

УДК 582.548.27:547.458.6

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ГЛЮКАНЫ СЕМЯН КАРДАМОНА НАСТОЯЩЕГО *Elettaria cardamomum*

© 2013 г. Д. Н. Оленников*, А. В. Рохин**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, 670047; e-mail: oldaniil@rambler.ru

**Иркутский государственный университет, Иркутск, 664033

Поступила в редакцию 15.10.2011 г.

Проведено исследование водорастворимых полисахаридов семян кардамона настоящего (*Elettaria cardamomum* White at Maton, сем. Zingiberaceae). Установлено, что в составе полисахаридов *E. cardamomum* присутствуют компоненты нейтрального и кислого характера. Из нейтральной фракции выделено три полисахарида с молекулярными массами 380, 166 и 27 кДа. По данным структурного анализа, установлено, что полимеры представляют собой α -глюканы разной степени разветвленности (7.1–46.1%), в основных цепях которых остатки α -(1→4)-D-глюкопиранозы замещены по положению C-6 единичными остатками α -D-глюкопиранозы. Полисахариды с подобным строением обладают широким спектром биологической активности. Присутствие разветвленных α -глюканов в семенах *E. cardamomum* установлено впервые.

DOI: 10.7868/S0555109913010133

Кардамон настоящий (*Elettaria cardamomum* White at Maton) – растительный вид семейства имбирных (Zingiberaceae), семена которого применяются в пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности, а также в традиционной и народной медицине в качестве лекарственного средства [1]. Фармакологические исследования экстрактов и индивидуальных компонентов *E. cardamomum* выявили наличие антибактериальной [2], инсектицидной [3], антиоксидантной [4], желчегонной [5], гастропротекторной, противоязвенной [6], противовоспалительной, анальгетической, спазмолитической [7] и противоопухолевой активности [8].

Химические исследования семян кардамона показали присутствие в них эфирного масла [1], углеводов и тритерпеновых соединений [9]. Данные о других классах соединений ограничены общей информацией о липидах, белках, полисахаридах и др. Имеются сведения о том, что для семян *E. cardamomum* характерно накопление глюканов типа крахмала [1], однако данные о структуре этих биополимеров отсутствуют.

Широкое использование *E. cardamomum* как пищевого компонента (специи) предполагает наличие научной информации о составе и структурных особенностях веществ, составляющих комплекс экстрактивных веществ данного растительного вида, каковыми, в том числе, безусловно, являются водорастворимые полисахариды.

Цель работы – выделение и структурная характеристика водорастворимых глюканов семян *E. cardamomum*.

МЕТОДИКА

Семена *E. cardamomum*. Плоды кардамона были предоставлены фирмой “Padma AG” (Швейцария). Семена отделяли от перикарпиев и высушивали при 105°C в течение 5 ч, после чего измельчали на мельнице до размера частиц <0.5 мм.

Выделение фракции водорастворимых полисахаридов из *E. cardamomum*. Измельченные семена *E. cardamomum* (320 г) экстрагировали в аппарате Сокслета последовательно хлороформом, этилацетатом и метанолом. Обезжиренное сырье высушивали до постоянной массы, после чего экстрагировали водой на кипящей водяной бане (1 : 30; 3-кратная экстракция по 60 мин). Водные извлечения объединяли, концентрировали до 500 мл в вакууме, сконцентрированный остаток обрабатывали по методу Севага [10] и диализовали против дистиллированной воды в диализных трубах с пределом диализа 2 кДа (“Sigma-Aldrich Inc.”, Германия) в течение 48 ч. Диализат лиофильно высушивали. Получено 33.44 г фракции водорастворимых полисахаридов семян кардамона (ВПСК).

