

DOI: 10.30906/0023-1134-2019-53-4-34-38  
© Коллектив авторов, 2019

*Н. В. Грачева\*, В. Ф. Желтобрюхов*

## СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МЕЛАНИНОВ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, 400005, Волгоград;  
\* e-mail: gracheva.tasha@yandex.ru

Изучены сорбционные свойства меланинов лузги подсолнечника по отношению к веществам-маркерам в соответствии с фармакопейной статьей ОФС.1.2.3.0021.15 — метиленовому синему, метиловому оранжевому, желатину и по отношению к йоду. Установлено, что для исследованных образцов сорбционная активность по метиленовому синему составляет  $(190,9 \pm 4,2)$  мг/г, по метиловому оранжевому —  $(302,1 \pm 1,8)$  мг/г, по желатину —  $(114,7 \pm 2,8)$  мг/г, по йоду —  $(38,4 \pm 2,4)$  %. Сорбционная способность образцов в отношении среднемолекулярных токсикантов превосходит соответствующие показатели сорбентов «Полифепан» и «Полисорб» и сравнима с показателями угля активированного. Для меланинов выявлено высокое сродство к веществам анионного типа. По белок-связывающей активности меланины уступают лишь «Полисорбу», значительно превосходя «Полифепан» и уголь активированный. Значения сорбционной активности в отношении йода находятся в пределах значений, соответствующих «Полифепану», и более чем в 1,5 раза ниже показателей угля активированного. Полученные результаты определяют возможность разработки на основе меланинов энтеросорбентов.

**Ключевые слова:** меланины; лузга подсолнечника; сорбционные свойства.

Используемые на практике препараты эфферентной терапии представлены широким спектром сорбентов, отличающихся составом, структурой, природой материала, формой [1]. Однако поиск новых сорбентов с целью расширения сферы применения и повышения эффективности энтеросорбции является актуальным. Перспективна в этом направлении разработка сорбентов на основе природных комплексов, в том числе растительного происхождения [2 – 5].

Известно, что меланины — природные высокомолекулярные конденсированные полимеры — проявляют сорбционные свойства [6 – 9]. Это обусловлено наличием в их структуре высокостабильных парамагнитных центров, системы полисопряженных связей и различных функциональных групп: карбоксильных, альдегидных, карбонильных и др. [10 – 13], определяющих способность меланинов к комплексообразованию и ионному обмену. Однако их широкому применению препятствует ограниченность естественной сырьевой базы, с одной стороны, и экономическая составляющая биотехнологического культивирования продуцентов меланинов, с другой.

При этом до последнего времени лузга подсолнечника, которая является побочным продуктом производства растительного масла и ежегодно образуется в количестве от 1 до 2 млн тонн только в России, в качестве сырья для получения меланинов не рассматривалась.

В работах [12, 14] показано, что лузга подсолнечника является перспективным сырьевым ресурсом для

получения меланинов, отвечающим требованиям доступности, дешевизны, быстрого возобновления.

Цель данного исследования — изучение сорбционных свойств меланинов, выделенных из лузги подсолнечника, для определения возможности разработки на их основе энтеросорбентов.

### *Экспериментальная часть*

В работе использовали меланины, выделенные из лузги подсолнечника — отхода маслоэкстракционного производства ООО «Добрый Спас» (г. Новоаннинский, Волгоградская область) и следующие реагенты: дистиллированная вода, полученная перегонкой водопроводной воды (рН = 6,8), хлороформ (х.ч., ТУ 2631-066-44493179-2001), этилацетат (х.ч., ГОСТ 22300–76), бутанол (х.ч., ТУ 2632-021-44493179–98), этанол для хроматографии (х.ч., ТУ 6-09-1710–77), изопропанол (х.ч., ТУ 2632-181-44493179-2014), гексан-*n* (х.ч., ТУ 2631-158-44493179-2013), петролейный эфир (х.ч., ТУ 2631-074-44493179-2001), кислота соляная концентрированная (ос.ч., ГОСТ 14261–77), гидроксид натрия (ч.д.а.), перманганат калия (ч.д.а.), хлорид железа(III) (х.ч.), перекись водорода (ос.ч., ТУ 20.13.63-207-44493179-2016), метиленовый синий (ч.д.а.), метиловый оранжевый (ч.д.а.), стандарт-титр йод 0,1 н. (ТУ 2642-581-00205087-2007), стандарт-титр тиосульфат натрия 0,1 н. (ТУ 2642-581-00205087-2007), желатин пищевой (порошок), крахмал растворимый (ГОСТ 10163–76), йодид калия (ч.д.а., ГОСТ 4232–74), сульфат меди 5-водный (ч.д.а.,

ГОСТ 4165–78), калий-натрий виннокислый 4-водный (ч.д.а., ГОСТ 5845–79).

