

Введение Основным действующим компонентом чаги является меланин, который обладает противоопухолевыми, гепатопротекторными, антиоксидантными и иммуномодулирующими и др. свойствами [1-5]. Высокая биологическая активность меланина чаги обуславливает актуальность разработки новых лекарственных препаратов и БАД именно на его основе. Выделение меланина проводят из водных извлечений чаги путём их подкисления 25 % водным раствором хлористоводородной кислоты [6]. Меланин, выпавший в осадок, отделяют путём фильтрования, с получением густой темно-коричневой пасты, содержащей около 85-90 % влаги [7-8]. Поэтому для последующей переработки и использования выделенного меланина необходимо провести его сушку до установленной влажности [9]. Целью работы являлось разработка способа конвективно-кондуктивной сушки меланина чаги, позволяющего сохранить его физико-химические свойства и высокую антиоксидантную активность.

Экспериментальная часть В работе использовали сырьё, приобретённое в аптечной сети: ОАО «Красногорсклексредства», Россия, Московская обл., г. Красногорск, мкр. Опалиха, партия 10210 (1); ООО «КФК «Кентавр», Россия, Самарская обл. Елховский р-н, с. Елховка, партия 10709 (2). Получение водных извлечений чаги и выделение из них меланинов проводили по стандартной методике [6]. Влажный меланин с воронки Бюхнера переносили в чашку Петри, распределяли его ровным слоем, и высушивали при температурах 40 ± 2 и 70 ± 2 оС в электросушилке «Lumme Summer Emotion LU-1850». В качестве контрольного образца использовали меланин, высушенный при комнатной температуре (20 ± 5 оС). У полученных образцов меланинов определяли влажность и антиоксидантную активность по методикам, описанным в [10-12]. Растворимость меланина определяли по методике [10]. Приготовление водных растворов меланинов проводили при непрерывном перемешивании в течение 1 ч при температуре 37 ± 5 оС. В полученных растворах меланинов определяли содержание белка [10], фенолов [13] и углеводов [14]. Методом фотон-корреляционной спектроскопии определили размер частиц исследуемых меланинов. ИК-спектры меланинов снимали на приборе ИК-спектрометр «Shimadzu» в таблетках KBr. Для проведения полнофакторного эксперимента и минимизации среднеквадратических ошибок была использована программа «Statistica 6.0». Обсуждение результатов Ранее показано, что при повышении температуры сушки меланина с 45 оС происходит конденсация его частиц. Об этом свидетельствует увеличение содержания углерода и понижение количества функциональных групп в полученных меланинах, а также уменьшение растворимости. Изменение физико-химических характеристик меланина может повлиять на его физиологическую активность [15]. На основании этих результатов нами в работе для сушки меланинов были выбраны два температурных режима - 40 ± 2 и 70 ± 2 оС. Сушку меланинов осуществляли конвективно-кондуктивным способом. У высушенных меланинов была

