

УДК 630.813/812

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ ЛИСТЬЕВ ОСИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

© *А.В. Нехорошева*^{1*}, *С.В. Нехорошев*¹, *А.А. Дренин*², *Э.Х. Ботиров*², *Н.В. Горников*³, *А.М. Зотова*¹, *И.А. Красильников*¹

¹ Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, ул. Мира, 40, Ханты-Мансийск, 628011 (Россия), e-mail: alex-nehor@rambler.ru

² Сургутский государственный университет, ул. Ленина, 1, Сургут, 628403 (Россия)

³ ООО МИП «Формула здоровья», ул. Ленина, 1, Сургут, 628403 (Россия)

В статье приведен анализ химического состава растительного сырья, получаемого из листьев осины обыкновенной, растения семейства Ивовые, произрастающего на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Выбор сырья обусловлен большим запасом и быстрой воспроизводимостью сырьевого ресурса. В работе установлены числовые показатели и показатели доброкачественности сырья (влажность, общая зола, сульфатная зола, зола не растворимая в 10% хлористоводородной кислоте, экстрактивные вещества). Обоснован способ экстрагирования растительного сырья, приведена сравнительная характеристика содержания экстрактивных веществ в полученных экстрактах. Показано, что среднее содержание экстрактивных веществ в нативных образцах составляет 27.9%, содержание полисахаридов – 10.9%. Проведен качественный и количественный анализ биологически активных веществ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Доминирующими компонентами в образцах растений, произрастающих на территории одного земельного участка, являются салицин 510 мг%, гиперозид 170 мг%, рутин 210 мг%. Изучено влияние процесса ферментации на химический состав растительного сырья, получаемого из листьев осины обыкновенной. Установлен наибольший выход фенольных соединений при воздействии на растительное сырье ферментации холодом. Определен положительный эффект воздействия ферментации измельчением на количество идентифицированных биологически активных компонентов. Работа проводилась для оценки фитохимических параметров качества растительного сырья и формирования обоснования аналитических подходов к диагностике растительного сырья исследуемой территории.

Ключевые слова: растительное сырье, функционально-пищевые ингредиенты, биологически активные вещества, высокоэффективная жидкостная хроматография, фенольные соединения, экстракты, экстракция.

Введение

Всестороннее изучение проблемы адаптации человека как процесса и состояния приспособления организма к неблагоприятным условиям среды и деятельности сформировало важные представления о надежности механизмов адаптации и возможности их срывов, способствующих развитию предболезненных процессов и болезни. Поэтому крайне важна ранняя (опережающая) коррекция переходных состояний, что является фундаментальным принципом первичной профилактики различных социально-значимых заболеваний.

Нехорошева Александра Викторовна – доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории, e-mail: alex-nehor@rambler.ru

Нехорошев Сергей Викторович – доктор технических наук, главный научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории, e-mail: serg-nehor@rambler.ru

Особую актуальность приобретают вопросы научно обоснованного и рационального использования доступного и широко распространенного отечественного растительного сырья как важного источника физиологически функциональных ингредиентов и разработка на их основе продуктов здорового питания, таких как пищевые продукты,

Окончание на С. 252.

* Автор, с которым следует вести переписку.

обогащенные незаменимыми компонентами, специализированные продукты детского питания, продукты функционального назначения, диетические (лечебные и профилактические) пищевые продукты, биологически активные добавки к пище, чайные напитки и т.д.

Ферментация представляет собой биохимический процесс, широко используемый в пищевой промышленности, так как ферментированные продукты лучше сохраняются, их вкусовые качества меняются и, как правило, улучшаются. В последние годы возросло число лекарственных препаратов, полученных с использованием ферментированного сырья, поскольку под воздействием процесса ферментации в растительном сырье могут образоваться новые вещества, либо повысить концентрацию присутствовавшие ранее биологически активные соединения различного состава, обладающие антибактериальными, антивирусными и иными свойствами. В работе Н.С. Терёшиной и соавт. [1] представлен обзор лекарственных препаратов и биологически активных добавок, полученных с использованием ферментированного сырья. Также установлено, что при проявлении дополнительной фармакологической активности достигается снижение токсичности.

Растительное сырье, содержащее фенологликозиды (салицин и другие), флавоноиды (кверцитин, дигидрокверцитин и другие), дубильные вещества и другие фенольные соединения, было и остается в центре внимания исследователей, занимающихся разработкой противовоспалительных, антибактериальных, противовирусных, противопаразитарных фитопрепаратов с низкой токсичностью и возможностью длительного применения, обладающих высокой биологической активностью особенно при лечении хронических заболеваний. Одним из лекарственных растений, потенциал которого с позиций современной медицины и фармации раскрыт далеко не в полной мере, является семейство Ивовых (Salicaceae). Растения семейства Ивовых широко распространены на территории как Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, так и России и могут являться лекарственным и пищевым растительным сырьем [2–11]. Несмотря на многочисленные исследования, уровень знаний о свойствах и химическом составе вегетативных частей растений данного вида недостаточен, что объясняется большим их природным разнообразием, влиянием на химический состав различных внешних факторов. К тому же данный биологический ресурс ранее не рассматривался как сырье для изготовления чайных напитков. Сдерживающим фактором для более широкого и рационального применения Ивовых являются неполные данные по зависимости «химический состав – фармакологическая активность», противоречивые показания к применению и ряд других нерешенных вопросов. Поэтому, на наш взгляд, перспективными и первоочередными направлениями исследований являются углубленное изучение данного растения как сырьевого источника биологически активных соединений (БАС), решение вопросов стандартизации, обоснование рационального использования данного растительного сырья для получения лекарственных средств.

