

Выводы. Изучен витаминный и минеральный состав семян льна который дает возможность говорить о достаточно высокой пищевой его ценности. Семена льна характеризуются высоким содержанием витамина Е, они богаты питательными и биологически активными веществами, что обуславливают их пищевую ценность в связи с этим они могут быть использованы в питании как пищевая добавка.

Литература

1. Живетин В.В. Лен и его комплексное использование /В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская, – М.: Информ-Знание, – 2002. – 394 с.
2. Терешук Л.В. Комплексный подход к изучению биохимии и товароведения масличного сырья // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сб. науч. тр., Вып.1. – Кемерово: КемТИПП, – 2001. – С. 37.
3. Вейса-Гензер М., Моррис Д.Х. Льняное семя. Пищевые продукты, здоровье, функциональные свойства: пер. с англ. – Канада, – 1998. – 215 с.
4. Eastman, Whitney Haskins. The history of the linseed oil industry in the United States / With fore ward by Thomas L. Daniels. – Minneapolis, T.S.: Denison, – 1968.– 277 p.
5. Буряков Ю.П., Ивановский В.К., Осипов П.Ф. Масличный лен. – М.: Россельхозиздат, – 1971. – 98 с.
6. Пашенко Л.П. Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, Г.Г. Странадко, Н.Н. Булгакова, Ю.А. Кулакова, Е.П. Золотарева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 4. – С. 82-85.
7. Пашенко Л.П. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л.П. Пашенко, А.С. Прохорова, Я.Ю. Кобцева, И.А. Никитин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7.– С. 56-57.
8. Живетин В.В. Гинзбург Л.Н. Лен на рубеже XX и XXI веков. – М.: ИПО Полигран, – 1998. – 184 с.
9. Малышева А.Г. Изменение биохимических свойств семян масличных культур в процессе хранения / Биохимия и физиология масличных растений: Сб. науч. тр. ВНИИМК им. В.С. Пустовойта / Под ред. В.М. Суслова. – Майкоп: ВНИИМК, – 1967. – С. 345-353
10. Щербачков В.Г. Биохимия растительного сырья / В.Г. Щербачков, В.Г. Лобанов, В.Г. Прудникова. – М.: Колос, – 1999. – 376 с
11. Леонтьевский К.Е. Производство льняного масла. – М.: Пищепромиздат, – 1947. – 85 с.

УДК 577.114.7-035.2:66-027.33

АРАБИНОГЛЮКУРОНОКСИЛАНЫ СТЕБЛЕЙ И ЛИСТЬЕВ КЛЕЩЕВИНЫ

**Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В статье приведены результаты исследования биополимеров нетрадиционных растительных отходов (листьев и стеблей клещевины), которые играют существенную роль при биотехнологической переработке сырья.

The article presents the research results of biopolymers unconventional vegetable waste (leaves and stalks of Castrol-oil plant) which play an essential role in the biotechnological processing of raw materials.

Ключевые слова: биополимеры, растительное сырье, арабиноглокуронооксиланы, стебли, листья клещевины, экстракция, гидролиз, окисление.

В биотехнологических производствах источником питательных веществ для культивирования микроорганизмов после определенной подготовки служит, преимущественно, растительное сырье, а вернее – отходы растительного сырья: подсолнечная лузга, коробочки хлопчатника, кукурузные кочерыжки, гузаяпа, древесные опилки, солома, ряд других источников и исследованные нами стебли хмеля (СХ), стебли и листья клещевины (СК), (ЛК), обрезки фруктовых деревьев (ОФД).

Анализ существующих научно-практических подходов к исследованию растительного сырья как объекта биотехнологической переработки позволяет сделать вывод об особом месте биополимеров, которые играют ключевую роль при переработке его на кормовые, пищевые, функциональные добавки и различные химические вещества.

Вопросы рациональной, комплексной переработки того или иного вида растительного сырья и опре-

деление потенциальной возможности получения целевых продуктов из него можно квалифицированно решать только с учетом особенностей его технологических свойств и химического состава.

Целью данной работы стало – доказать целесообразность использования стеблей и листьев клещевины для дальнейшей биотехнологической переработки. Поэтому первоочередной задачей было изучить технологические свойства, химический и биополимерный состав этих отходов.

В данной статье представлены результаты исследования биополимерного состава нетрадиционных растительных отходов сельского хозяйства, поскольку технологические свойства и химический состав были опубликованы ранее [1, 2] и подтвердили, что исследуемые растительные отходы в целом и их отдельные анатомические части характеризуются высоким содержанием полисахаридов, экстрактивных веществ, что позволяет использовать их в качестве сырья для получения питательных субстратов.

