

и коммуникативная активность в непосредственном контакте с растительным материалом, обычно находящемся в естественной среде, с целью повышения уровня двигательной активности, восстановления и совершенствования психофизических способностей. Уже несколько десятилетий хортитерапия успешно используется в США, странах Западной Европы, в последние годы также в Польше и РФ как дополнительные и вспомогательные средства комплексной реабилитации инвалидов, активизации лиц с высоким риском социального исключения. Занятия проводят специалисты с междисциплинарной подготовкой на стыке биологии, психологии и специальной педагогики, реабилитологии.

Утверждение, что хортитерапия эффективно противодействует социальному исключению некоторых лиц по причине их отличия от большинства (в связи с физической или интеллектуальной недееспособностью, иным этническим происхождением), вытекает из личного опыта авторов. Занятия хортитерапией способны повлиять на улучшение качества жизни изолированных лиц в обществе, имеют значение для вовлечения таких лиц в процессы трансформации социального окружения.

В контексте хортитерапевтического воздействия необходимо разработать действенные методы, определить цель, которую можно реализовать. Продолжительность, интенсивность и количество упражнений зависят от уровня цели (изготовление букетов, цветочных композиций – несколько часов; создание клумбы или других мелких форм освоения зеленых территорий – 1–4 дня; создание сада – больше недели). Физические элементы работы нацелены на повышение профессиональной квалификации: выполнение простых действий, напр., посев, посадка, прополка, подрезка, и более сложных – разработка планировки клумбы. Занятия посредством контакта с растениями интенсифицируют действие многих внешних стимулов и воздействуют на все органы чувств: обоняния – запахи; вкуса – сладкое, кислое или горькое; зрения – цвета возбуждающие или успокаивающие и т. д. Кроме практических занятий большую роль играет образовательная часть – изучение видов растений, их целебных свойств и т. п. Элементы хортитерапии также позволяют получать удовольствие от самой работы с растениями, психологическую разрядку. В индивидуальных упражнениях имеется возможность самоутверждения, удовлетворения из-за достижения цели, групповых – научиться взаимодействовать с другими для выполнения общего дела.

Исследования выполнены методами интервью, анкетирования, наблюдений до, во время и после занятий. В 2009-2015 гг. в разных регионах Польши: на базе Ботанического сада Варшавского университета, Варминско-Мазурского университета, на Фестивале цветов в замке Ксёж (Нижняя Силезия), оздоровительных центрах было проведено 214 сеансов для 1367 чел., возраст от 5 до 74 лет. У 86% опрошенных лиц выявлено субъективное улучшение самочувствия, у всех участников наблюдались рост уровня уверенности в себе и самооценки, мотивации к активной деятельности, у 39% взрослых – развитие ключевых умений, в том числе речевых способностей, у 83% возросли общественные компетенции и чувство ответственности за окружающую среду.

*Wojciechowska Z. V., Wojciechowski D. G., Puranok M. V.*

#### **HORTICULTURAL THERAPY AS AN EFFECTIVE METHOD OF COUNTERACTION THE SOCIAL EXCLUSIONS**

Results of a few years use of hortitherapy (horticultural therapy or socio-therapeutic and «adaptive» horticulture) as a method to counter social exclusion are presented.

**Генова А. И., Сяхович В. Э., Беляев С. А.**

*Национальная антидопинговая лаборатория, а/г Лесной, Республика Беларусь*

#### **ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕКОМБИНАНТНОГО ЭРИТРОПОЭТИНА ЧЕЛОВЕКА**

Эритропоэтин (ЕРО) представляет собой гликопротеиновый гормон, синтезируемый преимущественно почками. Он регулирует эритропоэз и поддерживает количество эритроцитов на оптимальном уровне, контролируя пролиферацию и дифференцировку предшественника эритроцитов. ЕРО выполняет важнейшие биологические функции, в связи с этим он стал первым фактором гемопоэза, который подвергся клонированию. Человеческий рекомбинантный эритропоэтин (rhЕРО) широко используется как препарат для лечения различных форм анемии. Он также хорошо известен как повышающий выносливость у спортсменов, в связи с чем, его применение в некоторых видах спорта было запрещено Всемирным антидопинговым агентством с 1989 года.

