

**ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЖИДКОСТИ И
КИНЕТИКА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

Часть 2. Эффективная электропроводность экстрагента *

Ю.Н. Кудимов, В.Т. Казуб, Н.В. Криворотов

*Кафедра физики и математики,
Пятигорская государственная фармацевтическая академия*

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: водная суспензия; время запаздывания разряда; растительное сырье; токи растекания; электропроводность суспензии.

Аннотация: Экспериментально и теоретически изучено влияние электроразрядного воздействия на эффективную электропроводность суспензии в процессе экстрагирования биологически активных компонентов. Показано, что при малых длительностях импульса напряжения твердые частицы сырья не образуют проводящих мостиков, разряд происходит с малым запаздыванием и низкими предпробивными потерями энергии, что в целом повышает эффективность экстрагирования.

Обозначения и аббревиатуры

d – диаметр электрода, м;	$\gamma_{эфф}$ – эффективная удельная электропроводность, Ом ⁻¹ ·м ⁻¹ ;
j – количество извлеченного препарата, %;	$\tau_{ф}$ – длительность фронта импульса, с;
$k_{сн}$ – коэффициент снижения напряжения, %;	$\tau_{зап}$ – время запаздывания развития разряда, с;
$k_{уф}$ – коэффициент деформации фронта импульса, %;	КИН – косоугольный импульс напряжения;
l – длина МЭП, м;	МЭП – межэлектродный промежуток;
t_u – длительность импульса, с;	ПИНФ – прямоугольный импульс с наносекундным фронтом;
W_0 – энергия единичного импульса, Дж;	ЭИР – электрический импульсный разряд.

Процесс экстрагирования растительного сырья можно разделить на три основные стадии: диспергирование; предварительное воздействие на клеточные структуры; непосредственно экстрагирование веществ. Традиционно эти процессы осуществляются последовательно и реализуются в различных аппаратах.

Исследуемый метод экстрагирования биологически активных соединений из растительного сырья в воде с использованием разрядов [1] позволяет комплексно воздействовать на суспензии, образованные частицами лекарственного растительного сырья с экстрагентом и объединить указанные выше стадии в одном аппарате, исключая все промежуточные операции [2-3].

Процесс извлечения водорастворимых компонентов сопровождается ростом электропроводности жидкой фазы суспензии, обусловленным увеличением количест-

* Часть 1 – см. Вестник ТГТУ №№ 2, 2002, с. 253–264.

ва носителей зарядов - ионов растворенного вещества. Длительная электроразрядная обработка приводит к перераспределению энергии единичного импульса напряжения в сторону увеличения доли энергии, выделившейся в предпробивной стадии разрядного процесса за счет токов проводимости. В такой ситуации условия формирования канала разряда и, соответственно, генерирования ударных волн и кавитационных процессов, обеспечивающих механическое воздействие на сырье и интенсифицирующих массоперенос, значительно ухудшатся. В электроразрядных аппаратах нагрузкой является искровой промежуток в воде, обладающей высокой диэлектрической проницаемостью и относительно низким удельным сопротивлением ($3 \cdot 10^3$ Ом·м). При воздействии на искровой промежуток импульса напряжения происходит удлинение фронта импульса и, в связи с этим, разряд формируется при амплитуде импульса, отличной от оптимальной. Эти явления снижат вероятность формирования локального канала разряда при пробое водной суспензии. Энергия импульса передается среде токами растекания, в виде джоулева тепла, резко повышающего температуру суспензии [4], что отрицательно отражается на кинетике электроразрядного экстрагирования.

Одним из путей снижения потерь энергии при разряде может быть использование электродных систем, обеспечивающих высокое омическое сопротивление межэлектродного промежутка (МЭП).

Увеличить сопротивление электродных систем можно путем изоляции высоковольтного электрода, контактирующего с проводящей жидкостью, что равносильно уменьшению его поверхности (рис. 1, а), а также применением разрядных промежутков с центральным электродом круглого сечения, обеспечивающим более равномерное распределение электрического поля в МЭП (рис. 1, б).

Для инициирования локального разряда в жидкости, обладающей повышенной электропроводностью, с целью интенсификации процессов экстрагирования, необходимо сокращать время протекания предразрядных процессов в воде.

