області рентгенограми.

Отже, при виробництві пряників з використанням ЖСЕ і ферментного препарату Новаміл 1500 МГ процес черствіння (висихання) пряників значно сповільнюється. Навіть після 45 діб зберігання пряники були досить свіжими, мали приємний смак і аромат.

Це пояснюється тим, що і ЖСЕ, і ферментний препарат Новаміл 1500 МГ сповільнюють процес ретроградації крохмалю.

Результати досліджень показали, що використання житньо-солодового екстракту замість інвертного сиропу у виробництві сирцевих пряників сповільнює процес їх черствіння (висихання), що дозволяє подовжити термін їх зберігання до 40 діб. У разі одночасного використання ЖСЕ і ферментного препарату Новаміл 1500 МГ процес черствіння пряників сповільнюється ще більше, і вони залишаються достатньо свіжими протягом 45 діб.

Поступила 03. 2010

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Казанская Л.И., Синявская Н.Д., Кузнецова Л.И. Применение в хлебопечении новых функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья / Хлебопродукты. - №3. - С. 42-48.
2. Дробот В. І., Прокопенко А. Д., Ігнатченко Д. Ю. Дослідження впливу житньо-солодового екстракту на якість тіста і пряників // Наук. пр. НУХТ, 2005. - № 16. - С. 28, 29.
3. Дробот В. І., Ігнатченко Д. Ю., Прокопенко А. Д., Ковалевська Є. І. Дослідження структурно-механічних властивостей емульсій для пряників з використанням ЖСЕ // Наук. пр. НУХТ, 2008. - № 24. - С. 60-62.
4. Дробот В. І., Ігнатченко Д. Ю., Прокопенко А. Д. Дослідження впливу різних технологічних факторів на якість емульсій для пряників з використанням житньо-солодового екстракту // Наук. пр. НУХТ, 2008. - № 25. - С. 113-115.

УДК [547.458.68+547.979.8]:54-386

НЕГРУ И.Ф., аспирант, КАПРЕЛЬЯНЦ Л.В., д-р техн. наук, профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ β-ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЛИКОПИНОМ

Представлены результаты исследования получения комплекса β-ЦД с ликопином и разработка условий наиболее полного соединения их в комплекс.

Ключевые слова: β-циклодекстрин, ликопин, комплексообразование, комплекс.

Researches were presented results of obtaining the complex β-CD with lycopene and described properties of β-CD:lycopene complex.

Keywords: β-cyclodekstrin, likopin, komplekssoobrazovanie, complex.

Использование малорастворимых витаминов в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности осложняется тем, что они не растворяются в воде, плохо усваиваются организмом и крайне неустойчивы к воздействию света, кислорода воздуха и нагреванию. Комплексообразование витаминов с циклодекстринами (ЦД) позволяет устранить эти недостатки, улучшить фармацевтические характеристики, повысить стабильность и биодоступность. Среди природных биополимеров – продуктов биотехнологии – циклодекстрины занимают особое место. Это группа циклических полисахаридов с 6–10 пиранозными циклами, соединенных 1,4 гликозидными свя-



Рис.1. Структурные формулы α -, β -, γ -циклодекстрина

зьями. Как правило, подобные циклические декстрины являются продуктами переработки крахмала микроорганизмами *Vacillus macerans* [1,2,3]. Самым востребованным на фармацевтическом рынке в этой группе является β -циклодекстрин (ЦД) [4,5], представляющий собой циклический декстрин из семи пиранозных колец (рис.1) [1]. На протяжении последних 15 лет β -ЦД использовали как вспомогательное вещество, способное образовывать клатратные комплексы с малорастворимыми в воде веществами, тем самым солубилизуя последние [5].

Известен целый ряд субстанций, растворимость которых увеличивается в 10-100 раз благодаря образованию таких комплексов. Использование циклодекстринов при обогащении пищевых продуктов витаминами и другими биологически активными веществами направлены в первую очередь на повышение качества получаемых продуктов и их функциональности, главным образом, растворимости, окисления, устойчивости, улучшение биодоступности.