Выделение и очистка индивидуальных полисахаридов из растительных тканей – процесс сложный и трудоемкий. Объясняется это тем, что полисахариды прочно связаны друг с другом и другими высокомолекулярными компонентами растительной ткани, кроме того, гемицеллюлозы легко окисляются, подвергаются деполимеризации и ферментации [3]. При выделении полисахаридов методом экстракции обычно получают экстракт, содержащий их смесь или фракции с преобладающим содержанием одного из них. Разделить такую смесь на отдельные полисахариды сложно, и связано с большими трудностями, так как их молекулы обладают сходными химическими свойствами и имеют близкие по значению молекулярные массы. Рационально выбранная схема выделения уже в процессе экстрагирования дает возможность расфракционировать те либо иные полисахариды, и получить ряд фракций, во многих отношениях отличающихся друг от друга.

Выделение полисахаридов из анатомических частей сырья проводили методом последовательной экстракции различными растворителями. Условия выделения и экстрагент выбирались, исходя из данных химического состава анатомических частей. Экстракцию вели по схеме, ранее опубликованной в статье [4]. Чистоту выделенных полисахаридов проверяли по постоянству соотношения компонентов после многократного их переосаждения. Применение в качестве экстрагентов воды, растворов соляной кислоты, щелочи и спиртового раствора азотной кислоты позволяло последовательно создавать условия для перехода в раствор отдельных полисахаридов. Варьируя концентрацию и природу экстрагента, добивались избирательного извлечения определенного полисахарида. Наличие крахмала в образцах доказали: положительная реакция с йодом, высокая степень атакруемости α -амилазой и специфика УФ-спектра их йодных комплексов.

Основывались на том, что растворимость полисахаридов различного химического состава в натриевой и калиевой щелочи неодинакова, например, в гидроокиси калия более легко растворимы глюкуроноксианы, а в гидроокиси натрия лучше глюкоманнаны, причем в присутствии борной кислоты растворимость усиливается [5–10]. Последовательное применение КОН и NaOH позволило нам отделить глюкуроноксиан от глюкоманнана.

Учитывая, что при использовании щелочных растворов в качестве экстрагентов может происходить омыление сложноэфирных группировок полисахаридов, отщепление ацетильных групп и снижение молекулярной массы полимера вследствие его возможной деструкции по редуцирующим сахарам, экстракцию полисахаридов щелочными растворами вели при комнатной температуре в атмосфере азота. В процессе фракционирования сырья учитывали специфику углеводного состава полисахаридов.

Таким образом, используя комплекс методов фракционирования с учетом специфики строения индивидуальных полисахаридов, нам удалось выделить полимеры углеводов с максимально сохранившимися в них межмолекулярными связями, по своему составу и свойствам, приближающимся к нативным свойствам сырья.

Строение, свойства полисахаридов растительного сырья зависят от ботанических, морфологических и анатомических особенностей, формирующих его ткань. В связи с этим целесообразно было изучить строение полисахаридов СК и ЛК в отдельных их анатомических частях (строение выделенных глюкуроноксианов ОФД, СХ приведено в ранее опубликованной статье [4]).

В составе гемицеллюлоз (ГМЦ) анатомических частей ОФД и СК обнаружены полисахариды, относящиеся к категории арабиноглюкуроноксианов.

Извлеченные из анатомических частей СК 6%-ным раствором гидроксида калия полисахариды осаждали спиртом, растворяли в воде, не растворившуюся часть отбрасывали, а из растворимой кислый компонент осаждали цетавлоном.

Продукт, не образующий с цетавлоном комплексное соединение, фракционировали на ДЭАЭ-целлюлозе. Фракцию с наибольшим содержанием остатков ксилоты (элюент-0,5М ацетатный буфер) переосаждали реактивом Фелинга и субфракционировали на ДЭАЭ-целлюлозе. Субфракция, не способная удерживаться волокнами целлюлозы (элюируется водой), представляла собой арабиноглюкуроноксиан.

Выделенные арабиноглюкуроноксианы анатомических частей гомогенны в условиях хроматографирования на ДЭАЭ-целлюлозе, гель фильтрации на сефадексах G-75; G-100; G-150 и электрофорезе в боратном буфере (рН 9,6). Хроматографический анализ гидролизатов фракции показал, что они постро-

ны из остатков арабинозы, уроновых кислот (глюкуроновой и 4-О-метил-глюкуроновой) и ксилозы в молярном соотношении 9,5:25,3:65,2 (лист клешевины); 4,2:12,3:83,5 (стебель клешевины).