Так как аналитически учесть все факторы, влияющие на величину сопротивления жидкостного промежутка, не представляется возможным, проведены исследования влияния удельной электропроводности жидкой фазы суспензии на процесс экстрагирования в зависимости от фронта и длительности импульса напряжения и количества разрядов.

Пробы, отобранные для определения удельной электропроводности жидкой фазы суспензии, предварительно центрифугировались до полного отделения твердых частиц.

С увеличением количества разрядов в экстракционной камере удельная электропроводность жидкой фазы растет, причем значения исследуемых величин существенно отличаются (табл. 1).

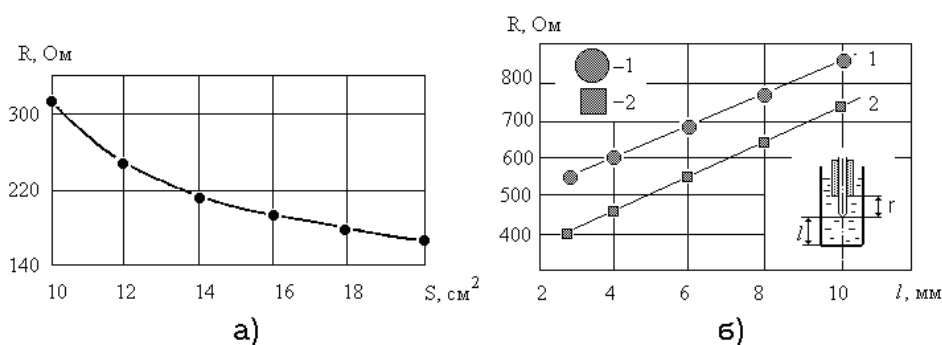


Рис. 1 Изменение сопротивления R водяного промежутка:

а – в зависимости от поверхности электрода S ;

б – в зависимости от формы электродов и величины МЭП, $S_1=S_2$

Таблица 1

**Значения удельной электропроводности γ жидкой фазы
при различном количестве разрядов в камере**

Количество разрядов		500	1000	1500	2000	2500	3000	$\Delta\gamma$, %
Сырье	Шрот корня женьшеня	1,25	1,30	1,40	1,45	1,46	1,50	20
	Листья женьшеня	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	60
	Софора японская	1,40	2,30	2,55	2,60	2,64	2,68	91
	Яблочный жом	0,78	1,30	1,92	2,55	2,80	2,90	278

При экстрагировании шрота корня женьшеня, в котором количество не извлеченных водорастворимых веществ незначительно, удельная электропроводность экстракта изменяется на 20%, а суммарный выход извлекаемых веществ увеличивается с 0,08 мг/100 мл до 1,45 мг/100 мл в диапазоне изменения количества разрядов от 500 до 3000. В этом же диапазоне изменения количества разрядов рост электропроводности при обработке листьев женьшеня составляет 60%, за счет большего извлечения водорастворимых веществ. Для сырья софоры японской и яблочного жома исследуемые показатели растут более значительно. При этом удельная электропроводность экстракта удовлетворительно коррелирует с изменением выхода водорастворимых компонентов из сырья.

С целью оценки вклада удельной электропроводности экстракта в эффективное значение электропроводности $\gamma_{\text{эфф}}$ суспензии и возможного прогнозирования процесса экстрагирования при электроразрядном воздействии использовали экспериментальные данные, а также расчетные и экспериментальные измерения низковольтного сопротивления МЭП. Эффективную электропроводность можно представить суммой двух составляющих

$$\gamma_{\text{эфф}} = \gamma_{\text{ж}} + \gamma_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $\gamma_{\text{ж}}$ – удельная электропроводность экстракта; $\gamma_{\text{д}}$ – условная удельная электропроводность, связанная со всеми другими факторами и процессами в межэлектродном промежутке.

Эквивалентное сопротивление МЭП рассчитывали по методике [5]:

$$R_{\text{экв}} = \left[\gamma_{\text{эфф}} \pi \left\{ l + r \left(\ln \frac{2l}{d} \right) \right\} \right]^{-1} \ln \frac{2l}{d}, \quad (2)$$

где l – длина межэлектродного промежутка; d – диаметр высоковольтного электрода; r – длина неизолированной части высоковольтного электрода (см. рис. 1, б).

