

**Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts
Part 2**

Минск
2012

Антимутагенная активность экстрактов эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.)

Буйдин В.В.¹, Поспелов С.В.², Самородов В.Н.², Антоненко С.В.¹

¹ Национальный педагогический университет имени В.Г. Короленко, г. Полтава, Украина,
e-mail: buidin@ukr.net

² Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Резюме. Впервые приведены экспериментальные данные антимутагенного и антистрессового действия экстрактов эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). Обработка экстрактами снижает отрицательное действие мутагена на корневую меристему семян ячменя посевного, ускоряет процесс расхимеривания тканей и рост корней.

Summary. For the first time the experimental results of anti-stress and antimutagenic effect of an extract of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) are shown. Using the extract reduces the negative effects of mutagens on the root meristem of barley achenes, accelerates root growth and reduces the formation of chromosomal chimaeras in the tissues.

Исследованиями последних лет доказано, что биологически активные вещества природного происхождения имеют антимутагенные свойства. Их использование в сельском хозяйстве уменьшает как гербицидную, так и мутагенную нагрузку на растения, улучшает состояние окружающей среды, способствует охране и защите генофонда. К антимутагенам природного происхождения относят в первую очередь витамины, пигменты, аминокислоты, фенолы и полифенолы [1].

Одним из носителей этих веществ является эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). В связи с этим приобретает актуальность исследования антимутагенных свойств этого ценного интродуцента. Вот почему задачей наших исследований явилось изучение влияния экстрактов листьев эхинацеи на активность аценафтена – мутагена, вызывающего полипloidию у растений. Это ароматическое соединение действует в парообразном состоянии, подобно колхицину, разрушает веретено деления, но в экспериментальной полипloidии используется редко, потому что при малых концентрациях выход полипloidных растений очень низок, а при высоких – сказывается его отравляющее влияние [2].

Водные растворы эхинацеи готовили путем настаивания сухой измельченной массы листьев в дистиллированной воде в течение двух часов при комнатной температуре. Соотношение массы к воде составляло 10:100 с последующим разведением до концентраций 0,1%, 0,01%, 0,001%. Выбор сырья объясняется более высокой биологической активностью листьев по сравнению с другими частями растения [3]. Аценафтен, ввиду его плохой растворимости в воде, наносили на фильтровальную бумагу в чашки Петри в виде его эфирного раствора. При выборе концентрации полипloidогена (5 мг на чашку Петри) исходили из данных, опубликованных ранее [4].

В качестве тест-объекта служил ячмень посевной (*Hordeum sativum* Lessen.) сорта «Персей». Для цитогенетического анализа материал, зафиксированный в уксусном спирте, окрашивали в 1% ацетоорсеине и готовили давленные временные препараты, которые изучали под микроскопом МБР-3. Опыты проводили в термостате при температуре 25° С в трехкратной повторности. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы Excel 7,0. Выводы об антимутагенном действии изученных экстрактов делали на основании исследования соотношения клеток разных уровней пloidности (2п, 4п и 8п) в корневой меристеме ячменя, и длины корней как косвенного подтверждения отсутствия или наличия антимутагенных свойств.

В связи с тем, что полипloidизирующий эффект аценафтена зависит от длительности его действия на точки роста, нами проведены две серии опытов. В первой из них семена тест-объекта в течение 96 часов проращивались в воде, среде с аценафтенем и с аценафтенем и экстрактами.

Данные, полученные в этом эксперименте (табл. 1), показали, что после 24-часового пребывания прорастающих зерновок ячменя в чашках Петри, где находились экстракты разных концентраций и аценафтен, а также где был только аценафтен, реакция корней была одинаковой. Они имели слабые утолщения, а длина их оказалась в 2,7–3,1 раза меньше, чем в контроле. На реакцию тест-объекта не повлияло то, что в течение суток его корни находились в растворах, которые содержали вещества с рост-стимулирующей активностью.