Растворы необходимой концентрации получали растворением точной навески реагента в дистиллированной воде или разбавлением исходного раствора дистиллированной водой до необходимой концентрации. Биуретовый реактив получали в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ Р 53030 – 2008.

**Методы выделения и идентификации меланинов.** Меланины выделяли по способу, описанному в [12], с тем отличием, что переосажденные и высушенные меланины последовательно исчерпывающе экстрагировали хлороформом, этилацетатом и бутанолом. При этом в качестве экстрагента для выделения меланинов из сырья применяли 0,25 М раствор гидроксида натрия при массовом соотношении сырье — экстрагент, равным 1:5 и 1:3 соответственно, на 1 и 2 ступенях экстракции.

Идентификацию выделенных меланинов проводили по традиционной схеме, включающей комплексное исследование их растворимости в различных растворителях, наличия в их структуре хиноидных и фенольных фрагментов, элементного состава, спектральных свойств [13, 15].

Элементный анализ выполняли на автоматическом анализаторе Vario EL Cube (Netsch EAS Gamburg, Германия). Обработку первичных данных элементного анализа проводили с учетом зольности ( $1,37 \pm 0,3$ ) % и содержания гигроскопической влаги ( $3,55 \pm 0,5$ ) % в образце. Кислород рассчитывали по разности беззольной безводной массы и суммы C, H, N, S, %. Результаты элементного анализа представлены в табл. 1.

ИК-Фурье спектроскопическое исследование меланинов проводили в таблетках KBr на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 6700 FT-I R (США) в диапазоне от 4000 до 400  $\text{см}^{-1}$ . Обработку результатов проводили согласно [16]. ИК-Фурье спектр,  $\nu_{\text{max}}$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1013 ( $\text{C}-\text{OH}_{\text{спирт.}}$ ), 1228 ( $\text{C}_{\text{ар}}-\text{O}-\text{R}(\text{H})$ ), 1538 ( $\text{C}_{\text{ар}}-\text{C}_{\text{ар}}$ ), 1633 ( $\text{C}=\text{C}$  сопряженная с  $\text{C}=\text{O}$ ), 1709 ( $\text{C}=\text{O}$ ), 2852 ( $-\text{CH}_2-$ ), 2921 ( $-\text{CH}_2-$ ), 3286 ( $-\text{OH}$ ).

Присутствие хиноидных и фенольных структур в меланинах подтверждали качественными реакциями с перекисью водорода, перманганатом калия, хлоридом железа (III) [15]. К пробам 0,05 % щелочных растворов меланинов в 0,1 н. растворе гидроксида натрия в первом случае добавляли равный объем 10 % раствора перекиси водорода и оставляли на 24 ч для взаимодействия, во втором — равный объем 0,1 н. раствора перманганата калия. В третьем случае к пробе 0,01 % щелочного раствора меланинов добавляли раствор хлорида железа(III) с доведением его концентрации до 0,5 – 1 мг/мл.

Растворимость образцов изучали в органических растворителях (этанол, изопропанол, гексане, петролейном эфире, этилацетате), воде и 0,5 % растворе щелочи (гидроксида натрия) в соответствии с ОФС.1.2.1.0005.15 “Растворимость”.

Ввиду того, что до настоящего времени нет удовлетворительных методов стандартизации меланинов, в

эксперименте с этой целью применяли стандартизацию по качественным реакциям (обесцвечивание под воздействием 10 % раствора перекиси водорода и 0,1 н. раствора перманганата калия) и растворимости в органических растворителях, воде и 0,5 % растворе гидроксида натрия.

**Методы исследования сорбционной активности меланинов.** Сорбционную активность полученных меланинов определяли по методикам, основанным на сорбции модельных веществ-маркеров. В качестве таких модельных веществ в работе использованы в соответствии с фармакопейной статьей ОФС.1.2.3.0021.15 “Определение адсорбционной активности энтеросорбентов” метиленовый синий, метиловый оранжевый и желатин. Кроме того, определена сорбционная активность меланинов в отношении йода.