При неизменных значениях l , d и r эквивалентное сопротивление рабочего промежутка (2) будет зависеть только от эффективной электропроводности суспензии.

Так, для электродной системы, имеющей геометрические размеры $d = 6 \cdot 10^{-3}$ м; $r = 4 \cdot 10^{-3}$ м; $l = 15 \cdot 10^{-3}$ м величина $R_{\text{экв}} = 0,99/\gamma_{\text{эфф}}$. При уменьшении МЭП до $1,5 \cdot 10^{-3}$ м величина $R_{\text{экв}}$ возрастает до значений $R_{\text{экв}} = 0,98/\gamma_{\text{эфф}}$, что соответствует увеличению $R_{\text{экв}}$ более чем в 1,8 раз.

Эксперименты по измерению низковольтного сопротивления суспензии растительного сырья, обработанной разрядами, указывают на связь со значениями удельных

проводимостей экстракта (табл. 1). Это означает, что при измерении сопротивления межэлектродного промежутка на низком напряжении не учитывается наличие включений (твердых частичек сырья), находящихся в жидкости, а также их реакция на действие электрического поля высокой напряженности.

Для оценки влияния твердых частичек на значения эффективной электропроводности суспензии до начала электроразрядной обработки ($n = 0$), а затем после каждой серии ($n = 50$ имп) по осциллограммам определяли значения пробивных напряжений $U_{пр}$ для каждого вида сырья (рис. 2, а) и по этим результатам оценивали снижение амплитуды импульса напряжения $k_{сн}$, обусловленное токами проводимости, а также коэффициент деформации (удлинения) фронта импульса $k_{дф}$.

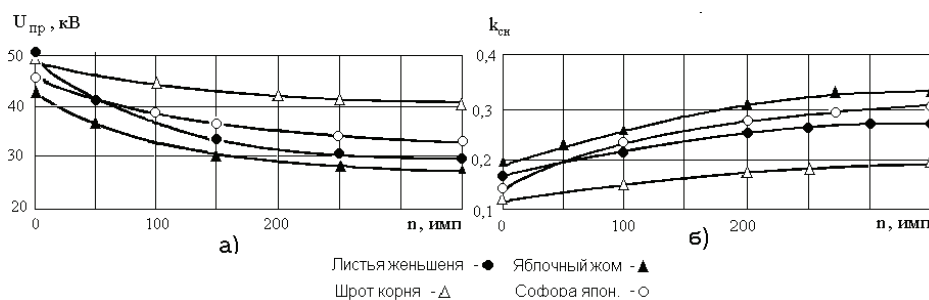


Рис. 2 Влияние многоимпульсного воздействия на электрическую прочность суспензий: а – $U_{пр} = f(n)$; б – $k_{сн} = f(n)$

По мере электроразрядной обработки значение $k_{сн}$ возрастает (рис. 2, б). Так, при 350 разрядах в суспензии шрота женьшеня величина $k_{сн}$ составляет 18%, а в суспензии яблочного жома - 34%. Соответственно растет и время запаздывания $\tau_{зап}$ развития разряда.

Тенденция к увеличению $k_{сн}$ по мере роста количества разрядов, затраченных на обработку, наблюдается для всех видов сырья, используемых в эксперименте, и объясняется ростом потерь, вызванных повышением электропроводности.

При воздействии разрядов, сформированных прямоугольными импульсами, коэффициент деформации фронта импульса не превышает величины $k_{дф} = 2$ для всех видов сырья, что соответствует изменению длительности фронта от $5 \cdot 10^{-9}$ до $10 \cdot 10^{-9}$ с. Для косоугольных импульсов напряжения, имеющих исходный фронт порядка $5 \cdot 10^{-7}$ с, деформация фронта импульса достигает $2 \cdot 10^{-6}$ с. Для эффективной обработки сырья разрядами, сформированными импульсами микросекундного диапазона, с учетом снижения напряжения за счет токов проводимости, необходимо заведомо увеличивать напряжение импульса $U_{пр}$ на величину, достаточную для компенсации предпробивных потерь, т.е. на 18-34%, что приведет к дополнительным непроизводительным затратам энергии.