Арабиноглюкуроноокисланы анатомических частей СК, ЛК характеризуются высокой массовой долей полисахарида, оптически активны. Наряду с преобладанием в составе остатков ксилозы, общим для данных полисахаридов является значительное содержание остатков уроновых кислот (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика арабиноглюкуроноокисланов анатомических частей СК, ЛК

Ксилан	Содержание полисахарида, %	Зола, %	[α] _D ²⁰	Степень полимеризации (СП)	Молярные соотношения		
					арабиноза	ксилоза	уровневые кислоты
ЛК	99,40	0,28	-54,32	160	9,5	65,2	25,3
СК	99,15	0,34	-61,27	125	4,2	83,5	12,3

Ксилан листьев клешевины имеет более кислый характер, включая больше карбоксилсодержащих мономерных компонентов. Ксилан стебля клешевины отличается меньшим в 2–3 раза содержанием арабинозы. По составу мономеров, формирующих макромолекулу, они близки к арабиноглюкуроноокисланам, выделенным из злаковых, овощных культур, древесины и листовой ткани трав [5].

Анализ продуктов гидролиза каждого из метилированных арабиноглюкуроноокисланов включает три типа производных ксилозы (табл. 2), характеризующих основную цепь полисахаридов: моно и диметильные.

Таблица 2 – Мономерный состав гидролизатов метилированных арабиноглюкуроноокисланов (в молярных соотношениях)

Момеры	Анатомические части		Тип связи
	ЛК	СК	
2-О-метил-D-ксилоза	10,15	12,94	→4)-Xylp-(1→ 3 ↑
3-О-метил-D-ксилоза	25,81	12,46	→4)-Xylp-(1→ 2 ↑
2,3-ди-О-метил-D-ксилоза	29,74	50,47	→4)-Xylp-(1→
2,3,4-три-О-метил-D-ксилоза	–	7,80	Xylp-(1→
2,3,5-три-О-метил-L-ксилоза	9,82	4,85	Araf-(1→
Метилированные уроновые кислоты	26,14	12,50	GlcUAp-(1→

Количественная оценка их состава показывает, что более значительными размерами цепи характеризуется ксилан СК, в котором из 100 мономерных единиц макромолекулы 76 принимает участие в построении основной цепи, представленной остатками ксилопираноз, соединенных в полисахариде 1→4 связями с ответвлениями в положении С-2 и С-3.

Боковые ответвления в исследуемых полисахаридах представлены остатками уроновых кислот и арабинозы, а в ксилане СК имеются терминальные звенья ксилозы.

Таким образом, можно представить макромолекулы ксиланов как разветвленные структуры, в основе которых лежит поликсилозидная цепь, построенная по типу β-(1→4) связи, часть мономерных единиц которой имеет ветвления в положении С-2 либо С-3. Боковые цепи сформированы неединичными невосстанавливающими остатками L-арабинозы, глюкуроновой и 4-О-метил- D-глюкуроновой кислот, D-ксилопиранозы. Структурная формула арабиноглюкуроноокисланов представлена на рис. 1, 2.

