

В. М. Болотов, проф., д-р. техн. наук;
П. Н. Саввин, доц., канд. техн. наук;
Е. В. Комарова, доц., канд. техн. наук;
М. В. Рубцов, асп. (ВГУИТ, г. Воронеж)

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОФОБНЫХ ФЛАВОНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Среди биологически активных органических веществ растений широко распространены флавоноидные соединения, являющиеся полифенольными производными кислородсодержащего гетероцикла бензопирана и соединенного с ним фенильного радикала.

Молекулы флавоноидов классифицируются по природе функциональных групп в структуре фенилбензопирана на флаваны, флаванолы, флавоны, флавонолы, антоцианы и др. соединения.

Природные флавоноиды дополнительно содержат в своем составе высокополярные углеводные фрагменты с гидроксильными группами, что придает этим соединениям высокие гидрофильные свойства и хорошую растворимость в воде и водных растворах.

Присутствие в структуре флавонолов и антоцианов фенольных гидроксильных и хромофорных групп придает молекулам антиоксидантные свойства и свойства природных красителей [1].

Применение природных флавоноидов в технологии производства продуктов питания позволяет витаминизировать, повысить антиоксидантные свойства и окрашивать продукты питания в желтый цвет при использовании флавонолов и красный цвет – антоцианов в кислой среде (кондитерские изделия, безалкогольные напитки и др.) [2–4].

Нами проводятся исследования по возможности применения природных и модифицированных молекул флавоноидов в качестве антиоксидантов полимерных материалов медицинского назначения.

Для увеличения совместимости макромолекул гидрофобных полимерных материалов с природными высокополярными молекулами флавоноидов нами предложено увеличить их гидрофобные свойства реакцией гидролиза гликозидной связи между агликоном (фенилбензопираном) и углеводным остатком [5].

Выполненный расчет гидрофильно-гидрофобных свойств молекул флавоноидов для гликозидированной структуры и агликона по величине расчетного коэффициента межфазного распределения (ClogP) полифенолов в системе бутанол-вода показывает на более высокие гидрофобные свойства флавоноид-агликонов (таблица 1).

Таблица 1 - Значения расчетных коэффициентов межфазного распределения (ClogP) флавоноидов в системе бутанол–вода

№ п/п	Наименование добавки	ClogP
1	Цианидин-3-глюкозид	-0,01
2	Кверцетин-3-глюкозид	-1,36
3	Цианидин	1,76
4	Кверцетин	1,50

Способ получения гидрофобных флавоноидных антиоксидантов из растительного сырья предусматривает высушивание, измельчение флавоноидсодержащего растительного сырья (выжимок ягод черной смородины, черноплодной рябины, лепестков цветов красной розы, гвоздики, луковой шелухи и другого сырья) и экстрагирование природных флавоноидов. Затем объединяют фракции экстрактов и раствор концентрируют в 2–3 раза путем отгонки воды под вакуумом (высушивание) при температуре не более 70°C.

После этого к концентрату экстракта добавляют концентрированную ортофосфорную кислоту в количестве 4–6% от содержания сухих веществ и проводят гидролиз гликозидных форм флавоноидов нагреванием реакционной смеси при температуре 70–80°C и непрерывном перемешивании до постоянного содержания сухих веществ в составе экстракта.

По окончании гидролиза раствор охлаждают, выпавшие в осадок гидрофобные агликоны флавоноидов отфильтровывают и сушат при комнатной температуре или в условиях вакуумной сушки [5].

Изучение физических свойств и результаты ИК–исследований подтверждают химическую структуру молекул природных гликозидированных флавоноидов и их агликонов.

По внешнему виду гликозиды флавоноидов являются кристаллическими соединениями темно-красного (антоцианы) или желто-коричневого (флавонолы) цветов.

Агликоны флавоноидов представляют собой порошки от шоколадно-коричневого (для антоцианов) до темно-коричневого (для флавонолов) цвета, нерастворимые в воде, хорошо растворяются в низших спиртах (этиловом изопропиловом спирте), ацетоне, плохо растворяются в сложных эфирах (этил- и бутилацетате) и других малополярных растворителях.

В табл. 2 представлены результаты исследований влияния агликонов флавоноидов на сохранность пленки полистирола в условиях ее окисления кислородом воздуха в присутствии ультрафиолетового освещения.

Таблица 2 - Антиоксидантные свойства флавоноидов

Наименование добавки	Интенсивность накопления С=О -группы в пленке полистирола ($A_{300\text{нм}}/A_{350\text{нм}}$)		Эффект стабилизации
	без добавки	с добавкой	
Кверцетин	2,95/1,75=1,69	2,90/2,80=1,04	1,69/1,04=1,6
Антоцианидин	2,14/0,67=3,19	1,86/0,84=2,21	3,19/2,21=1,4

Таким образом, проведенные исследования показывают возможность получения гидрофобных флавоноидов из природных соединений растительного сырья и возможность их применения в качестве антиоксидантов полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов, В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение [Текст] / В.М., А.П.Нечаев, Л.А.Сарафанова. СПб.:ГИОРД, 2008. – 240 с.
2. Болотов, В.М. Исследования антиоксидантных свойств желейного мармелада/ В.М.Болотов, П.Н.Саввин // Ж. «Химия растительного сырья», –2008. –№4. С. 177–179.
3. Болотов, В.М. Черносмородиновый краситель – источник антиоксидантов при производстве кондитерских изделий / В.М.Болотов, П.Н. Саввин // Ж. «Пищевая промышленность». – 2010.– № 8. С. 26–27.
4. Болотов, В.М. Композиционные каратиноидно-антоциановые красители в технологии ликероводочных изделий / В.М.Болотов, Е.В.Комарова, П.Н.Саввин, М.Ю.Парашкин // Ж «Пиво и напитки», 2017. №1. С. 43–51.
5. Патент № 2733411 (РФ). Способ получения гидрофобных флавоноидных и антоциановых соединений из флавоноидсодержащего растительного сырья/ В.М.Болотов, Е.В.Комарова, П.Н.Саввин // БИ 2020г, №28. – С. 6.