Целью настоящей работы явилось изучение фитохимических параметров качества анатомических частей растений семейства Ивовых на примере осины обыкновенной, а также изменения этих параметров под воздействием процесса ферментации.

Экспериментальная часть

Исследуемые образцы растительного сырья были собраны в двух километрах в северо-западном направлении от г. Ханты-Мансийска в первой декаде июня 2017 г., последней декаде августа 2017 г., второй и третьей декаде сентября 2017 г. Сбор листьев осины осуществлялся с веток средней части кроны деревьев. Листья подвергались 4 типам обработки: сушка, ферментация при измельчении, холодная ферментация, горячая ферментация.

Сушка – листья высушивали в тени в проветриваемом помещении отдельно друг от друга до содержания

Дренин Алексей Анатольевич – доцент кафедры химии, кандидат химических наук, e-mail: bioecologist@yandex.ru
Ботиров Эркин Хожиякбирович – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры химии, e-mail: botirov-neri@mail.ru
Горников Николай Викторович – кандидат технических наук, директор, e-mail: nikolay_77@mail.ru
Зотова Анжела Михайловна – студент, e-mail: angela.zotova@mail.ru
Красильников Иван Аркадьевич – студент, e-mail: kras-99@inbox.ru

влаги 5–10%. После высушивания растительное сырье механически измельчали до размера частиц менее 3 мм при помощи лабораторной мельницы и на ситах разделяли на фракции с размерами частиц 1–3 мм и менее 1 мм.

Ферментация при измельчении – исследуемые образцы после момента сбора подвергались измельчению до размера 2–3 мм и оставались в

выделившемся соке для ферментации на протяжении 24 ч. После этого ферментацию останавливали нагреванием до температуры 70–80 °С.

Ферментация холодом – исследуемые образцы после сбора подвергались замораживанию в морозильной камере в течение 4 ч. После заморозки листья размораживали при температуре 25 °С и настаивали в этих условиях 24 ч. После этого ферментацию останавливали нагреванием до температуры 70–80 °С.

Горячую ферментацию проводили после измельчения свежесобранных образцов до размера частиц 2–3 мм, нагревание их до температуры 40 °С и выдерживании в выделившемся соке для ферментации на протяжении 6 ч. После этого ферментацию останавливали нагреванием до температуры 70–80 °С. В таблице 1 представлены характеристики растительных образцов после пробоподготовки.

Таблица 1. Свойства образцов растительной массы

Номер образца	Цвет сырья	Дата сбора	Технологическая обработка сырья
1	Зеленый	10.06.2017	Сушка
2	Зеленый	25.08.2017	Сушка
3	Зеленый	27.08.2017	Ферментация при измельчении
4	Зеленый	28.08.2017	Горячая ферментация
5	Зеленый	12.09.2017	Ферментация при измельчении
6	Желтый	19.09.2017	Сушка
7	Желтый	19.09.2017	Ферментация при измельчении
8	Зеленый	23.09.2017	Сушка
9	Зеленый	29.09.2017	Ферментация холодом

В работе проводили определение физико-химических свойств растительного сырья, таких как влажность, рН водного извлечения, содержание общей золы, золы, не растворимой в хлористоводородной кислоте, экстрактивных веществ, дубильных веществ полисахаридов в растительных образцах по известным фармакопейным методикам [12–16] в трех повторностях. Полученные результаты приведены в таблицах 2–5.

Пробоподготовка для определения биологически активных веществ в растительном сырье методом ВЭЖХ. 0.5 г измельченного растительного сырья заливали 10 мл метанола, нагревали до начала кипения и оставляли для настаивания и охлаждения на 30 мин. при комнатной температуре. Смесь фильтровали и остаток на фильтре экстрагировали еще 2 раза в описанных выше условиях. Полученные фильтраты объединяли и выпаривали при 40 °С. К полученному сухому экстракту добавляли 5 мл метанола, 5 мл раствора гидроксида натрия (0.1 моль/л) и нагревали при периодическом встряхивании на водяной бане 60 мин. при температуре около 60 °С с обратным холодильником. После охлаждения в смесь добавляли 0.5 мл раствора соляной кислоты (1 моль/л). Раствор разбавляли до объема 20 мл смесью, состоящей из 50 частей метанола и 50 частей воды.

