

Н. В. Грачева, А. Б. Голованчиков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЭКСТРАКЦИИ ЧАГИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Исследовано влияние электрического поля постоянного тока на интенсивность процесса экстрагирования чаги. Установлено, что экстрагирование чаги в электрическом поле при постоянной плотности тока позволяет интенсифицировать процесс. При этом на порядок сокращается время обработки и увеличивается выход экстрактивных веществ на 5 – 15 %. Полученные данные позволяют разработать промышленный способ переработки чаги в лекарственные формы и биологически активные добавки, обеспечивающий более глубокую переработку сырья и уменьшающий энергетические затраты за счет сокращения времени процесса.

Ключевые слова: чага, экстрагирование в поле постоянного электрического тока, интенсификация процесса.

В настоящее время использование высших грибов с целью получения лекарственных препаратов и биологически активных добавок на их основе является перспективным и актуальным направлением в фармакологии. Большой интерес в качестве такого сырья представляет березовый гриб — чага, активные вещества которого проявляют широкий спектр биологического действия. Установлено, что препараты на основе чаги обладают антиоксидантными, радиопротекторными, антивирусными, адаптогенными, иммуномодулирующими, антиоксидантными свойствами, регулируют деятельность сердечной, дыхательной и нервной систем [1 – 5].

В связи с тем, что биотехнологическое культивирование чаги не приводит к формированию химического состава и строения соединений, аналогичных природным [6], а возобновление сырья в природных условиях является достаточно длительным процессом, поиск методов переработки чаги в лекарственные формы, позволяющие интенсифицировать процесс и рационально использовать ресурсы, является актуальным.

В фармацевтической промышленности из чаги производят фармакопейные препараты: “Бефунгин” (полугустой экстракт с добавлением солей кобальта) и настойку чаги, а также “Чаговит” (в форме твердых желатиновых капсул и растворимого жидкого фитоекстракта в разовых пакетах или банках с дозатором) и его улучшенный вариант “Чагалюкс”, фитокомпозиции на основе чаги № 4 – 5 в виде порошка, кремы и лосьоны “Чага” для наружного применения [7, 8].

Основной стадией переработки чаги является экстрагирование биологически активных веществ. При получении препаратов на основе чаги используют различные методы экстрагирования: реперколяцию, ремасцерацию, противоточное экстрагирование при повышенной температуре [9, 10]. Интенсификация стадии экстрагирования позволяет повысить эффективность всего процесса. Согласно литературным данным [11 – 14] интенсифицировать процесс экстрагирования биологически активных веществ из природного

сырья можно наложением электрического поля. Однако во всех этих исследованиях экстрагируемые вещества являлись низкомолекулярными соединениями ионной природы.

Особенностью экстрагирования чаги является формирование гидрофильной полидисперсной коллоидной системы, дисперсной фазой и основным действующим компонентом которой являются хромогены. Хромогены чаги являются сложно организованным природным объектом с невыясненной структурой [15]. В его состав входят полимерные (полифенолы, алломеланины, белки, полисахариды) и низкомолекулярные (простые фенолы, фенолкарбоновые кислоты, высшие жирные кислоты) соединения, а также неорганическая компонента.

Показано [16 – 18], что формирование золя водного извлечения, а также самих комплексов хромогенов зависит от многих факторов — способа экстрагирования, температуры, времени экстракции и др.

Целью данного исследования является изучение возможности интенсификации процесса экстрагирования чаги в электрическом поле постоянного тока.

Экспериментальная часть

Для исследования влияния электрического поля на процесс экстракции чаги использовали метод мацерации. Выбор обусловлен тем, что данный метод наиболее прост в исполнении и в то же время дает необходимую информацию по влиянию наложения электрического поля на массообменные процессы при экстрагировании.

В работе использовали сырье чаги (“ЛЕКС+”, Москва, 010506, 2006 г.), приобретенное через аптечную сеть, стандартизированное и прошедшее радиационный контроль по Сан ПиН 2.3.2. 560 – 96 и Сан ПиН 2.3.2. 1078 – 01.

Предварительно сырье подвергали ситовому анализу и для работы отбирали сырье с размером частиц 3 – 4 мм. Сырье чаги анализировали на влажность, содержание экстрактивных веществ, содержание хромо-

генов согласно [19, 20]. Результаты анализа приведены в табл. 1.

Экстрагирование чаги проводили методом мацерации в экспериментальной установке (рисунок). Экспериментальная установка представляет собой емкость-электролизер 1, выполненный из электробезопасного материала. Сверху электролизер накрыт крышкой 2 для предотвращения испарения экстрагента. На противоположных расположенных стенках электролизера установлены нерастворимые электроды 3, 4, которые подключены к источнику питания 5 — школьному выпрямителю ВЛ-16. Для контроля токовых параметров в цепь включены миллиамперметр 6 и вольтметр 7. Для поддержания температуры снаружи электролизера расположена рубашка 8, которая соединена с термостатом гибким шлангом. Контролировали температуру термометром 9.