В табл. 2 представлены значения эффективной электропроводности $\gamma_{эфф}$, а также ее составляющих $\gamma_{ж}$, $\gamma_{д}$ в процентном отношении, полученных при формировании разрядов косоугольными импульсами напряжения.

Из представленных результатов следует отметить существенное влияние твердой фазы на величину эффективной электропроводности суспензий, прошедших электроразрядную обработку и, в конечном итоге, на величину сопротивления рабочего промежутка. Особенно для суспензий, содержащих частицы твердой фазы в форме тонких волокон (листья женьшеня), которые, поляризуясь в поле высокой напряженности, выстраиваются между электродами мостики под воздействием импульсного напряжения, по которым затем и осуществляется пробой.

Таблица 2

Изменение эффективной электропроводности суспензий при обработке КИН

Наименование сырья	Шрот корня женьшеня		Листья женьшеня		Софора японская		Яблочный жом	
	0	1500	0	1500	0	1500	0	1500
Число разрядов, n	0	1500	0	1500	0	1500	0	1500
$\gamma_{\text{эфф}} \cdot 10^{-3}, \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$	2,37	7,53	3,26	11,24	3,54	12,81	5,68	14,68
$\frac{\gamma_{\text{ж}}}{\%}$	0,47	0,68	0,41	0,78	1,14	1,21	0,90	1,88
	19,8	9,00	12,60	6,90	32,20	9,50	15,90	12,80
$\frac{\gamma_{\text{л}}}{\%}$	1,90	6,85	2,85	10,46	2,40	11,60	4,78	12,80
	80,2	91,00	87,40	93,10	67,80	90,5	84,10	87,20

Для сырья, в котором содержание извлекаемых водорастворимых биологически активных веществ достаточно велико (яблочный жом), вклад $\gamma_{\text{ж}}$ в эффективную электропроводность суспензии больше, по сравнению с волокнистым сырьем. Однако основное влияние на величину эффективной электропроводности вносят тонкодисперсные частицы, расположенные в межэлектродном промежутке, причем по мере их диспергирования под действием факторов, сопровождающих разряд, это влияние увеличивается, так как облегчаются условия их перемещения в МЭП под действием поля высокой напряженности.

При воздействии ПИНФ эффективная электропроводность также растет по мере извлечения экстрагируемых веществ и в большей мере, чем при использовании КИН за счет более интенсивного течения процесса извлечения, но основной вклад в общее значение $\gamma_{\text{эфф}}$ вносит $\gamma_{\text{ж}}$ (табл. 3). Величины сопротивлений МЭП при воздействии прямоугольных импульсов напряжения значительно превышают соответствующие значения при использовании косоугольных импульсов. Роль токов проводимости, обусловленных электропроводностью, при использовании ПИНФ незначительна, а протекание емкостного тока ограничено временем изменения напряжения на электродах, т.е. длительностью фронта равной $5 \cdot 10^{-9}$ с.

Таблица 3

Изменение эффективной электропроводности суспензий при обработке ПИНФ

Наименование сырья	Шрот корня женьшеня		Листья женьшеня		Софора японская		Яблочный жом	
	0	1500	0	1500	0	1500	0	1500
Число разрядов, n	0	1500	0	1500	0	1500	0	1500
$\gamma_{\text{общ}} \cdot 10^{-3}, \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	2,37	9,50	3,26	13,40	3,54	13,82	5,68	16,38
$\frac{\gamma_{\text{ж}}}{\%}$	0,47	8,15	0,41	10,37	1,14	11,65	0,90	14,2
	19,80	85,33	12,60	77,38	32,20	84,29	15,90	86,7
$\frac{\gamma_{\text{л}}}{\%}$	1,90	5,33	2,85	3,03	2,40	2,17	4,78	2,18
	80,20	14,67	87,40	12,62	67,80	15,71	84,10	13,3

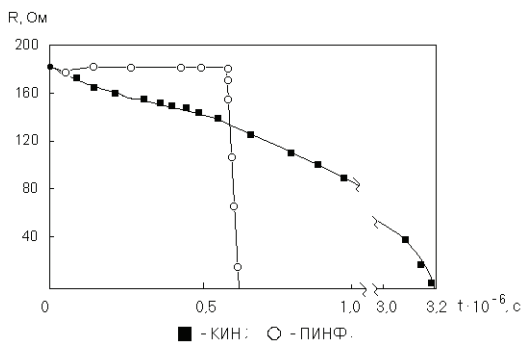


Рис. 3 Изменение сопротивления МЭП

При использовании КИН снижение сопротивления происходит в течение всего времени развития разряда, что, с одной стороны, усиливает влияние токов проводимости, а с другой стороны, обуславливает подзарядку межэлектродной емкости в течение всего процесса развития пробоя и исключает локальный характер развития разряда.