Хроматография на ДЭАЭ-целлюлозе. Фракцию ВПСК (30 г) растворяли в 500 мл воды, нерастворившуюся часть удаляли центрифугированием и полученный раствор наносили на колонку с ДЭАЭ-целлюлозой (ОН⁻-форма, 4 × 120 см), которую последовательно промывали водой, 0.1–1 М растворами NaCl и 0.1 М раствором NaOH. Элюаты нейтрализовали HCl, диализовали против дистиллированной воды в течение 48 ч и лиофильно высушивали. Получено 6 подфракций: ВПСК-1 (элюент – вода) – 23.54 г, ВПСК-2 (элюент – 0.1 М

NaCl) – 0.05 г, ВПСК-3 (элюент – 0.3 М NaCl) – 4.22 г, ВПСК-4 (элюент – 0.5 М NaCl) – 0.49 г, ВПСК-5 (элюент – 1 М NaCl) – 0.09 г, ВПСК-6 (элюент – 0.1 М NaOH) – 0.56 г.

Углеводы определяли антрон-серноокислотным методом в пересчете на глюкозу [11], уруновые кислоты – 3,5-диметилфенол-серноокислотным методом в пересчете на галактуроновую кислоту [12], белок – по методу Бредфорд с применением кумасси G250 (“Силекс”, Россия) [13]. Оптическое вращение измеряли для 1%-ных растворов в 1%-ной КОН на поляриметре СМ-3 (“Загорский оптико-механический завод”, Россия) в кювете 1 дм при 20°C. Спектроскопические исследования проводили на спектрофотометре СФ-2000 (“Ломо”, Россия) в кварцевых кюветках 10 мм.

ИК-спектроскопия. ИК-спектры регистрировали на ИК-Фурье спектрометре ФТ-801 (“Симекс”, Россия) в интервале 4000–600 см⁻¹ в таблетке с бромидом калия (1 : 100).

Гель-хроматография. Использовали Sephacryl® 300 HR (“Sigma-Aldrich Inc.”, Германия), колонка 1.6 × 60 см, элюент – фосфатный буфер, рН 5.5, скорость потока – 800 мкл/мин, объем элюатов – 1 мл, температура колонки – 20°C. Колонку градуировали с использованием стандартов декстранов с молекулярными массами 6, 100, 200, 500 кДа (“Fluka”, Швейцария). Внешний объем колонки определяли по синему декстрану (2000 кДа, “Pharmacia”, Швеция). Концентрация раствора полисахарида – 10 мг/мл, стандартов декстранов – 1 мг/мл, объем вводимой пробы – 1 мл. Объем выхода определяли спектрофотометрическим фенол-серноокислотным методом при 480 нм [14].

Гидролиз. Растворяли 10 мг полисахарида в 5 мл 2 М ТФУ и нагревали при 120°C в течение 2 ч. ТФУ удаляли в вакууме в присутствии метанола, остаток растворяли в смеси ацетонитрил–вода (3 : 1) и анализировали методом ВЭЖХ.

ВЭЖХ. Проводили на жидкостном хроматографе Милихром А-02 (“Эконова”, Россия) на колонке Searon 5-NH₂ (80 × 2 мм, 5 мкм, “Tessek Ltd.”, Чехия). Подвижная фаза: ацетонитрил–вода (3 : 1), скорость подвижной фазы 0.1 мл/мин, температура колонки 22°C. Детектирование проводили при 190 нм.

Выделение глюканов ВПСК-1-1, ВПСК-1-2 и ВПСК-1-3. Выделение проводили с применением препаративной гель-хроматографии в условиях, описанных ранее, на колонке Sephacryl® 300 HR (“Sigma-Aldrich Inc.”, Германия); объем фракций – 5 мл. Фракции, элюирующиеся в диапазоне молекулярных масс 400–350, 200–150 и 50–20 кДа объединяли, диализовали и диализаты лиофильно высушивали. Из 9 г ВПСК-1 получено 1.98 г ВПСК-1-1, 6.03 г ВПСК-1-2 и 0.44 г ВПСК-1-3.

Условия периодатного окисления, деградация по Смитту, ферментативный гидролиз с α-глюкозидазой и анализ продуктов ферментативного расщепления описаны нами ранее [15–17].

Окисление хромовым ангидридом. Реакцию проводили с хромовым ангидридом после предварительного ацетилирования по методу Хоффмана [18].

Метилирование. Метилирование полисахарида осуществляли йодистым метилом по методу [19] с последующим формолизом, гидролизом перметилата [20] и анализом методом ГХ/МС.