Благодаря этому циклодекстрины широко используются в медицине, фармацевтической, косметической и пищевой промышленности [5]. Среди жирорастворимых витаминов наиболее полно изучено комплексообразование α -, β - и γ -циклодекстринов с витаминами А и D. Также имеются разрозненные литературные данные по образованию соединений включения с каротиноидами.

Ликопин (Л)-каротиноид, способный усиливать защитные функции организма. Он является мощным антиоксидантом. Также он способствует торможению дегенеративных процессов в тканях, снижает риск инициации и развития онкологических заболеваний, сердечно-сосудистых и других патологий. Поэтому ликопин рассматривается как важнейший

функциональный ингредиент, обеспечивающий профилактику и лечение различных хронических заболеваний [6]. Структурно ликопин представляет из себя тетратерпен, собранный из восьми изопреновых единиц. В растениях ликопин синтезируется в виде транс-изомеров, а на свету или при нагревании он подвергается изомерации с образованием цис-изомеров [7]. Ликопин является предшественником витамина А, однако антиоксидантная активность ликопина в 2,5 раза выше.

Целью настоящего исследования было получение комплекса β -ЦД с ликопином и разработка условий наиболее полного соединения их в комплекс.

В качестве объекта исследования использовался ликопин, взятый из томатных выжимок, β -ЦД, полученный в Институте биологии УНЦ РАН (Россия), ДМФА.

Оптическая активность β -ЦД измерялась на сахариметре универсальном «СУ-4» в кювете длиной 0,25 дм. Построение калибровочной кривой. Готовилась серия растворов β -ЦД в ДМФА (0,14; 0,25; 0,35; 0,46; 0,56 и 0,66 %), объем каждого образца составлял 5 мл. Полученные растворы выдерживались в течение 1 ч. при комнатной температуре. Измерялся угол вращения плоскости поляризации α_D растворов. Экспериментальные данные наносились на график в координатах « α_D - концентрация « β -ЦД»». Калибровочная прямая проводилась по методу наименьших квадратов (МНК) (рис. 2). Оптическая активность ликопина измерялась на «Спекорде СФ-26» в кювете 10 мм. Построение калибровочной кривой. Готовилась серия растворов ликопина в 96-процентном спирте (0,235; 0,478; 0,705; 0,940; 1,175; 1,410; 1,645; 1,880; 2,115 мкг) объем каждого образца составлял 5 мл. Измерялась экстинкция растворов. Экспериментальные данные наносились на график.

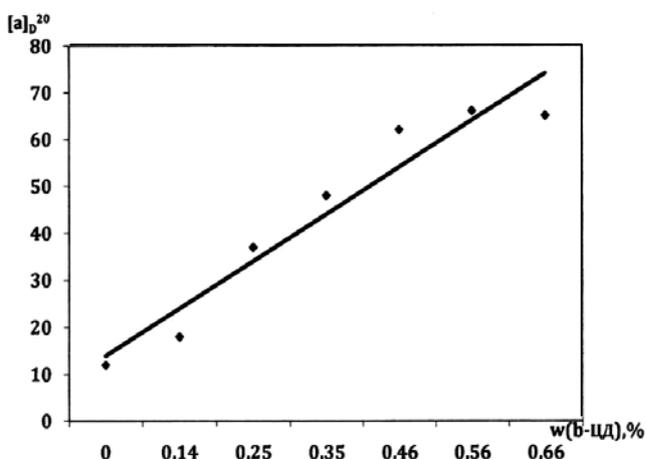


Рис.2. Калибровочная кривая для определения содержания β -ЦД поляриметрическим методом

Калибровочная прямая проводилась по методу наименьших квадратов (МНК) (рис. 3).