При использовании косоугольных импульсов напряжения рассматриваемые процессы принадлежат области теплового механизма разряда [6], поэтому на эффективную электропроводимость суспензии влияют как наличие тонкодисперсной твердой фазы в межэлектродном промежутке, так и газообразование в обрабатываемом объеме суспензии, вызванное значительным ростом температуры.

Изучение электрической прочности суспензий при многократном воздействии представляет интерес в условиях, наиболее близких к реальному технологическому процессу экстрагирования. Поэтому в качестве жидкой компоненты использовалась вода с электро-проводностью ($\gamma \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$) и водородным показателем $\text{pH} = 7,6$, обрабатываемый объем во всех опытах был постоянным и равным 500 мл. Разряд осуществляли с использованием косоугольных и прямоугольных импульсов напряжения при постоянной амплитуде $U = 50 \text{ кВ}$.

В качестве исследуемой функции изучали время запаздывания ($\tau_{\text{зап}}$) разряда, как параметр, характеризующий все предразрядные процессы в МЭП [6]. Переменными параметрами в опытах являлись: число разрядов – n и величина МЭП – l .

Регистрацию времени запаздывания разряда осуществляли через 50 импульсов осциллографом С8-13, в каждой точке снимали до 20 осциллограмм с проведением статистической обработки.

Нами изучены зависимости времени запаздывания разряда $\tau_{\text{зап}} = f(n)$ для различных суспензий при инициировании разряда воздействием КИН и ПИНФ.

При применении КИН зависимость $\tau_{\text{зап}} = f(n)$ при количестве разрядов около 10^3 имеет вид кривой насыщения, как и при обработке воды (рис. 4, а, кривая 1), но сдвинута в сторону большего числа разрядов, а среднее значение $\tau_{\text{зап}}$ меньше (рис. 4, а). Для суспензии шрота женьшеня этот оптимум выражен достаточно слабо. Наблюдается значительный разброс значений, обусловленных тепловыми процессами в МЭП, как по времени запаздывания разряда, так и по амплитуде пробивного напряжения.

За счет электрического механизма пробоя и более высокой скорости развития лидерных процессов при воздействии ПИНФ время запаздывания развития разряда (рис. 4, б) стабилизируется при 350-400 разрядах. Зажигание разряда и пробой происходят на плоской части прямоугольного импульса напряжения с небольшим запаздыванием относительно момента приложения напряжения, поэтому твердые частички не успевают под действием поля выстроиться в проводящие мостики, и процесс характеризуется низкими предпробивными потерями.

Результаты, представленные на (рис. 3), позволяют проследить изменение сопротивления межэлектродного промежутка во времени под воздействием разрядов, сформированных импульсами напряжения с различными временными характеристиками.

Для каждой точки, зафиксированной на графике, расчет R осуществляли по осциллограммам тока и напряжения.

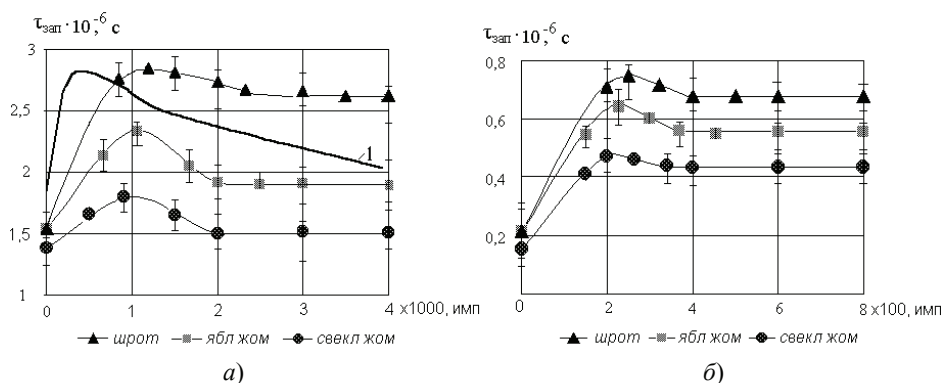


Рис. 4 Изменения времени запаздывания в зависимости от количества разрядов в суспензиях: а – КИН; б – ПИНФ