Газовая хроматография/масс-спектрометрия (ГХ/МС). ГХ/МС анализ проводили на хромато-масс-спектрометре 5973N/6890N MSD/DS (“Agilent”, США) с масс-селективным детектором (№ 5973) с диффузным насосом с применением капиллярной колонки РН-Innowax (30 м × 250 мкм × 0.50 мкм). Градиент температуры – 150–250°C, скорость нагрева 2°/мин. Газ-носитель – гелий, скорость потока 1 мл/мин.

Спектроскопия ЯМР. Спектры ¹³C-ЯМР регистрировали на ЯМР-спектрометре VXR 500S (“Varian”, США), рабочая частота 125.7 МГц. Спектры получены для 1%-ных растворов в ДМСО-d₆.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Водорастворимые полисахариды выделяли из семян *E. cardamomum* в результате горячей водной экстракции предварительно обезжиренного сырья с последующими депротеинизацией, диализом и лиофильной сушкой. В результате была получена фракция ВПСК с выходом 10.5% от массы семян.

Растворы ВПСК обладали положительным удельным вращением (+112°) и давали реакцию с йодом. Содержание углеводов, уруновых кислот и белка в ВПСК составляло 82.42, 7.94 и 4.15% соответственно. Исследование моносахаридного состава ВПСК показало, что доминирующим углеводом является глюкоза (83.1 моль%); также были обнаружены галактоза, арабиноза, галактуроновая кислота, рамноза, манноза и глюкуроновая кислота в соотношении 105 : 46 : 13 : 2 : 1 : 1 (табл. 1). Полученные данные указывали на преобладание во фракции ВПСК крахмалоподобных полисахаридов.

Для фракционирования ВПСК применяли хроматографию на ДЭАЭ-целлюлозе, в результате чего было получено шесть фракций (ВПСК-1 – ВПСК-6). Максимальный выход был отмечен для фракции ВПСК-1 (78.5% от массы ВПСК), элюируемой водой и содержащей 98.4 моль% глюкозы, а также следы арабинозы и галактозы (табл. 1). Для фракций, элюируемых растворами NaCl и NaOH, было характерно меньшее содержание

Таблица 1. Характеристики водорастворимых полисахаридных фракций (1–6) *E. cardamomum*

| Показатель | ВПСК | Фракция ВПСК | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Выход, % | 10.5 * | 78.5 ** | 0.2 ** | 14.1 ** | 1.6 ** | 0.3 ** | 1.9 ** |
| Углеводы, % | 82.41 | 90.67 | 92.61 | 87.11 | 94.30 | 93.72 | 92.15 |
| Уроновые кислоты, % | 7.94 | <0.5 | 1.15 | 3.75 | 7.29 | 12.32 | 29.11 |
| Белок, % | 4.15 | <0.5 | 1.01 | 5.20 | 3.02 | 0.95 | 1.24 |
| Реакция с йодом | + | + | + | – | – | – | – |
| $[\alpha]_D, ^\circ$ | +112 | +192 | н.о. | +63 | +106 | н.о. | +122 |
| Моносахаридный состав, моль % | | | | | | | |
| Арабиноза | 4.6 | сл. | 11.0 | 22.7 | 37.5 | 30.6 | 23.5 |
| Галактоза | 10.5 | сл. | 14.7 | 45.8 | 42.3 | 43.8 | 33.7 |
| Глюкоза | 83.1 | 98.4 | 73.1 | 27.1 | 11.2 | 9.1 | 8.2 |
| Манноза | 0.1 | – | – | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.8 |
| Рамноза | 0.2 | – | – | сл. | 1.1 | 2.7 | 3.5 |
| Ксилоза | сл. | – | – | сл. | 0.4 | 0.9 | 1.2 |
| Галактуроновая кислота | 1.3 | – | 1.1 | 3.6 | 6.9 | 12.1 | 26.5 |
| Глюкуроновая кислота | 0.1 | – | сл. | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 2.5 |

* Выход от массы семян. ** Выход от массы ВПСК. “+” – реакция положительная. “–” – реакция отрицательная. н.о. – не определялось. сл. – следы (<0.1%).