определена влажность (таблица 1). Таблица 1 - Влажность высушенных меланинов при различных параметрах сушки, n=5 Сырьё тсуш, оС тсуш, мин Влажность, % 1 20±5 48* 10,1±0,20 40±2 40±5 11,4±0,90 70±2 40±5 10,2±0,20 2 20±5 48* 10,0±0,01 40±2 40±5 11,0±0,01 70±2 40±5 12,0±0,02 * - в ч Показано, что независимо от температуры сушки и партии сырья влажность меланинов составляет 10-12 % и соответствует влажности меланинов, высушенных при комнатной температуре в течение 2 сут. При этом установлено, что при температуре сушки 40±2 оС и продолжительности 40±5 мин достигается требуемая влажность меланина. Для разработки лекарственных средств и БАД на основе меланина важно сохранить при сушке его физико-химические свойства, такие как неизменность его структуры на молекулярном уровне; размер частиц; растворимость; содержание углеводов, фенолов и белка в его водных растворах и антиоксидантная активность. Показано, что ИК-спектры меланинов (рисунок 1), высушенных при различных температурах схожи. Таким образом, все исследуемые режимы сушки не приводят к изменениям структуры меланинов на молекулярном уровне. Рис. 1 - ИК-спектры меланинов, высушенных а) при 20±5°С; б) при 40±2°С; в) при 70±2°С Анализ размера частиц показал, что они изменяются в зависимости от температуры сушки (рисунок 2). В контрольном образце меланина обнаруживаются частицы двух размеров с Rэфф=175 нм и Rэфф=52 нм. В образцах меланинов, высушенных конвективно-кондуктивной сушкой, встречаются частицы только одного размера, который уменьшается с повышением температуры сушки. Это указывает на возможную конденсацию частиц меланина в ходе сушки по сравнению с контрольным меланином. Рис. 2 - Эффективный радиус (нм) частиц меланинов, высушенных при различных температурах (сырьё 1) Таким образом, оптимальной температурой сушки можно считать 40 °С, поскольку в этом образце меланина размер частиц наиболее близок к размерам частиц в контрольном образце. Показано, что растворимость меланинов повышается с увеличением температуры сушки, как в воде, так и в фосфатном буферном растворе (рисунок 3). Наиболее наглядно изменение растворимости наблюдается у меланинов, полученных из сырья 1. Возможно увеличение растворимости меланина, высушенного при 70 °С по сравнению с контрольным образцом, связано с тем, что он имеет меньшие размеры частиц (рисунок 2). Рис. 3 - Растворимость высушенных меланинов: - из сырья 1, - из сырья 2 Проведено определение углеводов, фенолов и белка в водных растворах меланина (таблица 2). Показано, что содержание в них углеводов с повышением температуры сушки меланина из сырья 1 уменьшается в 1,3 раза и из сырья 2 в 3,2 раза. При этом количество фенолов в водных растворах меланинов увеличивается в 2 раза (сырьё 1), либо имеет то же значение, как при высушивании меланина при 20 °С (сырьё 2). Отсутствие белка свидетельствует о том, что он прочно связывается с пигментной частью меланина при его осаждении. Таблица 2 - Содержание углеводов,

фенолов и белка в водных растворах высушенных меланинов, n=5 Сырьё тсуш, °С

Компонент, %*	углеводы	фенолы	белок
1	20±5	14,0±0,4	1,71±0,2
не обнаружен	40±2	12,4±0,4	1,43±0,1
2	70±2	10,9±0,4	3,54±0,1
3	20±5	12,7±0,5	3,20±0,4
4	40±2	4,40±0,3	2,40±0,1
5	70±2	4,10±0,0	3,10±0,5

* - от массы меланина

Вероятно, изменения, происходящие при сушке в меланинах, полученных из сырья 1 и сырья 2, по-разному влияют на компоновку пигментной и белково-полисахаридной частей этих меланинов. Поскольку потеря компонентов меланинов при растворении в зависимости от используемого сырья достаточно сильно изменяется при увеличении температуры сушки, обосновать выбор оптимальных параметров сушки на основании этих данных достаточно сложно.

Температура сушки, °С

Рис. 4 - Антиоксидантная активность высушенных меланинов: - из сырья 1, - из сырья 2

Как показано на рисунке 4, меланины, высушенные при 40±2°С, обладают самой высокой антиоксидантной активностью, в независимости от партии сырья, из которого они были получены. По-видимому, такой режим сушки позволяет снизить полидисперсность фракций меланина и получить частицы с определённой конформацией, позволяющей обеспечить их высокую антиоксидантную активность. Установлено, что меланин высушенный при температуре 40±5 °С по физико-химическим характеристикам, таким как влажность, антиоксидантная активность, размер частиц наиболее близок к контрольному образцу меланина. На основании полученных результатов можно рекомендовать проводить конвективно-кондуктивную сушку меланина при 40±2 °С.

Выводы

1. Установлено, что температура конвективно-кондуктивной сушки меланинов является определяющим параметром процесса и влияет на его физико-химические свойства и антиоксидантную активность.
2. Показано, что оптимальной температурой конвективно-кондуктивной сушки меланинов чаги, выделенных из разных партий сырья является 40±2 °С.