Данные исследования позволили обосновать основной технический параметр - длительность импульса напряжения, необходимую для эффективного ведения процесса экстрагирования, т.е. для ПИНФ $t_{и}=0,8 \cdot 10^{-6}$ с. Кроме того, более низкие пробивные напряжения суспензий при воздействии электрических разрядов, инициируемых ПИНФ, делают процесс электроразрядного экстрагирования менее энергоемким.

Полученные результаты послужили основой разработки технического задания на изготовление высоковольтного оборудования для электроразрядных экстракционных аппаратов.

Применение электроразрядной технологии для экстрагирования ранее истощенного классическим методом шрота корней женьшеня позволяет значительно, более чем в 2,5 раза, повысить выход полисахаридов по сравнению с выходом по способу [7]. При этом зависимости выхода полисахаридов из шрота аналогичны кинетике извлечения целевых препаратов из других видов сырья с различными морфолого-анатомическими структурами, но имеющими одинаковую степень измельчения, например, свекловичный, морковный и цитрусовый жом, семена и листья софоры японской, цветки форзиции, яблочные выжимки, кора осины, трава тысячелистника, трава солянки холмовой и т.д.

Метод электроразрядной обработки использовали для извлечений флавоноидов из надземной части люпина многолетнего, вики обрубленной, копеечника альпийского, дрока отклоненного, плодов софоры японской. Применение ЭИР увеличивает выход флавоноидов в 2-3 раза, в шроте остается не более 1-2% не извлеченных флавоноидов [8], что весьма важно с точки зрения экономии исходного сырья.

Температура в камере экстрактора по окончании процесса экстрагирования не превышает 25°C [9], что исключает инактивацию извлекаемых компонентов.

Для подтверждения сохранности биологически активных веществ в нативном виде мы провели исследования качественного состава флавоноидов в полученных извлечениях с использованием бумажной и тонкослойной хроматографии, а также с использованием хромогенных реактивов (2%-ный спиртовой раствор AlCl_3 , 5%-ный спиртовой раствор NaOH , порошок Mg в конц. HCl). Реакции на флавоноиды с данными реактивами были положительными. Пятна флавоноидов на хроматограммах в УФ-свете для каждого извлечения имели одинаковую интенсивность и при проявлении их различными реактивами на флавоноиды давали одинаковое окрашивание. Это свидетельствует о том, что основные действующие вещества - флавоноиды, подвергаясь воздействию факторов, сопровождающих разряд в жидкости в камере экстрактора, не разрушаются, что имеет определяющее значение для изготовления эффективных препаратов на основе экстрактов, полученных методом электроразрядного экстрагирования.

Экстракты обладают повышенными бактерицидными свойствами [10], что увеличивает срок годности лекарственных препаратов.

Таким образом, ЭИР в жидкости, иницируемый ПИНФ, как инструмент воздействия на суспензии лекарственного растительного сырья, позволяет интенсифицировать процесс экстрагирования за счет большого количества воздействующих факторов, вызывающих измельчение сырья и разрушение клетки, что способствует увеличению обрабатываемой поверхности, облегчает проникновение экстрагирующей жидкости внутрь разрушенных пор-капилляров. Высокая скорость перемещения жидкости, омывающей клетки сырья, за счет кавитационных явлений и пульсации парогазовой полости, облегчает диффузию, ускоряет процессы массопереноса, что, в конечном итоге, значительно увеличивает выход извлекаемых препаратов и сокращает время извлечения. Электроразрядный метод может быть рекомендован к использованию в НИИ для исследования новых природных источников биологически активных веществ, так и в фармацевтическом производстве известных галеновых препаратов.

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования являются фрагментом решения важной проблемы – организации интенсивного ресурсосберегающего электроразрядного способа экстрагирования из растительного сырья биологически активных соединений.

