

На правах рукописи

КОРОСТЕЛЁВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

ПОЛИСАХАРИДЫ РАСТЕНИЙ AMARANTHUS CRUENTUS И GALEGA
ORIENTALIS И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

02.00.03 – органическая химия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Москва – 2005

Работа выполнена в институте медицины и экологии Ульяновского государственного университета

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: доктор химических наук,
профессор
ОФИЦЕРОВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: доктор химических наук,
профессор
КОРОТЕЕВ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ

доктор химических наук,
профессор
КОЗЛОВ ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: Институт органической и физической химии им. Арбузова Казанский научный центр РАН.

Защита состоится «20» февраля 2006 Г. в 15.30 часов на заседании Диссертационного Совета К 212.154.04 при Московском педагогическом государственном университете по адресу: 119021, Москва, Несвижский пер., д.3

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Московского педагогического государственного университета по адресу: 119992, Москва, ул. Малая Пироговская, д.1

Автореферат разослан «28» декабря 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



ПУГАШОВА Н. М.

2006 А
790

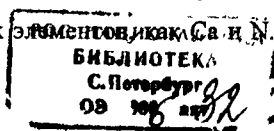
В настоящее время используется менее одного процента растительного потенциала нашей планеты. В то же время неблагоприятная экологическая обстановка, критическая ситуация с полноценным белковым питанием и необходимость разработки новых фармпрепаратов декларируют поиск новых источников растительного сырья нетрадиционного типа, а именно культур многоцелевого назначения. Следовательно, необходимо выбирать те культуры, продукты переработки которых возможно использовать в различных отраслях промышленности, медицине, животноводстве и т.д.

К таким нетрадиционным культурам относят и амарант и козлятник, которые, несмотря на различное происхождение, по нашему мнению, относятся к наиболее перспективным культурам. Но существует множество причин тормозящих широкую промышленную переработку этих культур.

- Во-первых, это недостаточная изученность химического состава галеги.
- Во-вторых, это отсутствие завершенной и утвержденной нормативно-технологической документации на чистые продукты, такие как рутин, пектин, галегин и т.д.
- В-третьих, недостаточная проработанность, а порой и отсутствие схем комплексного использования растительного сырья.

Цель работы. Поиск и разработка путей практического использования растительной массы галеги и амаранта на основе сравнительного исследования их химического состава.

Научная новизна. Впервые получены данные о количестве моно- и полисахаридов в надземной части *Galega orientalis*, подобраны оптимальные условия для наиболее полного извлечения пектиновых веществ. Определено их содержание в различных вегетативных частях растения, а так же найдены оптимальные условия извлечения для листовой и стеблевой массы. Впервые проведен спектральный анализ полученного пектина. Получены данные о содержании в зеленой массе галеги таких элементов, как Са и N. Оценено



содержании в зеленой массе галеги таких элементов, как Са и N. Оценено количество целлюлозы, гемицеллюлозы, крахмала, жира и жирорастворимых веществ.

На основе полученных данных разработана схема комплексного использования зеленой массы галеги и амаранта. Полученный растительный жом протестирован по следующим показателям: буферная емкость, содержание целлюлозы, содержание водорастворимых сахаров, содержание крахмала и гемицеллюлозы, содержание пектина. Исследована также его сорбционная способность по отношению к тяжелым металлам, таким как Pb, Co, Ni, Sr и Cu.

Впервые дана сравнительная оценка жома галеги и амаранта и перспективность использования жома амаранта по сравнению с жомом козлятника в качестве антоцида и энтеросорбента, а так же источника пищевых волокон и пектина.

Практическая ценность.

- определен химический состав *Galega orientalis* по основным показателям;
- разработан способ получения пектиновых веществ из различных вегетативных частей галеги;
- разработана и опробована схема комплексной переработки зеленой массы галеги и амаранта;
- получен растительный жом, обладающий высокими антацидными и сорбционными свойствами, а так же являющийся источником пищевых волокон и пектина, на основе которого может быть создано новое поколение БАД.

Апробация работы Результаты работы докладывались на II Всероссийской научной конференции «Химия и технология растительных веществ» (Казань, 2002), VI международном съезде «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения» (Спб., 2002), Всероссийском семинаре «Новые достижения в химии и технологии»

растительного сырья» (Барнаул, 2002), VII международном съезде "Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения" (Пушкин, 2003), III Всероссийской научной конференции "Химия и технология растительных веществ" (Саратов, 2004).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано семь статей и тезисы трех докладов на международных и всероссийских конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 162 страницах, содержит 35 рисунков, 21 таблицу и состоит из введения, трех глав, выводов, списка цитируемой литературы, который включает 212 наименования, а так же Приложения. Первая глава представляет собой литературный обзор с обобщением данных по химическому составу *Galega orientalis* и кратко *Amaranthus cruentus*, использованию галеги в народной медицине и сельском хозяйстве. Вторая глава посвящена изложению и обсуждению результатов собственных исследований. В третьей главе приведены экспериментальные данные.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Недостаточная изученность галеги восточной по основным химическим показателям затрудняет разработку комплексного использования этого растительного сырья. В связи с этим, первым этапом нашего исследования стало определение основных компонентов надземной части *Galega orientalis*, которые приведены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, для галеги характерно высокое содержание белка, что выгодно отличает ее от других широко культивируемых бобовых культур. Следует отметить и высокое качество белка *Galega orientalis*, а именно, по содержанию наиболее важных аминокислот, таких как лизин, метионин и триптофан она превосходит другие бобовые растения. Помимо белкового азота *Galega orientalis* содержит значительное количество небелкового N.

Таблица 1. Основные компоненты надземной части *Galega orientalis*.