Сырье чаги загружали в экстрактор, заливали дистиллированной водой в соотношении сырье — экстрагент равном 1:6 при температуре 70 °С, подавали на электроды напряжение и вели экстрагирование 15, 30, 45, 60 мин. Экстрагирование чаги проводили при постоянной плотности тока в пределах от 7 до 36 А/м². Увеличение плотности тока выше верхнего предела вело к интенсивному процессу электролиза и большому расходу экстрагента — воды, что нарушало соотношение сырье — экстрагент. По истечении времени экстракт сливали, замеряли объем и проводили анализы.

Анализ водного извлечения проводили на содержание экстрактивных веществ и содержание хромогенов согласно методике, описанной ГФ XI [20]. Результаты, среднее значение 3 параллельных опытов представлены в табл. 2, 3.

Для сравнения проводили экстракцию чаги методом мацерации (настаивание) при температуре 70 °С при соотношении чага — вода, равном 1:6, в течение 15, 30, 45, 60, 90, 180, 300, 600 мин. Результаты, среднее значение 3 параллельных опытов, представлены в табл. 2, 3.

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных результатов показывает, что экстрагирование чаги в электрическом поле постоянного тока ведет к увеличению скорости процесса экстракции. При этом глубина извлечения экстрактивных веществ, в том числе хромогенов, также увеличивается. При экстрагировании чаги без наложения электрического поля выход экстрактивных веществ и хромогенов через 10 ч мацерации составляет соответственно

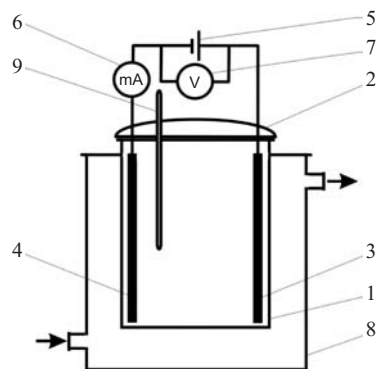


Схема экспериментальной установки: 1 — емкость-электролизер, 2 — крышка, 3, 4 — электроды, 5 — источник питания, 6 — миллиамперметр, 7 — вольтметр, 8 — рубашка, 9 — термометр.

37,78 и 14,27 % от содержания в сырье. А при наложении электрического поля постоянного тока выход через 1 ч мацерации составляет от 37,84 до 43,59 % для экстрактивных веществ и от 13,59 до 15,30 % для хромогенов. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об интенсифицирующем действии постоянного электрического тока на процесс экстракции чаги. Это объясняется тем, что наложение электрического поля приводит к ионизации молекул веществ электролитов. Ионы под действием тока ускоряют свое движение, в результате чего происходит резкое возрастание внутренней диффузии и вывод ионов веществ из растительного материала. Кроме того, при наложении электрического поля изменяются гидродинамические условия, что также обуславливает интенсификацию массообменных процессов. Увеличение скорости выхода хромогенов из растительного сырья можно объяснить следующим образом. При экстрагировании чаги хромогенные комплексы в водных извлечениях образуют мицеллы. Согласно [11], основной полимерной компонентой комплекса является трехмерный сетчатый полимер нерегулярного строения, структурными единицами которого являются сиреневые, гваяциловые ядра, ванилин, сиреневый альдегид, галловая, сиреневая, *n*-оксисбензойная кислоты и др. и их производные. На периферии гетерополиконденсата ассоциированы белки и алломеланины. Полисахариды ассоциированы с основной структурой за счет сильных и слабых взаимодействий. За счет комплексообразования и сорбции мицелла может содержать минеральные компоненты, в первую очередь

Таблица 1

Характеристика сырья чаги		Содержание, % на абсолютно сухое сырье	
Сырье	Влажность, %	экстрактивных веществ	хромогенов
Чага	13,76	25,80	12,97

Таблица 2
Выход экстрактивных веществ чаги

№	Плотность тока, i , А/м ²	Выход экстрактивных веществ, %							
		15 мин	30 мин	45 мин	60 мин	90 мин	180 мин	300 мин	600 мин
1	0	19,06	25,79	29,87	32,64	34,91	36,56	37,13	37,78
2	9	20,86	30,39	36,15	37,84	...	...	...	...
3	18	21,42	32,18	37,98	39,61	...	...	...	...
4	27	22,64	34,28	40,14	41,82	...	...	...	...
5	36	23,02	35,87	42,04	43,59	...	...	...	...