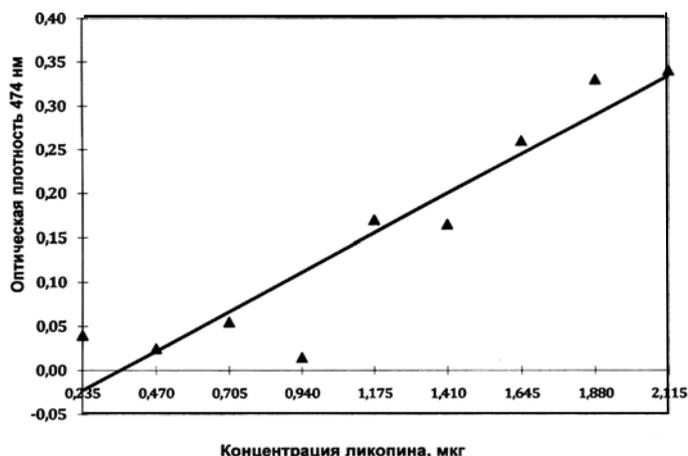


Рис.3. Калибровочная кривая для определения содержания ликопина спектрометрическим методом

Комплекс включения ликопина с β-ЦД получался способом соосаждения, подбирая соотношения β-ЦД:ликопин, основываясь на характеристиках β-ЦД и ликопина.

Существенным пределом способа приготовления комплекса является растворение β-циклодекстрина в воде при повышенной температуре, а именно при температуре, которая превышает комнатную.

Образования комплексов β-ЦД с ликопином проводились следующим образом: β-циклодекстрин (1,135 граммов, 1 моль) растворили в 6 мл дистилли-

Таблица 2
Содержание ликопина в комплексе, %

Анализируемая проба в комплексе	Содержание ликопина, % в комплексах «β-ЦД : ликопин» при соотношении компонентов			
	1:1	1:2	1:3	1:4
1. Исходный раствор	100	100	100	100
2. Центрифугат	2	3	20	25
3. Осадок	80	76	48	29
4. Свободный ликопин	18	21	32	46

рованной воды при температуре 60°C. Растворенный β-циклодекстрин смешивался с 0,536 грамма (1 моль) ликопина и смесь перемешивалась в течение 20 минут при температуре 60°C.

После перемешивания в течение приблизительно 1 минуты комплекс ликопина с β-циклодекстрином начинал выпадать в осадок. Количество осадка увеличивалось в течение приблизительно 15 минут.

Потом полученную смесь центрифугировали, разделяли фазы и сушили при температуре 30-35°C и низком давлении. Выход составлял 1,3 граммов комплекса ликопина с β-циклодекстрином в форме желто-оранжевого порошка.

Степень включения ликопина в полость β-ЦД оценивалась после

центрифугирования (n=8000 об/мин.) водных растворов комплексов с молярным соотношением β-ЦД:ликопина, равным 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, и определение содержания β-ЦД и ликопина в растворе до и после центрифугирования (в осадке и надосадочной жидкости). Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Дополнительные исследования механизма комплексообразования β-ЦД:ликопин, определения присутствия группировок и образования новых связей при взаимодействии макромолекул, проводились методом дифференциальной ИК спектроскопии [8].

Регистрация ИК-спектров поглощения проводилась на спектрофотометре Specord 75 R в диапазоне 4000...400 см⁻¹. Для анализа использовались таблетки, которые готовились методом прессования с избытком КВг, предварительно высушенным при 150 °С в течение 24 часов. Масса

Таблица 1

Содержание β-ЦД в комплексе, %

Анализируемая проба в комплексе	Содержание β-ЦД, % в комплексах «β-ЦД : ликопин» при соотношении компонентов			
	1:1	1:2	1:3	1:4
1. Исходный раствор	100	100	100	100
2. Центрифугат	3	2	2	2
3. Осадок	93	94	94	94
4. Свободный β-ЦД	4	4	4	4

наполнителя составляла 150 мг, исследуемого образца – 1,5 мг. Смесь препарата, который исследовался, подавался измельчению. Полученную порошковидную массу (100 мг) использовали для приготовления таблетки. Далее осуществлялось вакуумирование препарата в пресс-форме под давлением 150 кг/см². Количественный анализ ИК спектров осуществляли за величиной относительной оптической плотности (ВООП), используя метод базисной линии и внутреннего стандарта. Базисную линию проводили как касательную к минимумам поглощения в области 3400...2500 см⁻¹ и 1800...500 см⁻¹. В качестве внутреннего стандарта использовался максимум полосы поглощения 1425 см⁻¹, которое отвечает деформационным колебанием СН-групп.