глюкозы (8.2–73.1 моль%), присутствие кислых моносахаридов – галактуроновой и глюкуроновой кислот (1.1–26.5 и 0.2–2.5 моль% соответственно) и белка (1.01–5.20%). Наличие положительной реакции с йодом было отмечено для ВПСК-1 и ВПСК-2. Данные о моносахаридном составе ВПСК-2 – ВПСК-6 указывали на присутствие в их составе компонентов “пектинового комплекса” – арабиногалактанов и галактуронов. Таким образом, водорастворимые полисахариды семян *E. cardamomum* представляют смесь полимеров нейтрального и кислого характера.

Дальнейшему исследованию была подвергнута фракция ВПСК-1, в которой с применением гель-хроматографии установлено присутствие 3 полимеров с молекулярными массами 380 (ВПСК-1-1), 166 (ВПСК-1-2) и 27 кДа (ВПСК-1-3) (рис. 1). Выделение данных соединений проводили методом препаративной гель-хроматографии, что привело к получению гомогенных препаратов полисахаридов. Все выделенные компоненты обладали положительным удельным вращением, давали характерную реакцию с йодом, и глюкоза была единственным продуктом полного гидролиза. Доминирующим являлся полимер ВПСК-1-2, содержание которого в ВПСК составляло 69.7%.

В ИК-спектре ВПСК-1-2 присутствовали полосы при 935 и 852 см⁻¹, указывающие на наличие α-гликозидных связей, а также при 1151, 1079 и

1024 см⁻¹, характерные для пиранозных колец (рис. 2). Общий характер спектра близок к таковому крахмалоподобных α-глюканов [21].

При периодатном окислении ВПСК-1-2 расходовалось 1.30 моль IO₄⁻ на ангидрозвено, выделение муравьиной кислоты составило 0.32 моль/ангидрозвено (табл. 2). После деградации по Смитту продукта периодатного окисления в гидролизате были обнаружены глицерин и эритрит в соотношении 1 : 2.19; присутствие моносахаридов выяв-

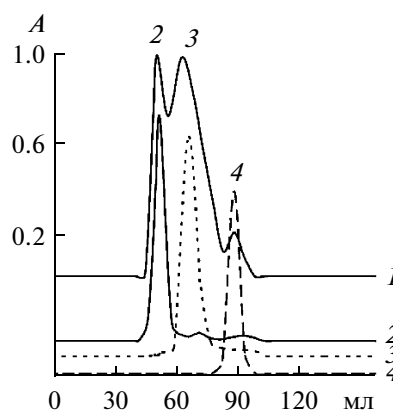


Рис. 1. Гель-хроматограммы фракции ВПСК-1 (1) и компонентов ВПСК-1-1 (2), ВПСК-1-2 (3), ВПСК-1-3 (4).

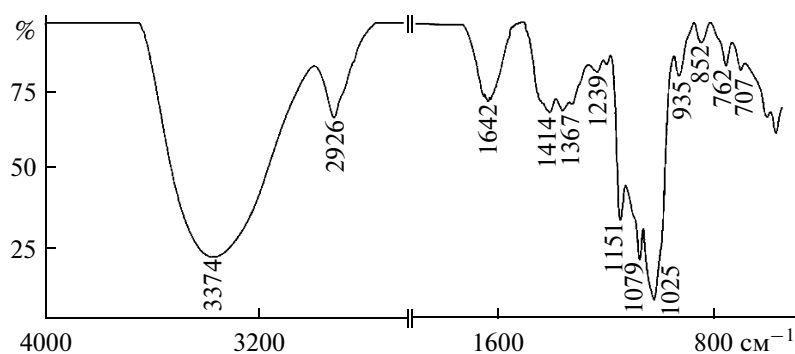


Рис. 2. ИК-спектр компонента ВПСК-1-2. Цифрами обозначены значения волновых чисел.