Исследование проводили на хроматографе Милихром А-02, колонка 75×2 мм заполнена адсорбентом «ProntoSIL-120-5-C18 AQ БД-2003», температура колонки 40 °С, детектирование осуществлялось на длинах волн 210, 220, 230, 240, 250, 260, 280, 300 нм, элюент А состава [4М LiClO₄ – 0.1М HClO₄] : H₂O = 1 : 19, элюент Б – ацетонитрил, режим элюирования градиентный с монотонным изменением содержания элюента Б от 5 до 100%, управление хроматографом осуществляли с помощью программного обеспечения «Альфахром» (v. 1.0).

Хроматограммы анализируемых проб обрабатывали с помощью программного обеспечения «Альфаспектр» (v. 1.0) и компьютерной базы данных «БД-2003», которые позволяют в автоматическом режиме идентифицировать на хроматограмме пики салицина, гиперозида, рутина и бензойной кислоты, а также определять их концентрации без использования стандартных образцов.

Обсуждение результатов

Определение влажности сырья показало (табл. 2), что у всех проанализированных образцов она не превышает 10% и сырье может храниться без разложения продолжительное время при комнатной температуре в затемненном помещении.

Средняя зольность образцов – 9.58%, минимальная – 7.25%, максимальная – 11.71%. Содержание золы, не растворимой в хлористоводородной кислоте, у всех проанализированных образцов увеличивалось в зависи-

мости от момента сбора, что является объяснимым, так как та часть золы, которая не растворилась в 10% растворе HCl, может быть интерпретирована, как кремнезем и характеризует степень запыленности надземных частей растения [17]. Показатель общей зольности сырья (табл. 2), характеризующего общее количество элементов и минеральных примесей, в зависимости от момента сбора и при одинаковом технологическом воздействии (образцы, высушенные 1, 2, 6, 8, образцы, ферментированные измельчением 3, 5) также увеличивается. В то же время нельзя не заметить, что значение общей зольности сырья снижается для образцов, собранных с растений одного вида на одном земельном участке и в один и тот же период вегетации, но при отсутствии ферментации и воздействии ферментации измельчением (образцы 6 и 7 соответственно).

Результаты определения веществ, экстрагируемых водой, этанолом и хлористым метиленом, представлены в таблице 3. При составлении лекарственных растительных сборов очень важно, чтобы их компоненты были совместимы по основным параметрам – химическим (по растворимости и др.), фармакологическим, физико-химическим и т.д.

Чаще всего для извлечения полярных и среднеполярных веществ из растительного сырья применяется вода, этиловый спирт или водно-спиртовые растворы. Фенольные соединения, вследствие их высокой реакционной способности и определенной токсичности для живой протоплазмы, в растительных тканях находятся главным образом в гликозилированной форме [17] и поэтому не растворимы в органических растворителях, но растворимы в воде, низкоатомных спиртах (метиловый, этиловый) и водно-спиртовых смесях, с помощью которых их обычно и экстрагируют из растительного сырья. Данные в таблице 3 были сгруппированы по сходным значениям выхода экстрактивных веществ в воде и спирте. По данным таблицы 3 видно, что наибольший выход экстрактивных веществ получен при экстракции водой и этиловым спиртом у образца, ферментированного холодом, собранного в конце вегетативного сезона (группа 1). При сравнении значений содержания экстрактивных веществ 1 и 5 группы (образцы 9 и 5), собранные в третьей завершающей декаде сентября, но различающиеся оказанным на них технологическим воздействием, можно предположить, что ферментация увеличивает выход фенольных соединений. Образцы, которые собраны в один период вегетации, но не подвергавшиеся ферментации (2) и ферментированные измельчением (образец 3), характеризуются большим выходом экстрактивных веществ при использовании данной группы экстрагентов (группа 2). Сопоставим со значениями, характерными для образцов 2 группы, и выход экстрактивных веществ образцов группы 3, ферментированных измельчением и собранных во второй декаде сентября к концу вегетативного сезона. Наименьшим содержанием экстрактивных веществ, извлекаемых спиртом и водой, характеризуется образец 4, собранный в пик вегетативного сезона, но подвергнутый горячей ферментации. Таким образом, наиболее эффективным воздействием для увеличения процента извлечения экстрактивных полярных и среднеполярных веществ из растительного сырья обладает процесс ферментации холодом в независимости от сезона вегетации. При ферментативном гидролизе фенольные соединения, содержащиеся в листьях осины, образуют разнообразные по строению соединения с преобладанием фенольных кислот [1, 18–22]. Можно предполагать, что проявление экстрактами листьев осины обыкновенной противовоспалительных, бактерицидных и кровоостанавливающих свойств [23–31] под воздействием процесса ферментации также может усиливаться. При экстракции водой предполагали, что извлекаются водорастворимые низкомолекулярные углеводы и дубильные вещества [11, 17]. Как правило, содержание дубильных веществ зависит от возраста и фазы развития растения, места произрастания и климатических условий [11, 17]. Как следует из данных таблицы 4, наибольшее содержание дубильных веществ обнаружено в образце 9, который подвергался ферментации холодом. Значительный их процент определен и в неферментированных высушенных образцах 1, 2, 6, снижающийся в динамике разреза вегетации растения (июнь – август – сентябрь). Образцы, ферментированные измельчением (7, 3), собранные во второй декаде сентября, к концу вегетативного сезона характеризуются стабильным средним содержанием дубильных веществ и полисахаридов. Минимальное из исследуемых значение содержания как дубильных веществ и полисахаридов обнаружено опять у образца 4, собранного в пик вегетативного сезона, но подвергнутого воздействию горячей ферментации.