После математической обработки полученных

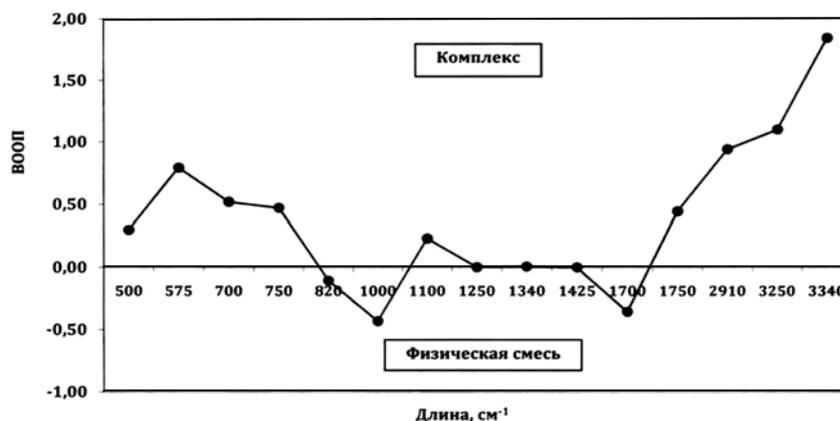


Рис.4. Дифференциальный ИК - спектр комплекса β-ЦД : ликопин с физической смесью

Таблица 3
Сравнение волновых чисел отдельных пиков в ИК спектре комплекса и физической смеси β-ЦД и ликопина

Сравнение волновых чисел отдельных пиков в ИК спектре комплекса и физической смеси β-циклодекстрина и ликопина и различие между одиночными пиками		
Пики комплекса [см ⁻¹]	Пики физической смеси [см ⁻¹]	Сдвиг [см ⁻¹]
500	490	10
575	580	-5
700	690	10
750	745	5
820	830	-10
940	925	15
1000	1010	-10
1100	1110	-10
1150	1125	25
1250	1245	5
1300	1320	-20
1340	1350	-10
1375	1400	-25
1425	1425	/
1700	1700	/
1750	1750	/
2855	2825	30
2910	2900	10
3250	3250	/
3340	3330	10

данных (дополнение), построили дифференциальные расчетные спектры ВООП – волновое число для образцов комплексообразования β-ЦД : ликопин (рис.4). Интенсивная широкая полоса с максимумом поглощения 3600...3000 см⁻¹, смещенная в низкочастотную область, в сравнение с частотой свободных ОН-групп, свидетельствует об участии гидроксидов в теме водородных связей. Полосы в области