Катионный краситель метиленовый синий является маркером, имитирующим токсиканты со средней молекулярной массой, и характеризует сродство сорбента к положительно заряженным частицам [17]. Сорбционная активность по метиленовому синему дает представление о наличии в структуре мезо-пор, обуславливающих способность энтеросорбента сорбировать органические молекулы.

Анионный краситель метиловый оранжевый имеет значение молекулярной массы, близкое к молекулярной массе метиленового синего, и также является маркером, имитирующим среднемолекулярные токсиканты, но при этом характеризует сродство сорбента к отрицательно заряженным частицам [17].

Желатин является маркером крупномолекулярных белков, не имеющих регулярной структуры, характеризует белок-связывающую активность сорбента, обуславливающую детоксикационную сорбцию патологических агентов белковой природы: микроорганизмов, их токсинов, биоактивных кишечных полипептидов эндогенного происхождения и др. [5]. Способность поглощать маркеры биологической природы определяет возможность применения материалов в качестве энтеросорбентов.

Йод является маркером, характеризующим микропористость сорбента [18]. Преобладание микропор в структуре сорбента свидетельствуют о его способности эффективно адсорбировать низкомолекулярные соединения.

Сорбционную активность определяли спектрофотометрическим методом: по метиленовому синему согласно методике [19], по метиловому оранжевому — в соответствии с методикой ГОСТ 4453–74 для угля активного осветляющего древесного порошкообразного, по желатину — согласно методике [19]. Спектрофотометрирование проводили на спектрофотометре СФ-26 (Россия). Сорбционную активность полученных меланинов в отношении йода определяли согласно методу, изложенному в ГОСТ 6217–74.

Эксперименты проводили в 3-кратной повторности для каждого из 9 образцов меланинов, выделенных из отобранных случайным методом проб сырья. Результаты исследования обрабатывали с использованием

параметрического *t*-критерия Стьюдента и непараметрического *U*-критерия Манна — Уитни при вероятности ошибки не более 5 %.

### Результаты и их обсуждение

Анализ элементного состава меланинов (табл. 1), выделенных из лужи подсолнечника, показал, что содержание основных элементов в образцах С, Н, О соответствует данным для меланинов [15, 20]. В исследованных меланинах определено присутствие азота и серы — соответственно 2,31 и 0,31 %. Это может быть связано, как с включением в биополимер азотсодержащих гетероциклических соединений и аминокислот, так и с образованием мелано-протеиновых комплексов [15].

Исследование образцов методом ИК-Фурье спектроскопии выявило, что образцы характеризуются набором полос поглощения, характерным для меланинов.

Широкая полоса поглощения в диапазоне частот 3250 – 3500 см<sup>-1</sup> обусловлена валентными колебаниями ОН-групп спиртов и фенолов, связанных меж- и внутримолекулярными связями. О присутствии в структуре меланинов фенольных фрагментов свидетельствуют также полосы поглощения на спектрах с волновыми числами 1140 – 1230 см<sup>-1</sup>, наличие которых определяется валентными и деформационными колебаниями С-О- и ОН-групп фенолов. Полосы поглощения при частотах 1630 – 1644 см<sup>-1</sup> отнесены к колебаниям С=О хинонов. О наличии ароматических фрагментов в структуре исследованных меланинов свидетельствуют полосы поглощения валентных колебаний ароматических С-С-связей при волновых числах 1519 – 1538 см<sup>-1</sup>. Полоса поглощения с волновым числом 1709 см<sup>-1</sup> определяется присутствием в структуре карбонильных фрагментов. Полосы поглощения в диапазоне 2852 – 2853 и 2921 – 2922 см<sup>-1</sup> подтверждают наличие в структуре фрагментов -CH<sub>2</sub>-. Присутствие полисахаридных фрагментов подтверждается полосами поглощения на спектрах в диапазоне 1000 – 1030 см<sup>-1</sup>.

Все полученные образцы нерастворимы в органических растворителях и воде, но при этом растворимы в растворе щелочи, что является характерным для меланинов. При взаимодействии их растворов с сильными окислителями (перекисью водорода и перманганатом калия) происходит обесцвечивание растворов. Взаимодействие растворов с хлоридом железа(III) приводит к выпадению хлопьевидного осадка с последующим его растворением при избытке реактива. Результаты реакций указывают на присутствие в структуре выделенных образцов хиноидных и фенольных компонентов и подтверждают принадлежность полученных образцов к меланинам.