При экстракции хлористым метиленом экстрагируются липофильные вещества – неполярные и средней полярности. К этой группе соединений, как правило, относятся воски, которые находясь на поверхности клеток покровного слоя, участвуют в регулировании влагообмена растения. Образцы, собранные в начале вегетативного сезона, 1 (сушка), 9 (ферментация холодом), содержат в себе меньшее (4.7%) количество экстрактивных неполярных липофильных веществ.

Таблица 2. Результаты определения влажности и зольности растительного сырья (среднее арифметическое значение результатов при $n=3$, \pm границы абсолютной погрешности измерений)

Номер образца	Влажность, %	Зольность, %	Зольность в HCl, %	Дата сбора	Технологическая обработка сырья
1	7.8 \pm 0.2	7.8 \pm 0.4	0.014 \pm 0.001	10.06.2017	Сушка
2	8.2 \pm 0.2	10.1 \pm 0.5	0.015 \pm 0.001	25.08.2017	Сушка
3	9.1 \pm 0.3	9.2 \pm 0.4	0.038 \pm 0.002	27.08.2017	Ферментация при измельчении
4	9.1 \pm 0.3	7.2 \pm 0.3	0.025 \pm 0.001	28.08.2017	Горячая ферментация
5	9.3 \pm 0.3	8.7 \pm 0.4	0.034 \pm 0.002	12.09.2017	Ферментация при измельчении
6	8.6 \pm 0.3	11.4 \pm 0.6	0.065 \pm 0.003	19.09.2017	Сушка
7	9.5 \pm 0.3	9.4 \pm 0.5	0.072 \pm 0.004	19.09.2017	Ферментация при измельчении
8	9.7 \pm 0.2	10.6 \pm 0.5	0.084 \pm 0.004	23.09.2017	Сушка
9	7.9 \pm 0.4	11.7 \pm 0.6	0.093 \pm 0.005	29.09.2017	Ферментация холодом

Таблица 3. Содержание экстрактивных веществ в образцах листьев осины обыкновенной (среднее арифметическое значение результатов при $n=3$ \pm границы относительной погрешности измерений)

Группа	Номер образца	Вода, %	Спирт, %	Хлористый метилен, %	Дата сбора	Технологическая обработка сырья
1	9	35.3 \pm 2.4	43.7 \pm 3.2	4.7 \pm 0.3	29.09.2017	Ферментация холодом
2	2	34.2 \pm 2.4	41.9 \pm 2.9	6.9 \pm 0.5	25.08.2017	Сушка
	3	40.0 \pm 2.8	23.5 \pm 1.6	7.07 \pm 0.5	27.08.2017	Ферментация при измельчении
3	6	30.4 \pm 2.1	28.9 \pm 2.0	9.0 \pm 0.6	19.09.2017	Сушка
	7	33.2 \pm 2.3	26.4 \pm 1.8	6.7 \pm 0.5	19.09.2017	Ферментация при измельчении
4	5	32.5 \pm 2.3	21.8 \pm 1.5	6.7 \pm 0.4	12.09.2017	Ферментация при измельчении
	1	33.2 \pm 2.3	18.8 \pm 1.3	4.7 \pm 0.3	10.06.2017	Сушка
5	8	14.1 \pm 0.9	16.7 \pm 1.2	7.1 \pm 0.5	23.09.2017	Сушка
6	4	11.5 \pm 0.8	11.5 \pm 0.8	7.0 \pm 0.5	28.08.2017	Горячая ферментация