Компонент	Содержание, %	
Вода:		
- стебли,	72 ± 4	
- листья	80 ± 4	
Зольность	6,6 ± 0,8	
Сырой жир	11,0 ± 0,9	
в т.ч. смолы ¹	10,0	
каучук ¹	11,0	
Белок, листья	28,4 ± 3,2	
Азот небелковый	8,95	
Свободные сахара	11,0 ± 1,6	
Целлюлоза	13,0	
Гемичеселлюлоза	37,0	
Кальций	0,65 ± 0,5	

C(C1C(C(C(C(O1)O)O)O)O)O

глюкоза - 5,9 мг/г

C(C1C(C(C(C(O1)O)O)O)O)O

галактоза - 0,01 мг/г

C(C(C(C(C(O)CO)O)O)O)O

фруктоза - 0,4 мг/г

¹ - от сырого жира.

Данные о содержании пектиновых веществ в галеге отсутствовали. Существует множество способов извлечения пектинов, но все они требуют адаптации к определенному растительному материалу. Поэтому, подбирая оптимальные условия для извлечения пектина из надземной части галеги восточной, учитывали, что, например, амарант содержит большие количества Са, который затрудняет выделение пектина. Оказалось, что для галеги он составил 0,6-0,7%. В основу получения пектиновых веществ из травы галеги нами положена используемая Ю.С. и Р.Г. Оводовыми с сотрудниками схема (рис. 1). Оказалось, что в зависимости от выбора температурных условий, подбора и концентрации экстрагента выход пектина может составлять от 0,18 до 5,60%.

В качестве экстрагентов использовались щавелевая кислота и ее соли, 0.13н HCl, оксизилидидифосфоновая кислота (ОЭДФ), вода, электрохимически активированная вода (ЭАВ).

Установлено, что при получении пектина наибольшее его количество переходит в водный раствор при 100°C, тогда как при 45°C выход незначителен.

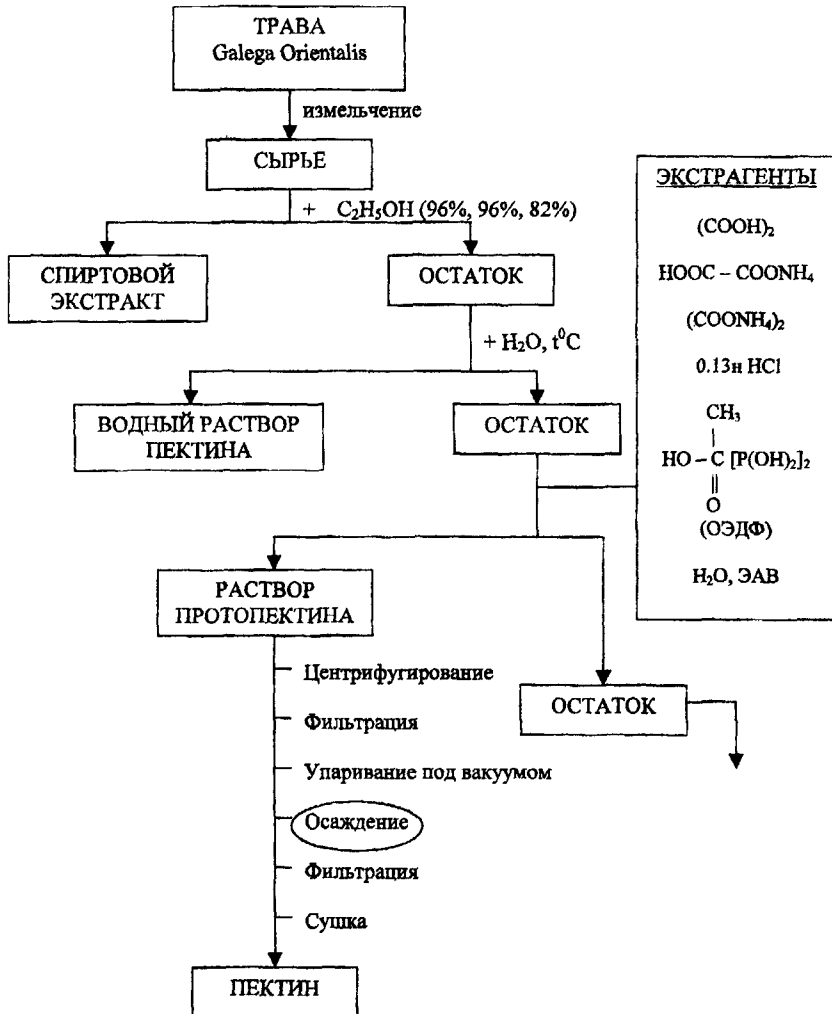
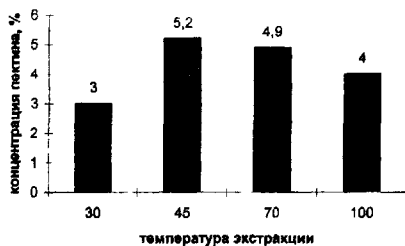


Рис. 1. Схемы выделения пектина

Следует отметить различия в содержании водорастворимого пектина в стеблях и листьях растений. Так, при 45°C из стеблей козлятника, собранного в фазу цветения-плодоношения, выделяется 1,5% пектиновых веществ, в то время как листья при той же температуре дают 0,4%. При 100°C из листьев выделяется 0,8%, а из стеблей 2,6%. Следовательно, количество водорастворимых пектиновых веществ в стеблях значительно выше, чем в листьях.

Рис.2. Зависимость выхода пектина от температуры экстракции



Согласно схеме, после извлечения водорастворимого пектина осуществляется гидролиз оставшегося растительного сырья. Температура, при которой проводился данный процесс, выбиралась исходя из литературных данных.

Наиболее часто встречающиеся показатели - это 45 и 70°C .

Оказалось, что оптимальная температура экстракции протопектина из травы галеги составляет 45°C (рис.2).

При исследовании зависимости выхода не растворимого в воде пектина от времени экстракции установлено, что наибольшее количество пектина выделялось после двухчасовой обработки, как стеблей, так и листьев, тогда как изменение времени выдержки приводило к снижению выхода пектина для всех экстрагентов (рис.3).