Сорбционная активность по веществам-маркерам исследованных меланинов и образцов сравнения представлена в табл. 2

В качестве образцов сравнения использовали промышленно выпускаемые сорбенты различной химической природы и структуры. Отличия промышленно выпускаемых энтеросорбентов в структуре обуславливают различия их свойств и оказываемого терапевтического эффекта и определяют их назначение. Так, Полифепан — энтеросорбент растительного происхождения, основное действующее вещество которого представлено гидролизным лигнином, содержащим значительное количество функциональных групп, является высокоэффективным сорбентом токсинов со средней молекулярной массой, а также ионов металлов [23, 24]. Полисорб — неорганический неселективный полифункциональный энтеросорбент на основе высокодисперсного кремнезема, имеющий непористую структуру, является высокоэффективным сорбентом по отношению к высокомолекулярным токсинам белковой природы [23, 24]. Уголь активированный — пористый углеродный сорбент, полученный из углеродсодержащего материала (древесины, угля, скорлупы кокоса и др.) карбонизацией и активацией, имеющий в своей структуре все типы пор, характеризуется высокой адсорбционной способностью по отношению к токсикантам со средней и низкой молекулярной массой [24].

Результаты исследования показали, что меланины лужи подсолнечника характеризуются высоким значением сорбционной активности по метиленовому синему. Это свидетельствует о преобладании в их структуре мезо-пор и эффективности сорбционных процессов в отношении органических молекул. Показатель сорбционной активности меланинов более чем в 2 раза превышает данный показатель для Полифепана и Полисорба. Это связано с особенностями структуры данных препаратов: макропористой у Полифепана и непористой у Полисорба. В сравнении с активированным углем сорбционная активность меланинов по метиленовому синему несколько ниже, что связано с высокой удельной поверхностью активированного угля. Выявлено, что отличия в показателях сорбционной активности по метиленовому синему изученных меланинов

Таблица 1

Элементный состав меланинов, выделенных из лужи подсолнечника

Элемент	Содержание, масс. %				
	С	Н	Н	О	S
Найдено	44,21 ± 1,05	5,98 ± 0,35	2,12 ± 0,05	...	0,28 ± 0,04
Вычислено	49,11 ± 1,08	4,79 ± 0,30	2,31 ± 0,05	43,48	0,31 ± 0,05

и промышленно выпускаемых препаратов статистически значимы.

Сорбционная активность меланинов лужи подсолнечника по метиловому оранжевому имеет также высокое значение, которое превышает показатель сорбционной активности по метиленовому синему. Это свидетельствует о большем сродстве меланинов к отрицательно заряженным органическим молекулам. Выявлено, что сорбционная активность изученных меланинов по метиловому оранжевому на порядок выше соответствующих значений для Полифепана и Полисорба и более чем в 2 раза — для угля активированного. Установлено, что отличия в показателях сорбционной активности по метиловому оранжевому изученных меланинов и промышленно выпускаемых препаратов также статистически значимы.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Меланины по своей природе являются редокситами [15], то есть содержат группы, способные к переносу электронов. При переносе каждого электрона либо образуется (или исчезает) положительный заряд, либо исчезает (или образуется) положительно заряженный ион. Подтверждением этого является уникальное свойство меланинов — устойчивое свободно-радикальное состояние. В зависимости от условий мономеры меланиновых пигментов способны находиться в виде феноксильных или семихинонных радикалов. Эти природные полимеры действуют не только в восстановленной гидрохиноновой форме фенолов, но и как система полифенол — хинон, в которой в качестве обязательного промежуточного продукта присутствует радикал-семихинон [13, 25]. Кроме того, высокая сорбционная активность меланинов по метиловому оранжевому может быть обусловлена способностью к комплексообразованию и хемосорбции за счет содержания в структуре карбоксильных, карбонильных, гидроксильных и других функциональных групп.

В отношении сорбции биологических маркеров выявлено, что сорбционная активность меланинов по желатину имеет высокое значение и характеризует их вы-

сокое сродство к высокомолекулярным соединениям. При этом значение сорбционной активности меланинов значительно превосходит соответствующие показатели для Полифепана и угля активированного, но ниже по сравнению с Полисорбом. Это обусловлено следующими факторами. Желатин является амфотерным полиэлектролитом. Его изоэлектрическая точка наблюдается при pH 4,8 – 5,0 [26], то есть в условиях эксперимента он был заряжен отрицательно. Так как гидролизный лигнин (Полифепан) в структуре содержит карбоксильные, фенольные группы, его поверхность несет отрицательный заряд. Одноименные заряды поверхностей препятствует их взаимодействию, что снижает доступность белка к макропорам сорбента. Поверхность угля активированного для белков также является недоступной, так как их молекулы слишком велики для проникновения в микро- и мезо-поры. Что касается меланинов, то их сорбционная активность в отношении белков определяется электростатической составляющей и, предположительно, комплексообразующей способностью [6, 7]. Кроме того, сорбция белков на неполярных поверхностях может быть обусловлена гидрофобными взаимодействиями с неполярными остатками таких аминокислот, как валин, аланин, фенилаланин и др. [26]. Особенностью Полисорба является наличие на поверхности силанольных групп [27], что предопределяет его высокую гидрофильность и белок-связывающую способность, в том числе и по отношению к желатину.