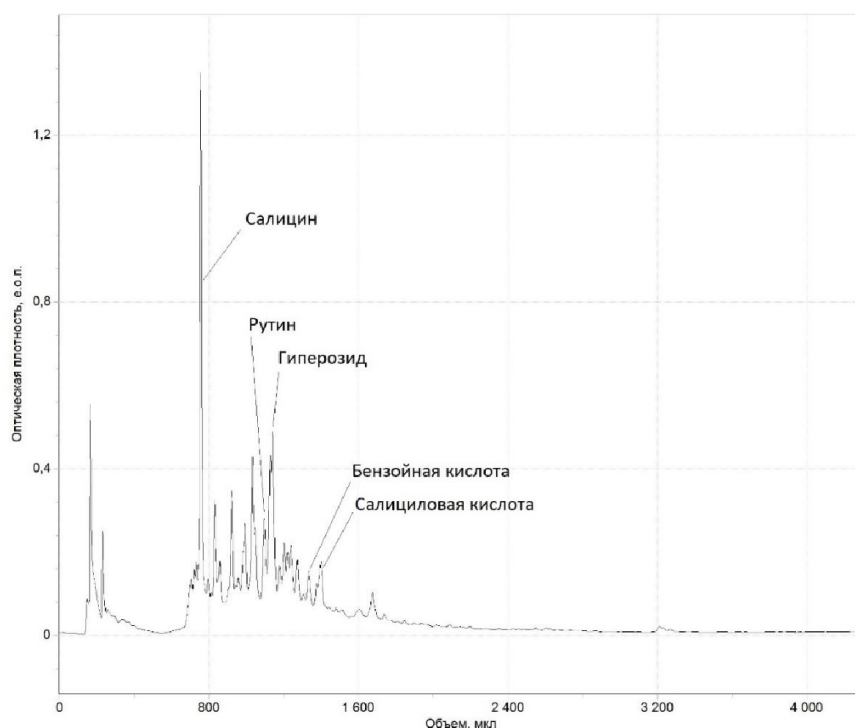
Таблица 4. Содержание дубильных веществ и полисахаридов (среднее арифметическое значение результатов при $n=3$ \pm границы относительной погрешности измерений)

Номер образца	Содержание дубильных веществ, %	Содержание полисахаридов, %	pH
9	24.83 \pm 1.49	20.08 \pm 1.20	5.2
1	12.73 \pm 0.76	11.19 \pm 0.67	5.6
2	11.71 \pm 0.70	10.75 \pm 0.65	5.5
6	11.62 \pm 0.70	10.36 \pm 0.62	5.2
7	10.23 \pm 0.61	10.45 \pm 0.63	5.2
3	9.97 \pm 0.60	10.19 \pm 0.61	5.3
5	9.81 \pm 0.59	8.69 \pm 0.52	5.1
8	9.74 \pm 0.58	9.66 \pm 0.58	5.2
4	8.55 \pm 0.51	7.98 \pm 0.48	5.6

В таблице 5 представлены данные по количественному содержанию идентифицированных биологически активных веществ в образцах (листьях осины обыкновенной). При определении биологически активных веществ в листьях осины обыкновенной методом ВЭЖХ были идентифицированы салицин, гиперозид, рутин и бензойная кислота (рис.). Максимальное содержание биологически активных веществ (салицин 510 мг%, гиперозид 170 мг%, рутин 210 мг%) выявлено в образце, ферментированном измельчением и собранном во вторую декаду сентября 2017 г. Данный образец был собран в конце вегетативного сезона, когда оптимум суточной суммарной температуры атмосферы уже пройден, что свидетельствует о том, что в результате воздействия процесса ферментации возможно повышение содержания биологически активных компонентов в растительном сырье и у природных фенольных соединений могут проявляться более разнообразные виды биологической активности [11, 23–26].

Таблица 5. Концентрации идентифицированных веществ в экстрактах (листья осины обыкновенной) (среднее арифметическое значение результатов при $n=3 \pm$ границы относительной погрешности измерений)

Номер образца	Салицин, мг%	Гиперозид, мг%	Рутин, мг%	Бензойная кислота, мг%
1	110±10	0	22±2	0
2	440±40	0	4.4±0.4	0
3	430±40	26±3	160±20	26±3
4	260±30	0	0	66±7
5	290±30	0	0	84±8
6	250±30	0	4.4±0.4	53±5
7	510±50	170±20	210±20	22±2
8	260±30	4.4±0.4	22±2	22±2
9	370±40	4.4±0.4	4.4±0.4	22±2



Хроматограмма экстракта листьев осины обыкновенной, собранных во вторую декаду сентября 2017 г. и ферментированных измельчением

Выводы

В работе установлены числовые показатели и показатели доброкачественности сырья (влажность, обшая зола, сульфатная зола, зола, не растворимая в 10% хлористоводородной кислоте, экстрактивные вещества). Изучено влияние процесса ферментации на химический состав растительного сырья, получаемого из листьев осины обыкновенной. Установлен наибольший выход фенольных соединений при воздействии на растительное сырье ферментации холодом. Выявлены доминирующие компоненты (салицин, гиперозид, рутин) в образцах растений, произрастающих на территории одного земельного участка (510 мг%, 170 мг%, 210 мг% соответственно) и определен положительный эффект воздействия ферментации измельчением на количество идентифицированных биологически активных компонентов. Таким образом, получены первоначальные данные по значениям фитохимических параметров качества анатомических частей растений осины обыкновенной и их изменению под воздействием процесса ферментации в целях установления закономерностей выделения, концентрирования различных компонентов из растительного сырья и формирования обоснования аналитических подходов к диагностике растительного сырья исследуемой территории и рациональной переработке. Изучение растительных сырьевых источников традиционных лекарственных средств позволит ввести в практику ряд препаратов, на основе выявленных активных действующих веществ растений семейства Ивовые.