Таблица 1. Длина корней ячменя при проращивании зерновок в парах аценафтена (А) в присутствии экстрактов листьев (Э) эхинацеи пурпурной, мм

Экспозиция, час	Варианты опыта				
	Контроль (вода)	А + вода	А + 0,1% Э	А + 0,01% Э	А + 0,001% Э
24	14,8 ± 0,39	5,4 ± 0,19	4,98 ± 0,14	5,06 ± 0,16	4,70 ± 0,22
48	31,5 ± 0,8	5,30 ± 0,20	5,17 ± 0,13	5,30 ± 0,13	5,04 ± 0,15
72	44,4 ± 0,13	4,9 ± 0,15	4,90 ± 0,14	5,20 ± 0,14	5,00 ± 0,13
96	*	4,8 ± 0,12	4,90 ± 0,14	5,00 ± 0,13	4,80 ± 0,15

Примечание: * – из-за больших размеров корней и их переплетения измерение не проводилось.

Таким образом, в случае постоянного влияния полиплоидогена на корневую меристему изученные экстракты не снимают и не уменьшают угнетающее ростовые процессы действие аценафтена. В дальнейшем до конца эксперимента достоверной разницы в длине корней между вариантами аценафтен + дистиллированная вода и аценафтен + экстракты не наблюдалось.

В то же время цитологический анализ корней (табл. 2) показал, что исследуемые экстракты в начале проращивания зерновок ячменя существенно влияют на соотношение в них клеток разных уровней пloidности и на среднее количество метафаз, которые находятся в зоне деления корня. В частности, после суточного пребывания в парах аценафтена в вариантах *аценафтен + вода* количество диплоидных клеток равнялось 57,15%, тогда как в вариантах с исследуемыми экстрактами этот показатель колебался в пределах 70,30–72,47%. При этом в корнях этих вариантов достоверно меньшим оказалось количество не только тетраплоидных, но и октаплоидных клеток; в вариантах *аценафтен + вода* их было 4,13%, *аценафтен + экстракты* в концентрации 0,001% – 0,68%, 0,01 – 2,2%, и 0,1% – 1,98%. Полученные результаты можно объяснить тем, что исследованные экстракты снижают полиплоидогенную, то есть мутагенную активность аценафтена. Возможно, это происходит за счет более быстрого перехода клеток к интерфазе или блокирования деления полиплоидных клеток.

Определенным подтверждением этой точки зрения может служить такой показатель, как среднее количество метафаз в зоне деления корня. Для варианта *аценафтен + вода* он составил 218,5, для исследованных концентраций – 106,5, 114,7 и 110,5, соответственно, т.е. под влиянием экстрактов из эхинацеи почти в два раза уменьшилось количество метафаз. Цитологический анализ корней после 48, 72 и 96-часового пребывания их в исследуемых средах (*аценафтен + вода* и *аценафтен + экстракты*) выявил полное отсутствие клеточных делений. Таким образом, при постоянном влиянии полиплоидогена на проростки ячменя изученные экстракты теряли свои антимуtagenные свойства.

В следующем эксперименте влияние полиплоидогена было ограничено 24 часами. При этом наклюнувшиеся зерновки ячменя сначала проращивались в течение суток в парах аценафтена, после чего переносились в дистиллированную воду (контроль) и в исследуемые экстракты. Корни у таких зерновок имели длину 4,7±0,04 мм и как и в первом опыте более чем в два раза уступали по этому показателю контролю (12,6±0,3 мм).

Первое измерение длины корней было произведено после 24-часового пребывания их в воде и экстрактах. Оно показало, что прирост был незначительным (0,3–0,6 мм) и достоверных отличий между контролем и вариантами опыта нет (табл. 3). В течение следующих

Таблица 2. Влияние экстрактов эхинацеи пурпурной (Э) на уровень пloidности в клетках корней ячменя, обработанных аценафтеном (экспозиция 24 часа)

Вариант опыта	Исследовано метафаз, шт.	Метафаз на корень, шт.	Пloidность клеток		
			2 n	4 n	8 n
Аценафтен + вода	1311	218,5	57,15	38,72	4,13
Аценафтен + 0,1% Э	663	110,5	70,30	27,72	1,98
Аценафтен + 0,01% Э	688	114,7	72,47	25,33	2,20
Аценафтен + 0,001% Э	639	106,5	70,72	28,60	0,68

Таблица 3. Длина корней ячменя после суточного пребывания зерновок в парах аценафтена и их переноса в экстракты эхинацеи пурпурной, мм

Экспозиция, час.	Варианты опыта			
	Вода	0,1% Э	0,01% Э	0,001% Э
	4,7 ± 0,04*			
24	5,1 ± 0,08	5,0 ± 0,07	5,1 ± 0,08	5,3 ± 0,07
48	5,5 ± 0,1	5,6 ± 0,1	6,7 ± 0,2	6,0 ± 0,2
72	5,6 ± 0,3	7,1 ± 0,4	9,6 ± 0,7	6,9 ± 0,4

Примечание: * – средняя длина корней у зерновок при их переносе в чашки Петри.