лено не было. Подобный характер расщепления свидетельствовал о присутствии в структуре ВПСК-1-2 связей (1→4)- и (1→6)-типов, а обнаружение глицерина указывало на наличие точек ветвления у основной цепи полисахарида.

Для определения конфигурации глюкозы в ВПСК-1-2, полисахарид подвергали ацетилированию с последующей обработкой CrO_3 . Продукт окисления гидролизовали и после анализа установили присутствие глюкозы, что подтверждало ее α -конфигурацию.

Согласно данным ГХ/МС анализа, после метилирования в составе продуктов гидролиза ВПСК-1-2 обнаружены 2,3,4,6-тетраметил-глюкопираноза,

2,3,6-триметилглюкопираноза и 2,3-диметилглюкопираноза в соотношении 1.01 : 1.19 : 1 (табл. 2). Полученные результаты указывали на то, что ВПСК-1-2 содержит в основной цепи остатки (1→4)-связанной глюкопиранозы, замещенной по положению С-6 единичными остатками глюкопиранозы. Обнаружение в продуктах гидролиза небольшого количества 2,3,4-триметилглюкопиранозы свидетельствовало о присутствии более длинных участков из 1,6-связанной глюкопиранозы в составе боковых цепей или о включении подобных фрагментов в неразветвленные участки основной цепи полимера.

Ферментативное расщепление ВПСК-1-2 α -глюкозидазой привело к получению ряда продуктов

Таблица 2. Свойства, результаты периодатного окисления и метилирования компонентов ВПСК-1-1, ВПСК-1-2 и ВПСК-1-3

| Показатель | Компонент | | |
|--|-----------|----------|----------|
| | ВПСК-1-1 | ВПСК-1-2 | ВПСК-1-3 |
| Содержание в ВПСК-1, % | 23.7 | 69.7 | 6.6 |
| $[\alpha]_D, ^\circ$ | +135 | +182 | +191 |
| Молекулярная масса, кДа | 380 | 166 | 27 |
| Периодатное окисление | | | |
| Расход IO_4^- * | 1.12 | 1.30 | 1.07 |
| Выделение HCOOH * | 0.12 | 0.32 | 0.07 |
| Соотношение глицерин : эритрит | 1 : 6.3 | 1 : 2.19 | 1 : 13.1 |
| Метилирование ** | | | |
| 2,3,4,6-тетраметил-глюкопираноза [ГП-(1→)] | 13.0 | 31.4 | 6.5 |
| 2,3,6-триметил-глюкопираноза [→4)-ГП-(1→] | 73.5 | 37.1 | 86.7 |
| 2,3,4-триметил-глюкопираноза [→6)-ГП-(1→] | 0.7 | 0.4 | 0.4 |
| 2,3-диметил-глюкопираноза [→4,6)-ГП-(1→] | 12.8 | 31.1 | 6.4 |
| Степень разветвления основной цепи (%) | | | |
| Периодатное окисление | 15.9 | 45.7 | 7.6 |
| Метилирование | 15.1 | 46.1 | 7.1 |
| ^{13}C -ЯМР спектроскопия | 15.4 | 46.0 | 7.5 |

* Моль/ангидрозвено. ** В скобках указан тип связи, соответствующий метилированному углеводу. ГП – глюкопираноза.

Таблица 3. Положение и интерпретация сигналов ¹³C-ЯМР спектра ВПСК-1-2

| Моносахаридный остаток цепи полимера | ¹³ C-химический сдвиг (δ), м.д. | | | | | |
|--------------------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 |
| 4-О-α-D-глюкопиранозил | 99.2 | 70.9 | 72.8 | 77.1 | 69.3 | 59.9 |
| 4,6-ди-О-α-D-глюкопиранозил | 98.8 | 71.1 | 72.3 | 77.6 | 70.7 | 68.9 |
| α-D-глюкопиранозил | 99.5 | 72.2 | 73.9 | 70.2 | 72.5 | 60.0 |
| α-D-глюкопираноза | 92.7 | 72.1 | 73.4 | 70.4 | 72.1 | 61.3 |

деградации, идентифицированных как глюкоза, О-α-глюкопиранозил-(1→4)-глюкопираноза (мальтоза), О-α-глюкопиранозил-(1→4)-О-α-глюкопиранозил-(1→4)-глюкопираноза (мальтотриоза) и О-α-глюкопиранозил-(1→4)-О-α-глюкопиранозил-(1→4)-О-α-глюкопиранозил-(1→4)-глюкопираноза (мальтотетраоза).