Список литературы

1. Терёшина Н.С., Самылина И.А., Костенникова З.П. Ферментация и получение лекарственных препаратов // Фармация. 2012. №3. С. 53–56.
2. Турецкова В.Ф., Рассыпнова С.С., Лобанова И.Ю., Талыкова Н.М. Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противовоспалительного и противоязвенного действия // Бюллетень сибирской медицины. 2011. №5. С. 106–111.
3. Дайнеко И.П., Фаустова Н.М. Элементный и групповой химический состав коры и древесины осины // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 51–62.
4. Некрасова В.Б., Безбородова Т.Г. Получение и применение биокорректоров питания из биомассы дерева // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. №198. С. 190–201.
5. Ушкалова А.В., Илларионова Т.С. Фенольные соединения и элементный состав почек осины обыкновенной // Сибирский медицинский журнал. 2011. №6. С. 10–14.
6. Левицкая Ю.Ф., Легостева А.Б. Микроскопический и товароведческий анализы осины листьев (*Populus tremula* L.) как перспективного вида лекарственного растительного сырья // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. 2010. №65. С. 80–81.
7. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф. Изучение состава основных биологически активных веществ гидрофильной фракции листьев осины обыкновенной // 35 лет фармацевтическому факультету АГМУ. Итоги и перспективы. Барнаул, 2010. С. 82–88.
8. Bate-Smith E.C. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance // J. Linn. Soc. (Bot.). 1962. Vol. 58. Pp. 95–173.
9. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф. Выделение и изучение состава флавоноидов листьев осины обыкновенной // Химия растительного сырья. 2011. №2. С. 117–122.
10. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (NC-IUBMB) [Электронный ресурс]. URL: www.sbc.sqmul.ac.uk/iubmb/enzyme
11. Сезенов А.В. Влияние физиологически активных веществ на качество сырья зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. // Сибирский вестник: сельскохозяйственные науки. 1993. №3. С. 15–20.
12. Государственная фармакопея. XI изд. М.: Медицина, 1987. Вып. 1. 336 с.
13. Государственная фармакопея. XI изд. М.: Медицина, 1990. Вып. 2. 400 с.
14. Государственная фармакопея. X изд. М.: Медицина, 1968. 1078 с.
15. ОФС.1.5.1.0001.15. Лекарственное растительное сырье.
16. ОФС.1.5.3.0005.15. Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте.
17. Карпук В.В. Фармакогнозия: учеб. пособие. Минск: БГУ, 2011. 340 с.
18. Жанаева Т.А. Катаболизм фенольных соединений в связи с их функциями у некоторых высших растений: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 1997. 26 с.
19. Патент № 2370532 (РФ). Способ ферментации растительного материала и культивирования бактерий, экстракт ферментированного растительного материала, порошок экстракта ферментированного растительного материала и их применение / Г-И. Сома [и др.] / 20.10.2009.
20. Моисеева Ю.А. Исследование и разработка ферментированных фитонапитков из сыворотки с использованием Melissa лекарственной: дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2006. 155 с.
21. Червяковский Е.М., Курченко В.П., Костюк В.А. Роль флавоноидов в биологических реакциях с переносом электронов // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2009. Т. 4. №1. С. 9–26.
22. Зайцева Н.В. Биологически активные препараты для растениеводства из растительного сырья южной Якутии // Успехи современной науки. 2017. №17–7. С. 30–35.
23. Лобанова И.Ю. Фитохимическое и технологическое исследование листьев осины обыкновенной: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пермь, 2012. 26 с.
24. Турецкова В.Ф., Лобанова И.Ю. Изучение состава фенолокислот листьев осины обыкновенной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. 2010. Вып. 65. С. 131–133.
25. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф. Влияние вида экстрагента на состав извлечений из листьев осины обыкновенной // Молодежь Барнаулу: материалы X городской научно-практической конференции молодых ученых. Барнаул, 2009. Т. 2. С. 95–96.
26. Лобанова И.Ю. Изучение динамики накопления флавоноидов в листьях осины обыкновенной // Молодежь Барнаулу: материалы медицинского раздела XII городской научно-практической конференции молодых ученых. Барнаул, 2011. С. 50–53.
27. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф. Разработка технологии капсул «Элоскап» с экстрактом листьев осины сухим // Вестник ГТГФА. 2011. №7. С. 118–121.
28. Лобанова И.Ю. Выбор оптимальных параметров факторов, влияющих на процесс извлечения биологически активных веществ из листьев осины обыкновенной // Молодежь Барнаулу: материалы XI городской научно-практической конференции молодых ученых. Барнаул, 2010. Т. 2. С. 119–120.
29. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф. Исследования по стандартизации и изучению стабильности экстракта листьев осины сухого // Актуальные вопросы фармацевтической науки и образования. Томск, 2011. С. 96–100.