Концентрация экстрагента, исходя из литературных данных, должна была составлять 1%.

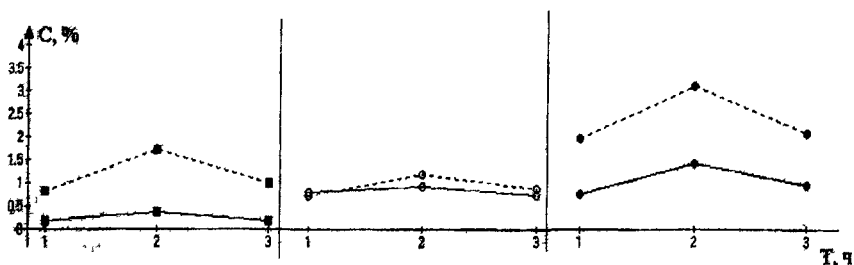


Рис. 3. Зависимость выхода пектина от времени экстракции:

■-----■ листья, □-----□ стебли, щавелевокислый аммоний; ○-----○ листья, ◊-----◊ стебли, щавелевая кислота; ●-----● листья, ◐-----◐ стебли, ОЭДФ.

Проверка экстрагирующей способности растворов щавелевокислого аммония моно- и дизамещенного, а так же щавелевой кислоты с концентрациями 0.25, 0.5, 1.0 и 2.0% подтвердила, что максимальный выход пектина наблюдался при использовании 1% растворов для всех экстрагентов, и что дальнейшее увеличение концентрации растворов кислот и щавелевокислого аммония может привести даже к снижению выхода пектина (рис. 4).

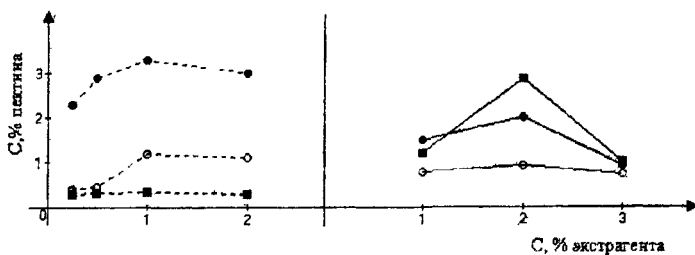
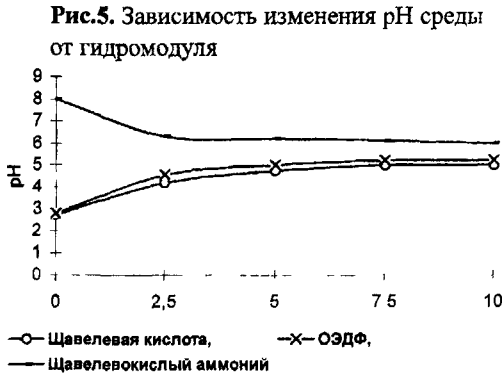


Рис. 4. Зависимость выхода пектина от концентрации экстрагента

■-----■ листья, □-----□ стебли, щавелевокислый аммоний; ○-----○ листья, ◊-----◊ стебли, щавелевая кислота; ●-----● листья, ◐-----◐ стебли, ОЭДФ.

Но эта зависимость для стеблей и листьев не одинакова. Так максимальное количество пектина из стеблей козлятника извлекается при использовании 2% растворов любых экстрагентов, тогда как для листовой части пик приходится на 1% (рис. 4). В целом можно отметить, что наибольшее количество протопектина содержится в стеблях галеги.

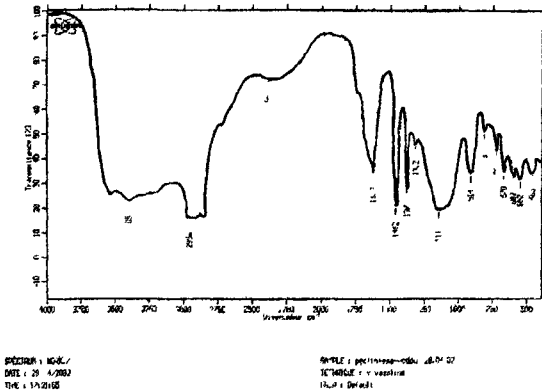


Для установления оптимального соотношения экстракция проводилась 1% растворами ОЭДФ и щавелевой кислот и щавелево-кислым аммонием в течение 60 минут. Траву брали в количестве 0,5, 1, 2, 3 и 4 г на 40 мл экстрагента. Следовательно, соотношение трава/экстрагент

(гидромодуль) будет выражаться следующими показателями: 1,25; 2,5; 5; 5,7; 10.

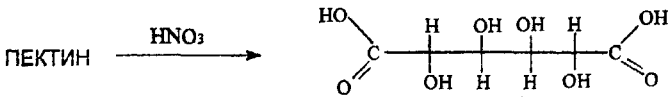
Как видно из рис. 5, pH среды меняется с изменением соотношения массы травы и кислоты. При увеличении гидромодуля от 0 до 2,5 pH растворов с использованием ОЭДФ и щавелевой кислот резко увеличивается с 2,8 и 2,7 до 4,87 и 4,2 соответственно, в то время как pH среды с использованием щавелевокислого аммония снижается с 8,00 до 6,32. При дальнейшем увеличении гидромодуля с 2,5 до 10 значение pH меняется незначительно. Это позволяет предположить, что использование соотношения травы и экстрагента 2,5 дает наиболее оптимальный результат и дальнейшее увеличение массы травы нецелесообразно.

Рис. 6. ИК-спектр пектина козлятника, полученного с помощью ЭХА-воды



пектинов с экстрагирующими кислотами в отличие от ЭХА-воды. В этом случае не наблюдается процесс комплексообразования. Что подтверждается ИК-спектроскопическим анализом полученных образцов пектина (рис. 6).