В ¹³C-ЯМР-спектре ВПСК-1-2 были обнаружены полосы, отнесенные к остаткам единичной глюкопиранозы боковых цепей, а также незамещенной и замещенной глюкопиранозы основной цепи полимера (табл. 3) [22]. Подтверждена α-конфигурация остатков глюкозы по положению сигналов атомов C-1 в слабом поле (98.8–99.5 м.д.). Для замещенных и незамещенных остатков глюкопиранозы основной цепи отмечалось наличие сдвига сигналов атомов C-4 (+7.4 и +6.9 м.д. соответственно) по сравнению с таковым свободной α-глюкопиранозы, что возможно при участии данного атома в образовании связи (1→4)-типа [23]. Для атома C-6 замещенной глюкозы основной цепи также установлено смещение на +7.6 м.д., объясняемое наличием ветвлений по данному положению. Величина этого сдвига (68.9 м.д.) свидетельствовала о том, что данный атом гликозилирован α-заместителем [24]. Последнее обстоятельство подтверждалось смещением сигнала атома C-5 замещенных остатков глюкопиранозы основной цепи на +1.4 м.д. в сравнении с таковым незамещенных остатков, обусловленное α-эффектом заместителя по C-6.

Соотношение интегральных интенсивностей сигналов атомов C-6 замещенной и незамещенной глюкопиранозы основной цепи составляло 1 : 2.17, что соответствовало 46%-ной степени разветвленности и было близко к значениям, полученным ранее методом периодатного окисления (45.7%) и метилирования (46.1%).

Проведенные исследования показали, что доминирующий водорастворимый полисахарид семян *E. cardamomum* представляет собой высоко разветвленный глюкан, основная цепь которого построена из остатков α-(1→4)-связанной глюкопиранозы, замещенных у атомов C-6 единичными остатками α-глюкопиранозы.

Исследования структуры полимеров ВПСК-1-1 и ВПСК-1-3, содержание которых во фракции

ВПСК составило 23.7 и 6.6% соответственно, показали, что они являются близкими по строению к ВПСК-1-2 за исключением меньшей степени разветвленности основной цепи: 15.4% для ВПСК-1-1 и 7.5% для ВПСК-1-3. Следует также отметить, что для ВПСК-1-1 характерно большее содержание 1,6-связанных остатков глюкопиранозы.

Согласно данным литературы, α-глюканы растительного происхождения обладают различными видами фармакологического действия: гипогликемическое (*Panax ginseng*), иммуностимулирующее (*Scutellaria baicalensis*, *Sophora flavescens*, *Astragalus mongholicus*), противопухоловое (*Aloe arborescens*), противокашлевое (*Althaea officinalis*) и др. [16, 17, 25]. Вероятно, присутствие в семенах *E. cardamomum* данного класса полисахаридов, наравне с другими соединениями, объясняет наличие у препаратов из него широкого спектра биологической активности.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта СО РАН № VI.52.1.3 и Лаврентьевского конкурса молодежных проектов СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cardamom: The genus *Ellettaria* / Eds. P.N. Ravindran, K.J. Mdhusoodanan. London, New York: Francis & Taylor, 2002. P. 69–90.
2. Tanaka Y., Kikuzaki H., Nakatani N. // Jap. J. Food Chem. 2002. V. 9. № 2. P. 67–76.
3. Huang Y., Lam S.L., Ho S.H. // J. Storage Prod. Res. 2000. V. 36. № 2. P. 107–117.
4. Hinneburg I., Damien Dorman H.J., Hiltunen R. // Food Chem. 2006. V. 97. № 1. P. 122–129.
5. Yamahara J., Kimura H., Kobayashi M. // Chem. Pharm. Bull. 1985. V. 33. № 4. P. 1669–1675.
6. Jamal A., Javed K., Aslam M., Jafri M.A. // J. Ethnopharmacol. 2006. V. 103. № 2. P. 149–153.
7. Al-Zuhair H., El-Sayeh B., Ameen H.A., Al-Shoora H. // Pharmacol. Res. 1996. V. 34. № 1–2. P. 79–82.
8. Sengupta A., Ghosh S., Bhattacharjee S. // Asian Pacific J. Cancer Prev. 2005. V. 6. № 2. P. 118–122.
9. Gopalakrishnan M., Narayanan C.S., Grenz M. // J. Agric. Food Chem. 1990. V. 38. № 12. P. 2133–2136.
10. Sevag M.G., Lackman D.B., Smolens J. // J. Biol. Chem. 1938. V. 124. № 2. P. 425–436.