30. Лобанова И.Ю., Турецкова В.Ф., Кудрикова Л.Е. Изучение флавоноидов листьев осины обыкновенной с применением гидролиза и метода ВЭЖХ // Актуальные проблемы фармакологии и фармации: ежегодный сборник научных и методических работ преподавателей, молодых ученых и студентов фармацевтического факультета. Барнаул, 2009. Вып. VI. С. 125–129.
31. Лобанова И.Ю. Фенольные соединения листьев осины обыкновенной как основа создания препарата противовоспалительного действия // Вестник уральской медицинской науки. 2011. Т. 3, вып. 1. С. 67–68.

Поступила в редакцию 29 августа 2018 г.

После переработки 18 октября 2018 г.

Принята к публикации 28 октября 2018 г.

Для цитирования: Нехорошева А.В., Нехорошев С.В., Дренин А.А., Ботиров Э.Х., Горников Н.В., Зотова А.М., Красильников И.А. Влияние процесса ферментации на химический состав растительного сырья, получаемого из листьев осины обыкновенной // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 251–259. DOI: 10.14258/jcrpm.2019024341.

Nekhorosheva A.V.^{1}, Nekhoroshev S.V.¹, Drenin A.A.², Botirov E.Kh.², Gornikov N.V.³, Zotova A.M.¹, Krasil'nikov I.A.¹*
 THE EFFECT OF THE ENERGY PROCESS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF PLANT RAW MATERIAL OBTAINED FROM LEAVES OF THE ASPEN OF THE GENERAL

¹ *Khanty-Mansiysk State Medical Academy, ul. Mira, 40, Khanty-Mansiysk, 628011 (Russia), e-mail: alex-nehor@rambler.ru*

² *Surgut State University, ul. Lenina, 1, Surgut, 628403 (Russia)*

³ *LLC MIP "Health Formula", ul. Lenina, 1, Surgut, 628403 (Russia)*

The analysis of the chemical composition of the vegetable raw materials received from leaves of an aspen ordinary, family plants Willow (Salicaceae), growing in the territory of the Khanty-Mansi autonomous district Yugra is provided in article. The choice of raw materials is caused by a large supply and fast reproducibility of a raw resource. In work numerical indicators and indicators of high quality of raw materials are established (humidity, the general ashes, sulphatic ashes, ashes not soluble in 10% to hydrochloric acid, extractive substances). The way of extraction of vegetable raw materials is reasonable, the comparative characteristic of content of extractive substances is provided in the received extracts. It is shown that the average content of extractive substances in native samples is 27.9%, the content of polysaccharides – 10.9%. The qualitative and quantitative analysis of biologically active agents is carried out by method of a highly effective liquid chromatography. The dominating components in samples of the plants growing in the territory of one land plot are салицин 510 mg of %, гиперозид 170 mg of %, routines of 210 mg of %. Influence of process of fermentation on the chemical composition of the vegetable raw materials received from leaves of an aspen ordinary is studied. The greatest exit of phenolic connections at impact on vegetable raw materials of fermentation is established by cold. The positive effect of impact of fermentation by crushing on quantity of the identified biologically active components is defined. Work was carried out for assessment of phytochemical parameters of quality of vegetable raw materials and formation of justification of analytical approaches to diagnostics of vegetable raw materials of the explored territory.

Keywords: vegetable raw materials, functional and food ingredients, biologically active agents, highly effective liquid chromatography, phenolic connections, extracts, extraction.

References

1. Teroshina N.S., Samylina I.A., Kostennikova Z.P. *Farmatsiya*, 2012, no. 3, pp. 53–56. (in Russ.).
2. Turetskova V.F., Rassypnova S.S., Lobanova I.Yu., Talykova N.M. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2011, no. 5, pp. 106–111. (in Russ.).
3. Dayneko I.P., Faustova N.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2015, no. 1, pp. 51–62. (in Russ.).
4. Nekrasova V.B., Bezborodova T.G. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2012, no. 198, pp. 190–201. (in Russ.).
5. Ushkalova A.V., Illarionova T.S. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2011, no. 6, pp. 10–14. (in Russ.).
6. Levitskaya Yu.F., Legosteva A.B. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*, 2010, no. 65, pp. 80–81. (in Russ.).
7. Lobanova I.YU., Turetskova V.F. *35 let farmatsevticheskomu fakul'tetu AGMU. Itogi i perspektivy*. [35 years, the pharmaceutical faculty of the ASMU. Results and prospects]. Barnaul, 2010, pp. 82–88. (in Russ.).
8. Bate-Smith E.C. *J. Linn. Soc. (Bot.)*, 1962, vol. 58, pp. 95–173.

* Corresponding author.