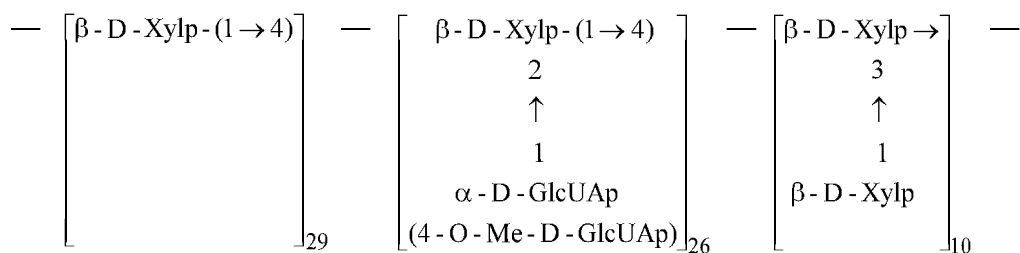


Рис. 1 – Структурная формула арабиноглюкуроноокислана листьев СК

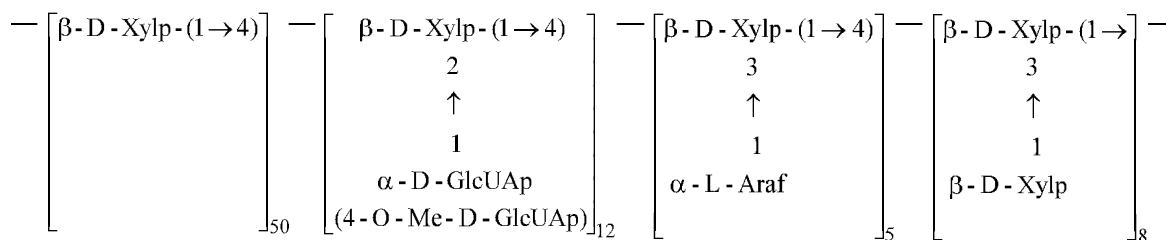


Рис. 2 – Структурная формула арабиноглюкуроноксилана стебля СК

В результате проведенных исследований показано, что основная цепь арабиноглюкуроксианов анатомических частей СК и ЛК построены из остатков D-ксилопираноз, соединенных по месту 1→4-β-гликозидными связями. В молекулах ксиланов имеет место три типа ответвлений, состоящих из остатков L-арабинозы, 4-O-метил-D-глюкуроновой кислоты, D-ксилопиранозы.

На основании проведенных исследований и опубликованных ранее данных по химическому составу сырья, его технологическим свойствам можно сделать заключение о том, что все компоненты сырья будут оказывать существенную роль на условие его ферментативной деструкции, состав гидролизата, подготовку питательной среды и выбор потенциального микроорганизма – продуцента.

Литература

1. Величко Т.А. Гидролизаты нетрадиционных растительных отходов – питательная среда для роста дрожжевых культур / Т.А. Величко, Е.А. Килименчук // Мат. межд. наук. конф. «Хранительна наука, техника и технологи 2004», «FOODS SCIENCE, TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES 2004». НАУЧНИ ТРУДОВЕ. Т.1, Св.3, – Пловдив, 26–29 окт. 2004. – С. 211–214.
2. Величко Т.О. Биотехнологія одержання біологічно активних речовин на основі рослинної сировини / Т.О. Величко, О.О. Килименчук // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2001. – Вип. 22. – С. 68–71.
3. Методы химии углеводов // Под ред. Н.К. Кочеткова. – М.: Мир, 1967. – 565 с.
4. Килименчук Е.А. Глюкуроноксианы нетрадиционных растительных отходов / Е.А. Килименчук, Т.А. Величко // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2011. – Вип. 40. – Т. 2. – С. 168–173.
5. Дудкин М.С. Гемиллюлозы / М.С. Дудкин, В.С. Громов, Н.А. Ведерников, Р.Г. Каткевич, Н.К. Черно. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
6. Кочетков Н.К. Избирательные методы расщепления полисахаридных цепей. Ч. 2: Избирательное расщепление ксилана березы / Н.К. Кочетков, О.С. Чижов // Изв. АН СССР. Сер. Хим. – 1968. – № 9. – С. 2089–2091.
7. Darwill A. The biochemistry of plants / A. Darwill, M. Macneil, P. Albersheim et al. – N. Y.: Acad. Press. – 1980. – Vol. 1. – P. 92–162.
8. Song M. J. Structure of a xylan from basswood (*Tilia americana* L.) / M. J. Song, T. E. Timell // Cellulose Chem. Technol. – 1971. – Vol. 5, № 1. – P. 67–74.
9. Kohn R. Distribution pattern of uronic acid units in 4-O-Methyl-D-glucurono-D-xylan of beech (*Fagus sylvatica* L.) / R. Kohn // Coll Czechosl. Chem. Communications. – 1986. – Vol. 51, № 10. – P. 2243–2249.
10. Шарков В. И. Химия гемиллюлоз / В.И. Шарков, Н.И. Куйбина. – М.: Лес. пром-сть, 1972. – 440 с.

УДК 613.2:613.98

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Салавелис А.Д., канд. техн. наук, доцент, Дьяконова А.К., д-р техн. наук, профессор,
Павловский С.Н., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В статье дан анализ особенностей организации питания для спортсменов, суточного потребления основных химических элементов и калорийности в зависимости от физической нагрузки, даны рекомендации по составлению рационов спортивного питания и организации режима питания.

The article analyses the characteristics of nutrition for athletes, daily intake of basic chemical elements and nutritional value depending on physical activity, issued recommendations on rations of sports nutrition and diet.

Ключевые слова: геронтология, режим питания, адаптогены, гейнеры.