Список литературы

1. Кудимов Ю.Н., Казуб В.Т., Криворотов Н.В. и др. Кинетика электроразрядного процесса экстрагирования растительного сырья // Изв. Вуз. Химия и химические технологии. - Т. 45. Вып. 1. - 2002. - С. 23–28.
2. Кудимов Ю.Н., Казуб В.Т., Голов Е.В. Электроразрядные процессы в жидкости и кинетика экстрагирования биологически активных компонентов. Ч. 1. Ударные волны и кавитация // Вестник ТГТУ. - 2002. Т. 8, № 2. - С. 253–264.
3. Пат. № 2169003 (Россия). Комбинированный способ получения полисахаридов из листьев и шрота женьшеня / Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н., Васильева О.Н., Мартиросян К.В. - 2001. - БИ № 17.
4. Барская А.В. Исследование диспергирования растительного сырья и экстракции водорастворимых веществ с использованием электрических разрядов: Автореф. дисс. ... к. т. н. - Томск: ТПУ, 1998. - 19 с.
5. Курец В.И., Шишкин В.С., Эггерт В.Т. Методика расчета сопротивления системы острие-плоскость в проводящей среде // Сб. Техника высоких напряжений. - Томск: ТГУ, 1973. - С. 94–95.
6. Ушаков В.Я. Импульсный электрический пробой жидкостей. - Томск: Изд-во ТГУ, 1975. - 256 с.
7. Вергейчик Е.Н., Компанцева Е.В., Муравьева Д.А. и др. Возможность использования шрота корня женьшеня // Фармация. - № 1. - 1998. - С. 34–38.
8. Бандюкова В.А., Казуб В.Т., Кудимов Ю.Н. и др. Использование интенсивных методов обработки растительного сырья для экстракции биологически активных полифенольных соединений // Деп. в ВИНИТИ № 1499В-95. - 16 с.
9. Степанян В.П. Интенсификация процесса экстракции биологически активных соединений из растительного сырья электрическими импульсными разрядами: Автореф. дисс. ... к. т. н. - Тамбов: ТГТУ, 2000. - 16 с.
10. Пат. № 2066326 (Россия). Способ получения пектинов, обладающих антимикробным действием / Казуб В.Т., Кайшева Н.М., Кудимов Ю.Н. и др.

**Discharging Processes in Liquid and Kinetics
of Biologically Active Components Extraction.
Part 2. Efficient Electro-conductivity of Extract Agent**

Yu.N. Kudimov, V.T. Kazub, N.V. Krivorotov

*Department of Physics and Mathematics,
Pyatigorsk State Pharmaceuticals Academy*

Key words and phrases: water suspension; vegetation raw materials; spread currents; suspension electric conductivity; discharge lateness time.

Abstract: Discharging influence on the efficient suspension electric conductivity in the process of biologically active components extraction is studied experimentally and theoretically. It is shown that under small length of impulse tension solid parts of raw materials don't form conducting links, discharge takes place with little lateness and low punching energy losses, thus increasing the efficiency of extraction.

**Elektroentladende Prozesse in der Flüssigkeit und Kinetik
des Extrahierens der biologischaktiven Komponente**

Zusammenfassung: Es ist den Einfluß der elektroentladenden Einwirkung auf die effektive Elektroleitfähigkeit der Suspension im Prozeß des Extrahierens der biologischaktiven Komponente experimentell und theoretisch untersucht. Es ist gezeigt, daß die harten Teilchen des Rohstoffes bei der kleinen Dauer des Spannungsimpulses keine leitende Brücke bilden. Die Entladung geschieht mit der kleinen Verspätung und niedrigen vordurchschlagenen Energieverlusten, was die Effektivität des Extrahierens insgesamt erhöht.

**Processus de la décharge électrique dans le liquide
et cinétique d'extaction des composants bio-actifs**

Résumé: On a étudié expérimentalement et théoriquement l'influence de la charge électrique sur la conductibilité électrique de la suspension dans le processus de l'extaction des composants bio-actifs. On a montré qu'avec de petites durées de l'impulsion des tensions les particules solides de la matière première ne forment pas de ponts, la décharge se produit avec un petit retard et avec de basses pertes de claquage préalable de l'énergie ce qui augmente au total l'efficacité de l'extaction.