9. Lobanova I.YU., Turetskova V.F. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 2, pp. 117–122. (in Russ.).
10. *Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (NC-IUBMB)* [Electronic resource]. URL: www.sbcs.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme
11. Sezenov A.B. *Sibirskiy vestnik: sel'sko-khozyaystvennyye nauki*, 1993, no. 3, pp. 15–20. (in Russ.).
12. *Gosudarstvennaya farmakopeya. XI izd.* [State Pharmacopoeia. XI ed.]. Moscow, 1987, vol. 1, 336 p. (in Russ.).
13. *Gosudarstvennaya farmakopeya. XI izd.* [State Pharmacopoeia. XI ed.]. Moscow, 1990, vol. 2, 400 p. (in Russ.).
14. *Gosudarstvennaya farmakopeya. X izd.* [State Pharmacopoeia. X ed.]. Moscow, 1968, 1078 p. (in Russ.).
15. *OFS.1.5.1.0001.15. Lekarstvennoye rastitel'noye syr'ye.* [OFS.1.5.1.0001.15. Medicinal plant raw materials]. (in Russ.).
16. *OFS.1.5.3.0005.15. Zola, nerastvorimaya v khloristovodorodnoy kislote.* [OFS.1.5.3.0005.15. Ash insoluble in hydrochloric acid]. (in Russ.).
17. Karpuk V.V. *Farmakognosiya: ucheb. posobiye.* [Pharmacognosy: studies. allowance]. Minsk, 2011, 340 p. (in Russ.).
18. Zhanayeva T.A. *Katabolizm fenol'nykh soyedineniy v svyazi s ikh funktsiyami u nekotorykh vysshikh rasteniy: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk.* [Catabolism of phenolic compounds in connection with their functions in some higher plants: author. dis. ... Dr. biol. sciences]. Novosibirsk, 1997, 26 p. (in Russ.).
19. Patent 2370532 (RU). 20.10.2009. (in Russ.).
20. Moiseyeva Yu.A. *Issledovaniye i razrabotka fermentirovannykh fitonapitkov iz syvorotki s ispol'zovaniyem melissy lekarstvennoy. Dis. ... kand. tekhn. nauk.* [Research and development of fermented phyto-drinks from whey using melissa medicinal. Dis. ... candidate of technical sciences]. Kemerovo, 2006, 155 p. (in Russ.).
21. Chervyakovskiy Ye.M., Kurchenko V.P., Kostyuk V.A. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskkiye, biokhimicheskkiye i molekulyarnyye osnovy funktsionirovaniya biosistem*, 2009, vol. 4, no. 1, pp. 9–26. (in Russ.).
22. Zaytseva N.V. *Uspekhi sovremennoy nauki*, 2017, no. 17–7, pp. 30–35. (in Russ.).
23. Lobanova I.Yu. *Fitokhimicheskoye i tekhnologicheskoye issledovaniye list'yev osiny obyknovennoy: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk.* [Phytochemical and technological study of the leaves of aspen ordinary: Author. dis. ... Candidate of Pharmaceutical Sciences]. Perm', 2012. 26 p. (in Russ.).
24. Turetskova V.F., Lobanova I.Yu. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*, 2010, no. 65, pp. 131–133. (in Russ.).
25. Lobanova I.Yu., Turetskova V.F. *Molodezh' Barnaulu: materialy X gorodskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh.* [Youth Barnaul: materials X city scientific-practical conference of young scientists]. Barnaul, 2009, vol. 2, pp. 95–96. (in Russ.).
26. Lobanova I.Yu. *Molodezh' Barnaulu: materialy meditsinskogo razdela XII gorodskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh.* [Youth Barnaul: materials of the medical section of the XII city scientific-practical conference of young scientists]. Barnaul, 2011, pp. 50–53. (in Russ.).
27. Lobanova I.Yu., Turetskova V.F. *Vestnik GTGFA*, 2011, no. 7, pp. 118–121. (in Russ.).
28. Lobanova I.Yu. *Molodezh' Barnaulu: materialy XI gorodskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh.* [Youth Barnaul: materials of the XI city scientific-practical conference of young scientists]. Barnaul, 2010, vol. 2, pp. 119–120. (in Russ.).
29. Lobanova I.Yu., Turetskova V.F. *Aktual'nyye voprosy farmatsevticheskoy nauki i obrazovaniya.* [Actual problems of pharmaceutical science and education]. Tomsk, 2011, pp. 96–100. (in Russ.).
30. Lobanova I.Yu., Turetskova V.F., Kudrikova L.Ye. *Aktual'nyye problemy farmakologii i farmatsii: yezhegodnyy sbornik nauchnykh i metodicheskikh rabot prepodavateley, molodykh uchenykh i studentov farmatsevticheskogo fakul'teta.* [Actual problems of pharmacology and pharmacy: an annual collection of scientific and methodological works of teachers, young scientists and students of the Faculty of Pharmacy]. Barnaul, 2009, vol. VI, pp. 125–129. (in Russ.).
31. Lobanova I.Yu. *Vestnik ural'skoy meditsinskoy nauki.* 2011, vol. 3, no. 1, pp. 67–68. (in Russ.).

Received August 29, 2018

Revised October 18, 2018

Accepted October 28, 2018

For citing: Nekhorosheva A.V., Nekhoroshev S.V., Drenin A.A., Botirov E.Kh., Gornikov N.V., Zotova A.M., Krasilnikov I.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 251–259. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019024341.