суток постепенно начал проявляться ростстимулирующий эффект исследуемых экстрактов. Более заметным он оказался для концентрации 0,01%: к концу эксперимента длина корней в этом варианте превышала контроль на 71,4%. Для концентраций 0,1 и 0,001% превышение над контролем составило 26,8% и 23,2%, соответственно. Таким образом, водные экстракты листьев эхинацеи пурпурной повлияли на более быстрое выведение корневой меристемы из состояния угнетения, которое было вызвано действием полиплоидогенного вещества. В этом случае можно говорить об их антистрессовом действии.

Цитологический анализ, результаты которого приведены в таблице 4, показал, что в зоне деления корней ячменя, зерновки которого переносились в растворы с экстрактами, были клетки разных уровней пloidности. При этом процент диплоидных клеток составил 61,91%, тетраплоидных – 33,5% и октаплоидных – 4,59%, то есть наблюдалась химерность ткани, что является типичной реакцией на действие полиплоидогена [5]. В дальнейшем такая миксоплоидная ткань за счет процесса расхимеривания должна стабилизироваться на определенном уровне пloidности. Учитывая незначительное количество клеток тетраплоидного и октаплоидного уровня (в сумме их было 38,9%) и слабое последствие, которое характерно для аценафтена, наиболее вероятным было возвращение такой ткани к диплоидному уровню, что и произошло почти во всех вариантах опыта в течение 48 часов.

В то же время, исследуемые экстракты существенно повлияли на динамику расхимеривания миксоплоидных корней в тест-объекте. Так, в корнях контрольных вариантов после 24-часового пребывания в воде было выявлено 29,34% тетраплоидных и 3,86% октаплоидных клеток, то есть количество полиплоидных клеток уменьшилось на 5,7%. В вариантах, где использовались экстракты, этот показатель оказался существенно и достоверно большим; для концентрации 0,1% уменьшение произошло на 28,3%, для 0,01% – на 38,53%, и для концентрации 0,001% – на 36,95%. Интересным является и тот факт, что октаплоидные клетки, в отличие от контроля, во всех этих вариантах не выявлены.

Через 48 часов полиплоидных клеток в контроле и всех вариантах опыта, кроме 0,1% концентрации, не оказалось. При указанной концентрации их было лишь 1,44%, что дает основание утверждать о некоторой задержке процесса расхимеривания, так как через 72 часа и в этом варианте полиплоидные клетки отсутствовали.

Таким образом, вещества, содержащиеся в исследуемых экстрактах, ускорили процесс расхимеривания ткани, вследствие чего для концентраций 0,01 и 0,001% он практически завершился в течение суток, так как в корнях этих вариантов оказалось 99,63 и 98,05% диплоидных клеток, соответственно. В корнях, которые пребывали в растворах 0,1% концентрации, таких клеток было 89,94%.

Обращает на себя внимание показатель среднего количества метафаз в зоне деления корня (табл. 4). Его анализ, с одной стороны, подтверждает известные закономерности, касающиеся особенностей действия полиплоидогенных веществ на митоз, а с другой – позволяет выявить влияние на эти особенности исследуемых экстрактов. В частности, то довольно большое количество метафаз (232,3), которое наблюдается в корнях после 24-часовой обработки аценафтенном, закономерно, так как для полиплоидогенных веществ благодаря разрушению веретена деления характерно значительное увеличение количества клеток на стадии метафазы. Также закономерным является существенное уменьшение этого показателя после прекращения действия мутагена. Происходит это потому, что клетки имеют возможность завершить митотический цикл путем перехода к следующим фазам митоза и, наконец, к интерфазе [2]. При этом количество метафаз снижалось, но динамика этого процесса зависела от действия исследуемых экстрактов. В частности, после суточного

Таблица 4. Результаты цитологического анализа корней ячменя, зерновки которого после суточного пребывания в аценафтене доращивали в экстрактах эхинацеи пурпурной