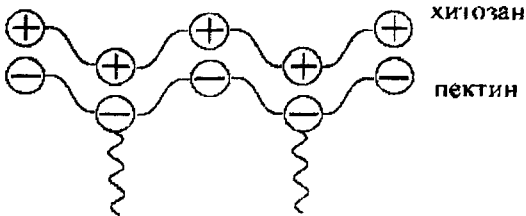
При использовании азотной кислоты идет гидролиз пектина и окисление образующейся галактуроновой кислоты до галактаровой (слизевой):



Как уже было сказано выше, пектин возможно осаждать спиртом (этиловым и метиловым), ацетоном, молочной сывороткой и т.д. Но нами был предложен способ осаждения пектина из раствора хитозаном, с целью непосредственного получения новых материалов на основе этих полисахаридов, которые могут найти применение в качестве сорбентов и носителей лекарственных веществ. Учитывая,

Следует отметить, что при использовании в качестве экстрагента электро-химически активированной воды получается наиболее чистый пектин. Поскольку при использовании других экстрагентов при осаждении спиртом в осадок выпадают комплексы

что пектин и хитозан являются полиэлектролитами, схему взаимодействия с образованием комплекса можно представить следующим образом:



Таким образом, полученные нами данные позволяют установить оптимальные условия для извлечения из травы козлятника максимального количества пектина. Но при этом галега все же оказывается не конкурентно-способной по сравнению с амарантом, т.к. максимальное количество извлекаемого из козлятника пектина едва достигает 5%, в то время, как из травы амаранта можно получить до 20% этого продукта. Однако эта культура не уступает амаранту ни по выходу с гектара, ни по ценности белка, кроме того, галега содержит алкалоид галегин, который является основным действующим веществом.

Анализируя полученные и литературные данные, мы пришли к выводу, что данные растения необходимо подвергать комплексной переработке.

На сегодняшний день в литературе существует множество материалов относительно комплексной переработки амаранта. Что касается галеги, таких схем на сегодняшний день нет. Оптимальным в настоящее время вариантом комплексной переработки зеленой массы галеги и амаранта является следующая схема – рис. 7.

«Зеленый сок» направляется на получение сухого протеинового зеленого концентрата (ПЗК), который состоит, в основном, из белка и хлорофилла. Использование ПЗК уже отработано и запущено в производство «Поле» (г. Днепропетровск, Украина).



Рис. 7. Схема комплексной обработки растительного сырья *Galega orientalis* и *Amaranthus cruentus*

Что же касается жома, то он не используется и является отходом. В случае амаранта, он силосуются и скармливаются скоту. Поэтому на следующем этапе нами изучен остаток от переработки зеленой массы.

Обнаруженная высокая буферная емкость жома амаранта может послужить основой создания антацидного средства при повышенной кислотности желудочного сока, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки и других заболеваниях, сопровождающихся ацидозом.

Сухой растительный жом состоит в основном из углеводов. Значительное количество целлюлозы (31,23%) позволяет рекомендовать его к использованию в качестве БАД.

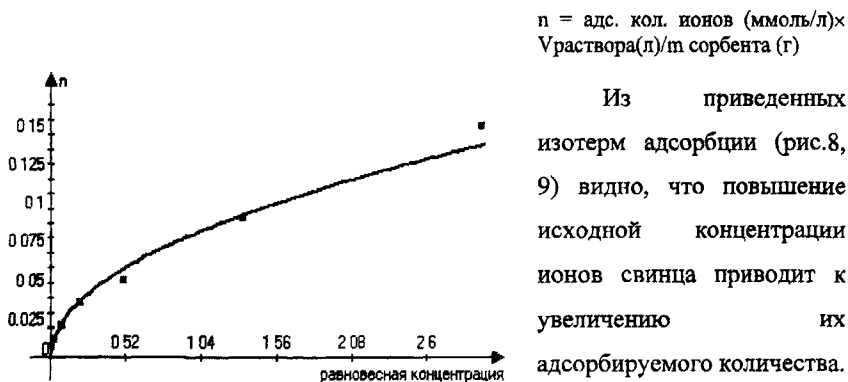
Как следует из табл. 2., жом должен обладать хорошими сорбционными свойствами. Что и было подтверждено экспериментальными данными. Так при сорбции в течение 0.5 ч исходная концентрация Pb^{2+} (23.34мг/100мл) снижалась на 25%, в то время как сорбция в течение 1ч снижала исходную концентрацию до 11.67мг/50мл, т.е. на 50%. Дальнейшее увеличение времени выдержки не приводило к увеличению сорбции. Таким образом, полное насыщение происходило в течение одного часа. Аналогичные результаты были получены и для растворов солей кобальта, никеля, стронция и меди.

Таблица 2. Основные компоненты жома амаранта

Компоненты	Содержание, %
Целлюлоза	31.23 ± 2
Пектиновые вещества:	
- водорастворимые	7.0 ± 0.5
- не растворимые	8.25 ± 0.3
Гемицеллюлоза + крахмал	1.2 ± 0.07
Белок остаточный	8.0 ÷ 10.0

Для установления полноты извлечения ионов металла из раствора был проведен анализ зависимости сорбционной способности от концентрации исходного раствора (от 2,92 мг металла в 100 мл раствора его соли до 1493,44 мг/100мл). Жом амаранта обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к тяжелым металлам при любых концентрациях. Так при использовании растворов ацетата свинца с концентрацией 93,34 мг Pb^{2+} /100мл адсорбция составляла 33,96%, а при использовании концентрации 2,92мг/100мл этот показатель достигал 86%, что несколько выше сорбционной способности активированных углей (10-70%) и других растительных сорбентов (13,8-25,4мг/г).