Высокая сорбционная активность меланинов по отношению к желатину позволяет предположить их высокую эффективность при сорбции вирусов и бактерий, имеющих избыточный анионный заряд. Установлено, что отличия в показателях сорбционной активности по желатину изученных меланинов и промышленно выпускаемых препаратов статистически значимы.

Результаты исследования сорбционной активности меланинов в отношении йода свидетельствуют о том, что данный показатель по йоду находится в пределах значений, соответствующих для Полифепана, и более

Таблица 2

**Сорбционная активность меланинов лужи подсолнечника и промышленно выпускаемых энтеросорбентов по веществам-маркерам**

Сорбент	Сорбционная активность по			
	метиленовому синему, мг/г	метиловому оранжевому, мг/г	желатину, мг/г	йоду, масс. %
Меланины лужи подсолнечника	190,9 ± 4,2	302,1 ± 1,8	114,7 ± 2,8	38,4 ± 2,4
Полифепан [21]	72,4 ± 1,7	9,3 ± 1,5	52,5 ± 8,5	...
Полифепан, АО “Сайнтек”, Р № 001047/03 – 2002 [18]	57,1 ± 1,5	...	...	43,2 ± 1,7
Полифепан, Иркутск Р.80. 1211.3 [18]	48,9 ± 1,9	...	...	17,9 ± 1,3
Полисорб [21]	82,1 ± 8,9	17,9 ± 2,2	305,8 ± 2,6	...
Полисорб, с. 010598 (Челябинск) [19]	42,4 ± 4,1	...	203,8 ± 9,6	...
Уголь активированный [21]	374,4 ± 0,8	137,2 ± 4,3	41,1 ± 4,1	...
Уголь активированный марки ОУ-А, Пермь [19]	255,2 ± 9,8	...	46,7 ± 1,2	...
Уголь активированный АУ МеКС (Нипиэм) [22]	...	...	...	60

чем в 1,5 раза ниже по сравнению с углем активированным. Это свидетельствует о низкой эффективности меланинов в отношении низкомолекулярных сорбентов. Выявлено, что отличия в показателях сорбционной активности по йоду изученных меланинов и угля активированного статистически значимы.