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов А.В., Лисяк Ю.В. и др. Синтез, свойства и стабильность к действию амилазы ацильных производных β- циклодекстрина // Annals of Mechnicov Institute, №1, 2008.-с. 38-41.
 2. Абания В.А., Авакян З.Г., Мелкумян А.Г., и др. Сравнительная характеристика циклодекстрингликозилтрансфераз различных групп микроорганизмов. // Биохимия,-1992.-57, №3.-с.430-437.
 3. Абелан В.А., Дехтярев С.И., Африкан Э.Г. О некоторых новых свойствах термофильной циклодекстрингликозилтрансферазы Bacillus sp // Биохимия,-1991.-Т.56,№9.-с.1583-1590.
 4. Беликов В.Г., Компанцева Е.В., Гаврилин М.В., Умнова Э.Ф. Изучение возможности использования бета-циклодекстрина в производстве синафлаза // Биотехнология,-1991.№5.-с. 63-64.
 5. Клочков С.В., Компанцева Е.В., Бердник Е.Н., Ботезат-Белый Ю.К., Бабилов Ф.В. Исследование клатратообразования β- циклодекстрина с метапрогеролом // Хим.-фарм.журнал,-1991,№2.-с. 48-49.
 6. Негру І.Ф., Капрельянци Л.В. Ферментативний каталіз як основа для ефективної переробки відходів сокового виробництва // Вісник ДонДУЕТ. – Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2009. –№ 1(25). – С. 144 – 148.
 7. Clinton S. Lycopen: chemistry, biology and implications for human health and disease // Nutr. Rev. -1998. -№2. –р.35-41.
 8. Казыцина Л.А., Куллетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР – спектроскопии в органической химии. Учеб. пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1971. 264 с. с илл.
- УДК 635.162:547.466.02

ЧЕРНО Н.К., д-р техн. наук, профессор, КРУСИР Г.В., д-р. техн. наук, доцент, СЕВАСТЬЯНОВА Е.В., канд. хим. наук, доцент, ТИРОН-ВОРОБЬЕВА Н.Б., м.н.с. ПНИЛ

Одесская национальная академия пищевых технологий

ЛИЗОЦИМ ARMORACIA RUSTICANA: АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ, ФОРМА МАКРОМОЛЕКУЛЫ

В статье приведена характеристика аминокислотного состава лизоцима хрена обыкновенного (*Armoracia rusticana*). Установлена его близость таковым лизоцимам растительного происхождения. Его молекулярная масса составляет 12,0 кДа. Согласно Фишеру, подобно другим лизоцимам растительного происхождения, лизоцим хрена обыкновенного является глобулярным и имеет сферическую форму.

Ключевые слова: лизоцим, аминокислотный состав, хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana*), белковая глобула.

In article reduced characteristic of amino acid composition of horseradish (*Armoracia rusticana*). Determine, that this imminent similar

3400...3200 см⁻¹ показывают поглощение в спектре полиассоциатов, а в области 3000...2800 см⁻¹ характеризуют валентные колебания С–Н– групп. Колебания метиленовых групп антисимметричны и симметричны. Колебания метиленовой группы ликопина =C(CH₃)₂ показывает перегруппировку электронной плотности по двойным связям. Полосы в области 1100...700 см⁻¹ характеризуют малоинтенсивное колебание углеродного скелета, что свидетельствует о незначительном выходе комплекса β-ЦД с ликопином. Полосы в области 700...500 см⁻¹ показывают деформационные колебания углеродного скелета, что свидетельствует о процессе образования целевого комплекса.

Сравнение ИК спектров (таблица 3), показало что волновые числа пиков, различаются в двух спектрах, указывая на отличие между физической смесью β-циклодекстрина с ликопином и комплексом включения.

Исследования показали, что в препаратах комплекса с соотношением компонентов 1:3 и 1:4 ликопин включается в полость β-ЦД менее чем на 50%, тогда как в комплексе 1:1 и 1:2 около 80% ликопина находится в виде стабильного комплекса включения.

Таким образом, результаты исследований подтверждают образование комплекса между β-ЦД и ликопином. Методика комплексообразования может использоваться для получения комплекса β-ЦД с ликопином, а сам комплекс может быть рекомендован к использованию при производстве функциональных продуктов питания.

Поступила 02. 2010

lysozymes of plant origin. Molecular weight of horseradish lysozyme is 12, 0 kDa. According to Fisher, horseradish lysozyme is a globular protein and has spherical form similar lysozymes of plant origin.

Keywords: lysozyme, amino acid composition, horseradish (*Armoracia rusticana*), protein globule.

Одним из белков-ферментов является лизоцим, разрушающий клеточную стенку многих бактерий путем гидролиза в них пептидогликана. Его название, предложенное комиссией по ферментам Международно-