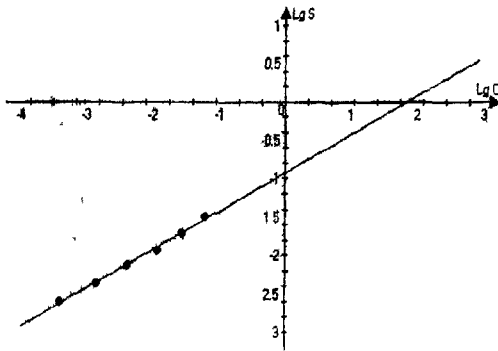
Рис. 8. Изотерма адсорбции ионов свинца жомом амаранта.



Однако на разных участках адсорбционной изотермы это влияние оказывается неодинаковым. В областях низких концентраций наблюдается более эффективная сорбция, но с повышением концентрации процент адсорбируемых ионов снижается.

Зависимость сорбционной способности жома (n , ммоль/г) по отношению к равновесной концентрации (C , ммоль/л) ионов свинца в растворе может быть выражена уравнением степенной регрессии $n(C) = 0.0796638 \cdot C^{0.497}$, стандартное отклонение 0,0066, $R^2=0,99$.

Рис. 9. Зависимость количества поглощенных ионов свинца от их равновесной концентрации в растворе.



Для аналитического выражения адсорбционной изотермы нами применено уравнение Фрейндлиха: $S = KC^{1/n}$, где S – количество адсорбированного иона металла (г/г); C – равновесная концентрация (ммоль/л); K и n –

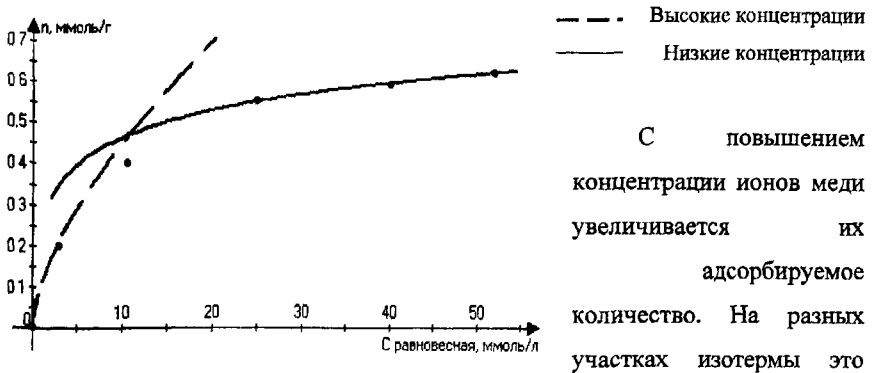
эмпирические параметры, постоянные для данного сорбента и раствора при данной температуре. В логарифмической форме уравнение Фрейндлиха имеет вид: $\lg S = \lg K + 1/n \lg C$. Анализируя рис. 9, получим следующие уравнения: $S = 0,85C^{1/1,7}$; $\lg S = \lg 0,85 + 1/1,7 \lg C$.

Аналогичные зависимости были получены для сорбционной способности жома по отношению к другим тяжелым металлам: $Ni - n(C) = 0,055 \cdot C^{0,43}$, $\lg S = \lg 1,4 + 0,25 \lg C$; $Sr - n(C) = 0,10 \cdot C^{0,385}$, $\lg S = \lg 1,18 + 0,4 \lg C$; $Cu - n(C) = 0,089 \cdot C^{0,59}$.

Однако уравнение Фрейндлиха для описания адсорбции ионов меди из водного раствора оказалось не применимым.

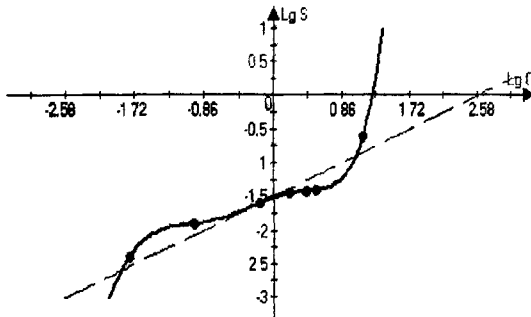
Как и для других металлов, эффективность сорбции для меди возрастает с уменьшением концентрации соли в растворе. Однако, эта разница в сорбционной способности жома по отношению к меди довольно значительна. Для областей низких концентраций изотерма адсорбции описывается уравнением степенной регрессии: $n(C) = 0,102 \cdot C^{0,64}$, стандартное отклонение - 0,0352, $R^2 = 0,99$. Для высоких концентраций эта зависимость выражается следующим уравнением: $n(C) = 0,094C \cdot \ln(C) + 0,246$, стандартное отклонение - 0,0027, $R^2 = 0,99$. Это же прослеживается и на рис. 10, 11.

Рис. 10. Изотерма адсорбции ионов меди (II) жомом амаранта.



С повышением концентрации ионов меди увеличивается их адсорбируемое количество. На разных участках изотермы это влияние оказывается неодинаковым. В областях низких концентраций адсорбируемое количество ионов меди прямо пропорционально их концентрации, а в областях высоких концентраций наблюдается резкий рост адсорбции. В отличие от никеля, стронция и свинца зависимость (рис. 11) \lg количества поглощенных ионов меди от \lg их равновесной концентрации в растворе имеет значительные отклонения от линейной функции. Следовательно, уравнение Фрейндлиха для описания адсорбции ионов меди в исследуемых концентрациях из водных растворов не применимо.

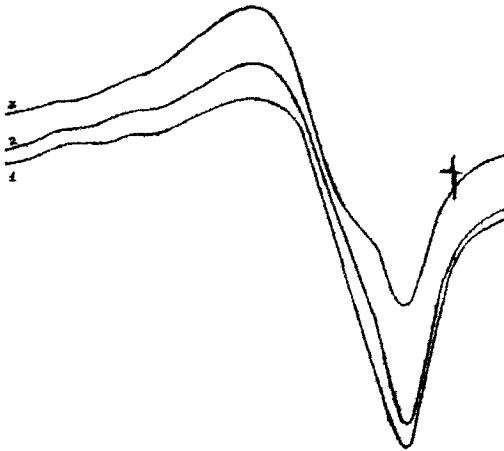
Рис. 11. Зависимость количества поглощенных ионов меди от их равновесной концентрации в растворе



В данном случае реализуется несколько механизмов сорбции, что подтверждается и дополнительными данными.