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что исследуемые меланины лузги подсолнечника характеризуются высокой сорбционной способностью по отношению к маркерам, имитирующим среднемолекулярные токсиканты и высокомолекулярные патологические агенты белковой природы. При этом, в отличие от образцов сравнения, значения сорбционной активности меланинов по всем данным маркерам высоки. Выявлена зависимость сорбционной активности исследуемых образцов от заряда сорбируемых веществ. Меланины имеют низкую сорбционную способность по отношению к йоду. Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности применения меланинов в качестве основы для разработки энтеросорбентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Николаев, С. В. Михаловский, Н. М. Гурина, *Эффективная тер.*, **11**(4), 3 – 17 (2005).
2. С. А. Кузнецова, М. Л. Щипко, Б. Н. Кузнецов и др., *Химия растит. сырья*, № 2, 25 – 29 (2004).
3. Е. В. Веприкова, М. Л. Щипко, С. А. Кузнецова и др., *Химия растит. сырья*, № 1, 65 – 70 (2005).
4. Е. С. Кох, А. С. Гаврилов, А. А. Тумашов и др., *Научные ведомости БелГУ. Сер.: Медицина. Фармация*, 201(4), 160 – 166 (2015).
5. М. Г. Исмаилов, Х. М. Махамов, П. Л. Исмаилов, *Хим.-фарм. журн.*, **34**(12), 38 – 40 (2000).
6. О. Ю. Кузнецова, *Вестник Казан. технол. ун-та*, **23**(16), 136 – 138 (2013).
7. Н. В. Сушинская, Т. А. Кукулянская, Н. В. Гавриленко и др., *Успехи мед. микологии*, **3**(3), 192 – 195 (2004).
8. Н. В. Иконникова, И. А. Гончарова, Н. М. Ровбель, *Успехи мед. микологии*, **5**, 187 – 190 (2005).
9. Д. А. Новиков, *Труды БГУ. Сер.: физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем*, **1**, 105 – 114 (2006).
10. Е. А. Прутенская, А. С. Васильев, Е. Ю. Лебедева и др., *Международ. науч. ж. "Символ науки"*, **11**(3), 11 – 13 (2016).
11. В. А. Барабой, *Успехи совр. биол.*, **12**, 1 – 12 (2001).
12. Н. В. Грачева, В. Ф. Желтобрюхов, В. Ф. Каблов, *Матер. II Всерос. науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием*, Петрозаводск (2016), сс. 19 – 22.
13. Г. Бриттон, *Биохимия природных пигментов*, пер. с англ., Мир, Москва (1986), сс. 92 – 99, 259 – 279.
14. Н. В. Грачева, *Вестник Казан. технол. ун-та*, **19**(15), 154 – 157 (2016).
15. С. П. Лях, *Микробный меланиногенез и его функции*, Наука, Москва (1981), сс. 22 – 270.
16. Л. А. Казицина, Н. Б. Куплетская, *Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии*, Высшая школа, Москва (1971), сс. 23 – 60, 235 – 257.
17. В. С. Чучалин, Н. В. Келус, *Разработка и регистрация лек. средств*, **12**(12), 86 – 91 (2015).
18. Е. В. Веприкова, С. А. Кузнецова, Г. П. Скворцова и др., *SibFU J. Chem.*, **1**(3), 286 – 292 (2008).
19. В. И. Решетников, *Хим.-фарм. журн.*, **37**(5), 28 – 32 (2003).
20. Д. Н. Оленников, *Автореф. дис. докт. фарм. наук*, Улан-Удэ (2012).
21. Н. В. Келус, В. В. Шейкин, А. Е. Гундарева и др., *Бюл. сиб. мед.*, № 1, 121 – 125 (2011).
22. В. М. Мухин, П. В. Учанов, Н. И. Сотникова, *Сорб. и хроматограф. процессы*, **13**(1), 83 – 90 (2013).
23. Е. П. Герникова, А. И. Лутцева, Т. Н. Боковикова и др., *Ведомости НЦЭСМП*, № 4, 48 – 50 (2013).
24. В. Н. Панфилова, Т. Е. Таранушенко, *Педиатр. фармакол.*, **9**(6), 34 – 39 (2012).
25. В. А. Соловьев, А. М. Кутневич, *Высшие грибы и их физиологически активные соединения*, Наука. Ленингр. отд-ние, Ленинград (1973), сс. 35 – 39.
26. Д. А. Маркелов, О. В. Ницак, И. И. Геращенко, *Хим.-фарм. журн.*, **42**(7), 30 – 33 (2008).
27. А. А. Чуйко (ред.), *Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния*, Наукова Думка, Киев (2003), сс. 12 – 18, 131 – 144.

Поступила 17.10.17

## SORPTION PROPERTIES OF SUNFLOWER HUSK MELANIN

N. V. Gracheva\* and V. F. Zheltobryukhov

Volgograd State Technical University, Volgograd, 400005 Russia

\* e-mail: gracheva.tasha@yandex.ru

The sorption properties of melanins from sunflower husks have been studied with respect to marker substances according to pharmacopoeial article OFS.1.2.3.0021.15, including methylene blue, methyl orange, gelatin, iodine. It is established that, for the melanin samples studied, the sorption activity is  $(190.9 \pm 4.2)$  mg/for methylene blue,  $(302.1 \pm 1.8)$  mg/g for methyl orange,  $(114.7 \pm 2.8)$  mg/g for gelatin, and  $(38.4 \pm 2.4)\%$  for iodine. The sorption capacity of the samples with respect to medium-molecular-mass toxicants exceeds the corresponding figures for sorbents Polifepan and Polysorb and is comparable to the values for activated charcoal. The melanins studied revealed higher affinity to substances of the anionic type. For protein binding activity, the melanins are second only to Polysorb and far superior to Polifepan and activated charcoal. The values of sorption activity with respect to iodine are in the range of values corresponding to Polifepan and more than 1,5 times lower than those for activated charcoal. The results obtained determine the possibility of development of new melanin-based enterosorbents.

**Keywords:** melanins; sunflower husks; sorption properties.