Таким образом, большую важность представляет разработка метода, позволяющего дифференцировать ЕРО эндогенного и экзогенного происхождения. Это связано с тем, что около 40% массы молекулы человеческого ЕРО приходится на олигосахаридные цепи, присоединенные к полипептидному остову в трех сайтах N-гликозилирования (Asn 24, 38 и 83) и одном сайте O-гликозилирования (Ser 126). Состав и структура углеводных компонентов играют критическую роль в биологической активности ЕРО. В то время как поли-

пептидная цепь контролируется генетически, олигосахаридные цепи представляют собой результат серии пост-трансляционных ферментативных реакций, являющихся ткане- и видоспецифичными, что приводит к образованию смеси изоформ, углеводный состав которых отличается у rhEPO по сравнению с нативным гормоном.

В данной работе был использован метод протеомики bottom-up, заключающийся в получении и последующем масс-спектрометрическом анализе пептидов рекомбинантного эритропоэтина. Полученные в результате триптического гидролиза пептиды rhEPO были разделены методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на обращенно-фазовой колонке и проанализированы с использованием квадруполь-времяпролетного масс-спектрометра высокого разрешения Agilent Q-TOF 6550 iFunnel. Разработанный подход позволил детектировать все негликозилированные пептиды rhEPO. Состав и структура найденных пептидов были подтверждены методом tandemной масс-спектрометрии.

Одновременно, хромато-масс-спектрометрический анализ позволил идентифицировать широкий спектр компонентов смеси, соответствующих различным вариантам гликопептидов, обусловленным гетерогенностью их олигосахаридных фрагментов в эритропоэтине. Использование LC-MS анализа и компьютерного моделирования позволило предположить структуру олигосахаридных цепей данных гликопептидов.

Henova A. I., Syakhovich V. E., Beliaev S. A.

### **ANALYSIS OF RECOMBINANT HUMAN ERYTHROPOIETIN BY LIQUID CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY**

Erythropoietin is a glycoprotein hormone that stimulates erythropoiesis through controlling the proliferation and differentiation of the erythroid progenitors. In this study the methodological approach of recombinant human erythropoietin detection by high resolution mass spectrometry based on their prior tryptic hydrolysis was developed.

**Герасимович К. М.<sup>1, 2</sup>, Бесараб Н. В.<sup>2</sup>, Кантерова А. В.<sup>2</sup>, Новик Г. И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова  
Белорусского государственного университета,

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ КАРОТИНОИДОВ ШТАММАМИ ДРОЖЖЕЙ РОДА *RHODOSPORIDIUM***

Поиск биологически активных соединений, синтезируемых микроорганизмами, а также увеличение синтеза уже изученных, в настоящее время остается актуальной задачей современной биотехнологии. Это обусловлено возможностью получения путем микробного синтеза различных биопродуктов, богатых витаминами, липидами, белками, микроэлементами и другими биологически активными веществами. В настоящее время большой интерес для науки и различных отраслей народного хозяйства, таких как химическая, пищевая промышленность, косметология и фармацевтика представляют каротиноиды, являющиеся наиболее многочисленной и распространённой группой природных пигментов. Ежегодно потребность в каротиноидах возрастает, что требует развития всех возможных источников их получения, а также открытие новых. В настоящее время каротиноиды можно получить путем химического синтеза, микробиологическим способом или выделением из растительного сырья. В связи с тем, что дрожжи способны синтезировать широкий спектр каротиноидов, а также обладают способностью в процессе ферментации накапливать достаточное количество биомассы и расти на относительно дешевых средах, эта группа эукариотных микроорганизмов занимает прочные позиции в современной биотехнологии, в том числе и в области микробиологического синтеза каротиноидов. Настоящее исследование посвящено изучению продукции каротиноидов дрожжами рода *Rhodospiridium*.

Культивирование штаммов дрожжей *Rh. Toruloides*, *diobovatum*: БИМ Y-24, БИМ Y-102, БИМ Y-135, БИМ Y-163, БИМ Y-165, БИМ Y-211 проводили согласно принятым методикам\*.

Полученные результаты позволили установить, что наиболее продуктивным из исследуемых культур является штамм Y-211 (уровень продукции составил 366,0232 мкг/г). Для других штаммов уровень продукции каротиноидов составил: БИМ Y-24 100,433 мкг/г, БИМ Y-102 51,66023 мкг/г, БИМ Y-135 195,2124 мкг/г, БИМ Y-163 349,112 мкг/г, БИМ Y-165 188,8803 мкг/г, БИМ Y-211 366,0232 мкг/г.

Колонии штамма *Rh. diobovatum* БИМ Y-102 при культивировании на пивном сусле имели оранжевую окраску, в сравнении с окрашенными в красный цвет колониями, остальных культур. Это является косвенным признаком преимущественного содержания каротиноидов по сравнению с липокинами в общем пуле синтезируемых дрожжами пигментов.

\*Анализ роста и продукции каротиноидов на пивном сусле