Так часть адсорбированной меди отмывается из использованного жома, а часть остается связанной пектинами жома в комплекс. Этот вывод подтверждает спектроскопия ЭПР. Спектр ЭПР жома с адсорбированной медью дает два сигнала: один от меди, связанной в комплекс, другой от физически адсорбированной меди, вероятно пищевыми волокнами.

Рис. 12. Спектры ЭПР. 1- комплексы цитрусового пектина с Cu^{2+} (твердые); 2 – отмывые комплексы Cu^{2+} с пектинами жома; 3 – комплексы Cu^{2+} (избыток) с пектинами жома амаранта.



Как видно из рис. 12, для комплекса жома и комплекса пектина наблюдается одинаковый профиль сигналов в спектре ЭПР, что указывает на одинаковую электронную симметрию атомов меди в этих комплексах. Можно сделать вывод, об идентичности электронного строения комплексов Cu^{2+} , образованных одинаковыми

лигандами. На это указывает так же совпадение g -факторов этих комплексов, равных соответственно:

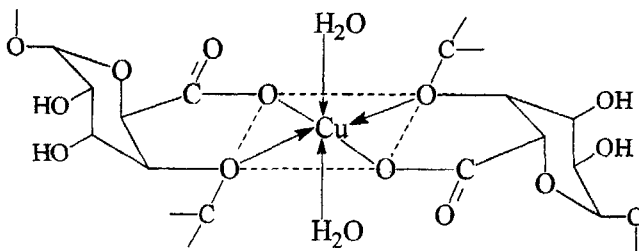
$$g_{\parallel} = 2.35, g_{\perp} = 2.060, \langle g \rangle = 2.158, A_{\parallel} = 127\text{э (комплекс жома);}$$

$g_{\parallel} = 2.35, g_{\perp} = 2.050, \langle g \rangle = 2.150, A_{\parallel} = 127\text{э (водорастворимый комплекс цитрусового пектина с медью).}$

Величины g -факторов этих комплексов практически совпадают и близки по своим значениям к g -факторам известных координационных

комплексов меди с органическими кислотами, в частности, к цитратному комплексу меди.

На основании данных спектров ЭПР образующимся комплексам можно приписать следующее строение:



Как уже отмечалось, при больших концентрациях ионов меди происходит частично ее физическая адсорбция (рис.12, кривая 3). Физически адсорбированная медь легко отмывается и спектр ЭПР отмывтого образца совпадает со спектром металлокомплекса.

Проведенный анализ спектрального поведения комплексов меди на основе жома амаранта показывает, что они ведут себя подобно природным ионообменным смолам и могут быть использованы одновременно как очистители организма от тяжелых и радиоактивных металлов, так и как пролонгированные поставщики микроэлементов при профилактике микроэлементозов.

Как уже отмечалось, изотермы адсорбции ионов тяжелых металлов жомом амаранта относятся к классу Ленгмюра и описываются уравнением $s = s_m KC / (1 + KC)$, которое можно применить для определения величины предельной адсорбции (S_m) для данного сорбента. Для жома амаранта значения этого показателя по отношению к ионам свинца, никеля, стронция и кобальта были определены исходя из полученных данных и объединены в табл.3.

Таблица 3. Значение предельной адсорбции ионов тяжелых металлов 1 г жома амаранта.

металл	S_m , ммоль/г
свинец	0.217
никель	0.357
стронций	0.460
кобальт	0.059

Исследовано поведение жома в условиях пищеварительного тракта. Исходные растворы солей тяжелых металлов (рН 5,5) подкисляли до рН 2, что соответствует рН желудочного сока, и подщелачивали до рН 8, что соответствует щелочной среде кишечника. Затем проводили замачивание по вышеуказанной схеме. Изменение рН среды приводило к изменениям в показателях сорбции (рис. 13).

Так, при исходной концентрации ионов никеля в растворе в 93,34 мг/100 мл жомом амаранта при нейтральном рН сорбировалось 12,14 мг Ni^{2+} , т.е. 13,0%, тогда как повышение рН до 8 способствовало увеличению адсорбированного количества ионов до 31,39 мг, т.е. до 33,63%, что на 20,6% выше показателя сорбционной способности при нейтральном значении рН. Понижение рН среды вызывало понижение сорбционной способности жома в два раза. При той же исходной концентрации ионов никеля 93,34 мг/100 мл в кислой среде сорбировалось только 6,07 мг Ni^{2+} /г, т.е. 6,5%. При анализе сорбционной способности жома при других исходных концентрациях наблюдалась аналогичная зависимость. Повышение рН раствора до 8 вызывало увеличение сорбции на 29,28-30%, в то время, как понижение рН до 2 приводило к снижению показателя сорбции на 13 – 18 % (рис. 13).



Рис. 13. Зависимость сорбционной способности жом амаранта от pH среды.

Аналогичное исследование проводилось и для надземной части козлятника восточного. Проведенный анализ показал, что по сорбционным показателям жом *Galega orientalis* уступает жому амаранта.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного исследования химического состава растения *Galega orientalis* установлено, что оно содержит меньшее, по сравнению с амарантом, количество пектиновых веществ (до 5%). Наибольшее количество пектина извлекается из стеблей 2% щавелевокислым аммонием дизамещенным, из листьев - 1% раствором оксиэтилидендифосфоновой кислоты.

2. Найдено, что выделенные из козлятника восточного образцы пектинов содержат экстрагирующие кислоты, образующие с пектинами комплексы. Наиболее чистые пектины получают при использовании для

гидролиза протопектина и экстракции электрохимически активированной воды.