Таблица 3

Выход хромогенов чаги

№	Плотность тока, i , А/м ²	Выход хромогенов, %							
		15 мин	30 мин	45 мин	60 мин	90 мин	120 мин	300 мин	600 мин
1	0	4,32	7,72	9,75	11,66	13,14	13,92	13,97	14,27
2	9	5,38	9,57	12,62	13,59	...	...	...	...
3	18	5,48	10,09	13,14	13,90	...	...	...	...
4	27	6,22	10,67	13,61	14,29	...	...	...	...
5	36	6,28	11,52	14,20	15,30	...	...	...	...

ионы поливалентных металлов, таких как железо, марганец, кальций. При воздействии электрического тока ионы под воздействием градиента напряжения двигаются в сторону катода, увлекая за собой и мицеллу, увеличивая, таким образом, ее подвижность. Кроме того, ориентированные в электрическом поле вдоль вектора напряженности молекулы воды, взаимодействуя с поляризованными фрагментами мицеллы, также способствуют изменению подвижности хромогенных комплексов.

С увеличением плотности тока наблюдается увеличение выхода экстрактивных веществ, в том числе и хромогенов, по сравнению с выходом веществ при мацерации без воздействия электрического тока. Это, возможно, связано с изменением структурной организации формируемого водного извлечения под действием электрического поля, что требует дополнительного изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Гаврилов, А. А. Щеголев, Е. В. Гусельникова и др., *Хим.-фарм. журн.*, **37**(2), 43 – 46 (2003).
2. П. Г. Рытик, Л. Ф. Горовой, И. И. Кучеров и др., *Рус. журн. "СПИД, рак и общественное здоровье"*, **11**(1), 59 – 61 (2007).

3. Г. Л. Рыжова, С. С. Кравцова, С. А. Матасова и др., *Хим.-фарм. журн.*, **31**(10), 44 – 47 (1997).
4. В. Г. Пашинский, Н. В. Грибель, Т. Н. Поветьева и др., *Раст. рес.*, **34**(1), 68 – 71 (1998).
5. Yuki Nakajima, Yuzo Sato, and Tetsuya Konishi, *Chem. Pharm. Bul.*, **55**(8), 1222 – 1226 (2007).
6. Т. А. Кукулянская, Н. В. Курченко, В. П. Курченко и др., *Приклад. биохим. и микробиол.*, **38**(1), 68 – 72 (2002).
7. <http://www.vidal.ru>.
8. <http://obad.ru>.
9. И. А. Муравьев, *Технология лекарств*, Т. 1, Медицина, Москва (1980), сс. 192 – 207.
10. П. А. Якимов, С. М. Андреева, Е. В. Алексеева, *Комплексное изучение физиологически активных веществ низших растений*, АН СССР, Москва — Ленинград (1961), сс. 129 – 138.
11. И. М. Катроха, А. Б. Матвиенко, Л. Г. Ворона и др., *Сахарная пром-ть*, № 7, 28 – 31 (1984).
12. А. Б. Голованчиков, М. В. Попов, *Хим.-фарм. журн.*, **32**(8), 31 – 35 (1998).
13. И. Г. Божко, *Хим.-фарм. журн.*, **4**(11), 42 – 44 (1970).
14. Патент РФ № 2146938 (2000); *РЖ Химия*, 01.14-1909. 214П (2000).
15. М. А. Сысоева, О. Ю. Кузнецова, В. С. Гамаюрова и др., *Матер. II Всероссийской конференции "Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья"*, Барнаул (2005), кн. II, сс. 461 – 465.
16. М. А. Сысоева, О. Ю. Кузнецова, В. С. Гамаюрова и др., *Башкирский хим. журн.*, **11**(2), 62 – 65 (2004).
17. М. А. Сысоева, О. Ю. Кузнецов, В. С. Гамаюрова и др., *Вестн. Казанского технологического университета (КГТУ)*, № 2, 172 – 179 (2003).
18. С. М. Андреева, *Комплексное изучение физиологически активных веществ низших растений*, АН СССР, Москва — Ленинград, (1961), сс. 144 – 150.
19. Н. И. Гринкевич, Л. Н. Сафронич (ред.), *Химический анализ лекарственных растений*, Высш. школа, Москва (1983), сс. 170 – 172.
20. Государственная фармакопея СССР, 11-е изд., вып. 2, Медицина, Москва (1990), с. 342.

Поступила 29.12.09

INTENSIFICATION OF THE EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM CHAGA BY DC ELECTRIC FIELD

N. V. Gracheva and A. B. Golovanchikov

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

The effect of DC electric field on the intensity of extraction of biologically active substances from chaga has been studied. It is established that the field application in a regime of constant DC current density allows the extraction process to be intensified. The DC electric field decreases the process time by an order of magnitude and increases the yield of extracted substances by 5 – 15%. Based on this effect a commercial extraction technology for chaga processing into medicinal substances and biological additives can be developed that provides a deeper conversion of raw material and lower power consumption due to reduced process time.

Key words: Chaga, extraction in DC electric field, process intensification