11. Olennikov D.N., Tankhaeva L.M., Samuelsen A.B. // Chem. Natur. Comp. 2006. V. 42. № 3. P. 265–268.
12. Usov A.T., Bilan M.I., Klochkova N.G. // Bot. Marina. 1995. V. 35. № 1. P. 43–51.
13. Bradford M.M. // Anal. Biochem. 1976. V. 72. № 2. P. 248–254.
14. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. // Anal. Chem. 1956. V. 28. № 3. P. 350–356.
15. Olennikov D.N., Rokhin A.V., Tankhaeva L.M. // Chem. Natur. Comp. 2009. V. 45. № 3. P. 300–303.
16. Olennikov D.N., Stolbikova A.V., Rokhin A.V., Khobrakova V.B., Tankhaeva L.M. // Chem. Natur. Comp. 2011. V. 47. № 1. P. 1–6.
17. Olennikov D.N., Stolbikova A.V., Rokhin A.V., Khobrakova V.B. // Chem. Natur. Comp. 2011. V. 47. № 2. P. 190–193.
18. Hoffmann J., Lindberg B., Svenson S. // Acta Chem. Scand. 1972. V. 26. № 4. P. 661–667.
19. Ciukanu I., Kerek F. // Carbohydr. Res. 1984. V. 131. № 2. P. 209–217.
20. Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. // Chem. Natur. Comp. 2007. V. 43. № 5. P. 501–507.
21. Li Sh.-g., Wang D.-g., Tian W., Wang X.-x., Zhao J.-x., Liu Zh., Chen R. // Carbohydr. Polym. 2008. V. 73. № 2. P. 344–350.
22. Шапков А.С., Чушков О.С. // Биоорганическая химия. 1976. Т. 2. № 4. С. 437–497.
23. Lipkind G.M., Shashkov A.S., Knirel Y.A., Vinogradov E.V., Kochetkov N.K. // Carbohydr. Res. 1988. V. 175. № 1. P. 59–75.
24. Egorov A.V., Mestechkina N.M., Shcherbukhin V.D. // Appl. Biochem. Microbiol. 2003. V. 39. № 4. P. 398–402.
25. Arifkhodzhaev A.O. // Chem. Natur. Comp. 1997. V. 33. № 1. P. 1–10.

Water-Soluble Glucans from True Cardamom (*Elettaria cardamomum* White at Maton) Seeds

D. N. Olennikov^a and A. V. Rokhin^b

^a*Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, 670047 Russia*
e-mail: oldaniil@rambler.ru

^b*Irkutsk State University, Irkutsk, 664033 Russia*

Received October 15, 2011

Abstract—Water-soluble polysaccharides from seeds of true cardamom (*Elettaria cardamomum* White at Maton, family Zingiberaceae) have been studied. The study has shown the presence of neutral and acidic components in these polysaccharides. Three polysaccharides (380, 166, and 27 kDa) have been isolated from the neutral fraction. According to the structural analysis data, they represent α -glucans with different degrees of branching (7.1–46.1%); α -(1→4)-D-glucopyranose residues of their backbone chains are substituted at the C6 position with single α -D-glucopyranose residues. Polysaccharides with such structures have a wide range of biological activity. The presence of branched α -glucans in *E. cardamomum* seeds has been demonstrated.