3. Установлено, что адсорбция жомом амаранта катионов металлов стронция, никеля, свинца, кобальта описывается уравнением Ленгмюра и имеет в исследуемом ряду концентраций один и тот же механизм, в основе которого лежит процесс комплексообразования катионов с пектиновыми веществами. В случае меди при высоких концентрациях протекают параллельно два процесса – комплексообразования и физической сорбции.

Ёмкость жома амаранта по отношению к тяжелым металлам составляет: свинец - 0.217, никель - 0.35, стронций - 0.46, кобальт - 0.059, медь - 0,377.

4. В целях рентабельного использования растительного сырья нетрадиционных растений – амаранта и галеги, предложена новая схема комплексной переработки, основанная на использовании жома. Последний является перспективным сырьем для создания пищевых биологически активных добавок, поскольку обладает высокой буферной емкостью (антацидностью), сорбционной способностью по отношению к тяжелым металлам и значительным количеством пищевых волокон.

5. Методом спектроскопии ЭПР подтверждено наличие двух механизмов сорбции меди жомом амаранта и предложено строение образующегося комплекса.

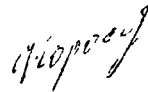
6. Из проведенного исследования следует, что галега уступает по выше перечисленным свойствам: амаранту, но может конкурировать по белку и алкалоидам (галегину) и экономике возделывания.

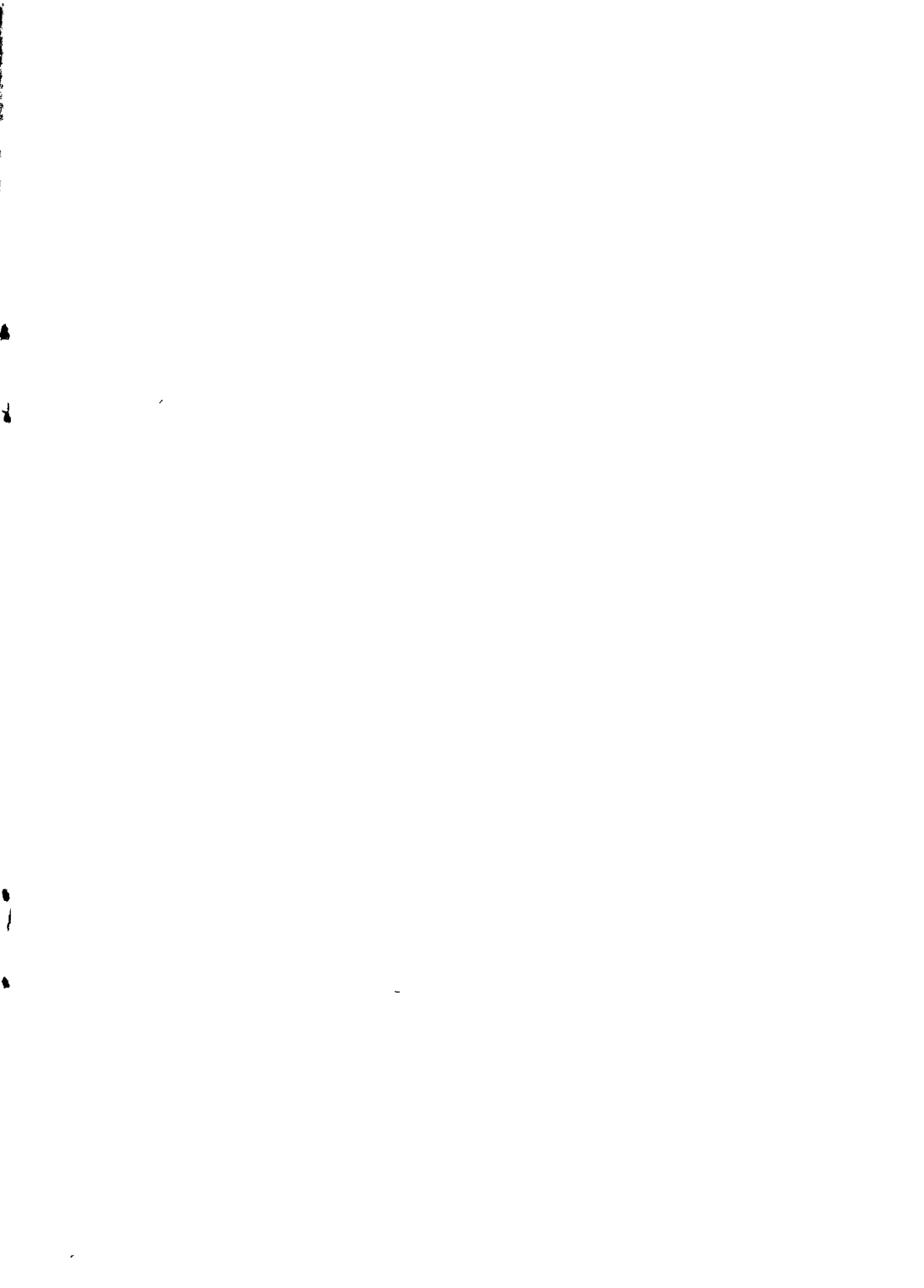
Основные результаты диссертации изложены в следующих публикациях:

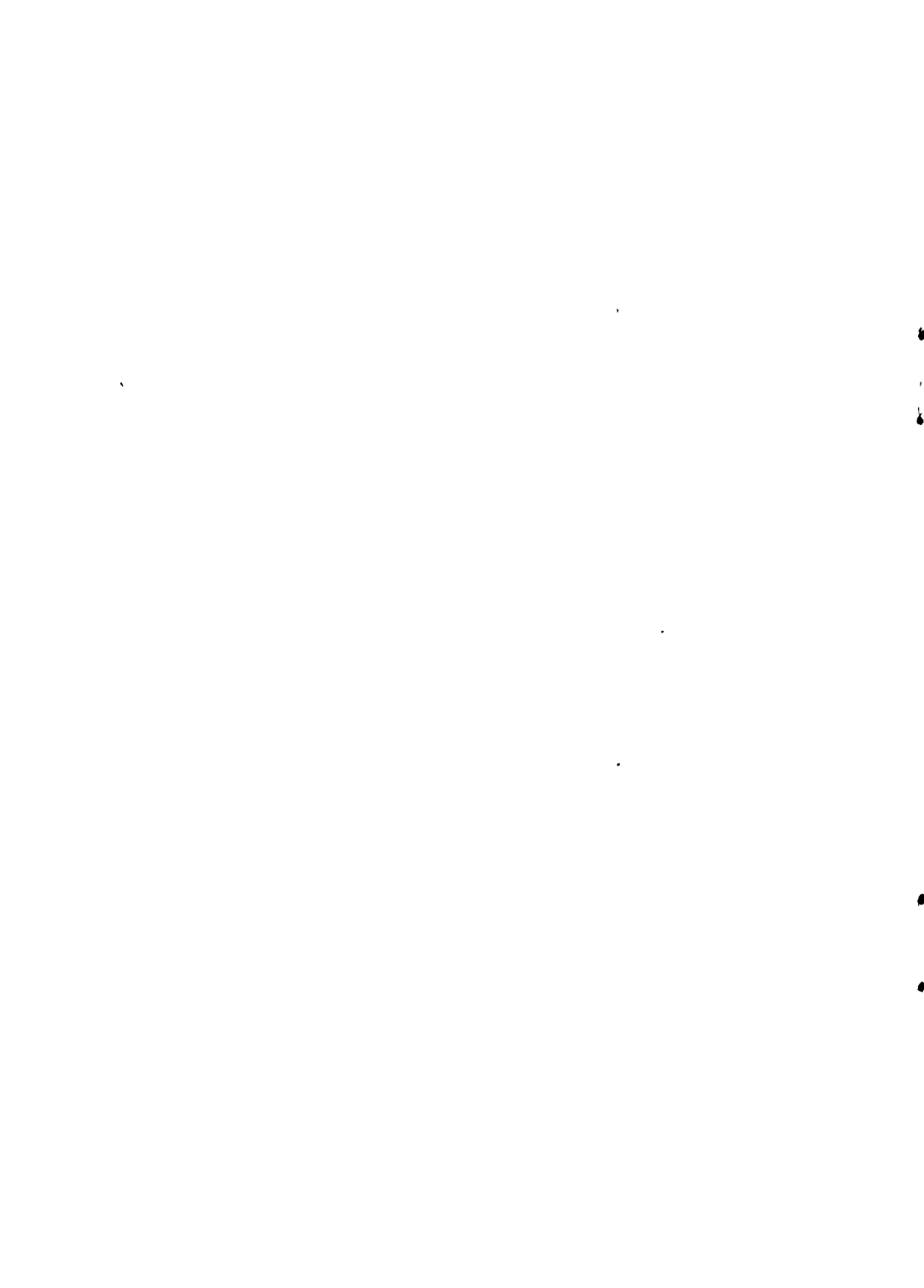
1. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Сравнительное содержание пектиновых веществ в листьях и стеблях *Galega orientalis*. // «Химия растительного сырья» - 2003. №2. С.33-38, 0.35 п.л. (авторский вклад 50%)
2. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *Galega orientalis*.//Ученые записки УлГУ, сер. биологическая. Вып. 1(6). – Ульяновск. - 2002. С.22-27, 0.35 п.л. (авторский вклад 50%)
3. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Комплексная переработка травы амаранта.//Ученые записки УлГУ, сер. биологическая. Вып.1(8). – Ульяновск. - 2004. С.54-59, 0.35 п.л. (авторский вклад 50%)
4. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н., Лисин С.А. Пектин-хитозановые комплексы и некоторые их свойства.// Материалы VII Международной конференции "Современные перспективы в исследовании пектина и хитозана" – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. С. 428-430, 0.18 п.л. (авторский вклад 50%)
5. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *Galega orientalis*.// Сборник научных трудов «Нетрадиционные природные ресурсы». Вып.6. – М.: РАЕН. - 2002. С. 139-147, 0.53 п.л. (авторский вклад 50%)
6. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *Galega orientalis*.// Сборник материалов VI Международного Съезда «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения» - Спб., 2002. С.61-64, 0.24 п.л. (авторский вклад 50%)
7. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *Galega orientalis*.//Сборник тезисов докладов конференции – Всероссийский семинар «Новые достижения в химии и технологии растительного сырья» - Барнаул, 2002. С. 197-198, 0.06 п.л. (авторский вклад 50%)

8. Коростелёва Ю.А., Офицеров Е.Н. Особенности схем комплексного использования надземных частей амаранта и козлятника восточного. //Материалы III Всероссийской конференции "Химия и технология растительных веществ" - Саратов, 2004.С. 213-215, 0.18 п.л. (авторский вклад 50%)
9. Зевахина Ю.А. (Коростелёва), Офицеров Е.Н. Пектиновые вещества *Galega orientalis*.//Сборник тезисов докладов II Всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ» - Казань, 2002. С 116-117, 0.12 п.л. (авторский вклад 50%)
10. Коростелёва Ю.А., Офицеров Е.Н. Растительные энтеросорбенты в решении экологических проблем радионуклидов тяжелых металлов.//Вестник татарского отделения Российской экологической академии. – 2004. № 2 (20). С.34-39, 0.35 п.л. (авторский вклад 50%)

Работы №№ 1-7 опубликованы под фамилией - Зевахина Ю.А.







Подп. к печ. 26.12.2005 Объем 1,5 п.л. Заказ №. 483 Тир 100 экз.

Типография МПГУ

2006A
790

06-790