Вариант опыта	Экспозиция, час	Исследовано метафаз, шт.	Метафаз на корень, шт.	Плоидность клеток, %		
				2 n	4 n	8 n
Корни зерновок, которые сутки находились в чашках Петри с аценафтенем		1394	232,3	61,91	33,50	4,59
Контроль (вода)	24	259	25,9	66,8	29,34	3,86
	48	147	14,7	100,0	-	-
	72	379	54,14	100,0	-	-
0,1% Э	24	169	16,9	89,94	10,06	-
	48	208	20,8	98,56	1,44	-
	72	332	41,71	100,0	-	-
0,01% Э	24	270	27	99,63	0,37	-
	48	321	32,1	100,0	-	-
	72	296	42,29	100,0	-	-
0,001% Э	24	923	92,3	98,05	1,95	-
	48	186	13,3	100,0	-	-
	72	387	55,29	100,0	-	-

пребывания зерновок в воде и в экстрактах наблюдалось уменьшение количества метафаз с 232,3 до 25,9 в контроле; при концентрации 0,001% этот показатель составил 92,3, при 0,01% – 27,0 и при 0,1% – 16,9 метафазы. Таким образом, в корнях, произрастающих в экстрактах самой низкой концентрации, количество метафаз оказалось в 3,6 раза большим, чем в контроле.

Наиболее вероятные причины этого явления – стимулирование экстрактами 0,001% концентрации клеточных делений после завершения действия полиплоидогена или же задержка ими перехода клеток в телофазу. Косвенным подтверждением версии стимулирования может быть несколько больший прирост длины корней в этом варианте, чем в контроле и опыте (табл. 3). В течение следующих 24 часов действие экстрактов прекратилось, что привело к выравниванию анализируемого параметра с контрольным. Одинаковым с ним оказалось количество метафаз и по окончании эксперимента.

Очевидно, экстракты в концентрации 0,01% в течение первых суток не оказывали стимулирующего действия, поэтому количество метафаз в этом варианте было почти таким, как в контроле, а длина корней, равная с ним. В дальнейшем шло постепенное увеличение, а не резкое уменьшение количества метафаз, как это наблюдалось в контроле и в варианте с использованием 0,001% экстракта. К 48 часу их оказалось больше, чем в других вариантах опыта на 11,3–18,8 шт. Вероятно, этим фактом можно объяснить, почему у тест-объекта при концентрации 0,01% на этот момент были самые длинные корни (больше на 11,5–21,8%). В течение следующих суток количество метафаз продолжало увеличиваться, но в конечном итоге их оказалось меньше, чем в контроле и при концентрации 0,001% (42,29 против 54,14 и 55,29 шт., соответственно). В то же время это привело к тому, что корни в этом варианте оказались самыми длинными. Мы считаем, что объяснить это кажущееся противоречие можно отсутствием того глубокого торможения процесса пролиферации клеток, которое наблюдалось в контроле и при использовании экстракта 0,001% концентрации после 48-часового пребывания в них зерновок.

Динамика изменения количества метафаз при концентрации 0,1% оказалась очень схожей с той, которая наблюдалась в варианте с использованием 0,01% экстракта, но в первые двое суток абсолютные показатели в последней были заметно выше. Как результат, менее активный рост корней.

Таким образом, установлено, что исследуемые экстракты влияют на динамику изменения количества метафаз в корневой меристеме, которая находилась под влиянием полиплоидогена. Одним из результатов такого влияния является более интенсивный рост корней в опытных вариантах, особенно при 0,01% концентрации экстракта.

Проведенные исследования позволяют заключить, что водным экстрактам эхинацеи пурпурной присущи антимутагенные и антистрессовые свойства. Сила проявления этих свойств зависит от концентрации экстрактов и длительности действия, как их, так и мутагенного фактора. С помощью экстрактов эхинацеи пурпурной можно увеличивать интенсивность пролиферации клеток в тканях, обработанных полиплоидогенами. При определенных условиях биологически активные вещества, находящиеся в экстрактах, могут влиять на расхимирование обработанного полиплоидогенами материала, существенно ускоряя этот процесс.

Список литературы:

1. Бариляк И.Р. Антимутагенные и генопротекторные свойства препаратов растительного происхождения / И.Р. Бариляк, А.В. Исаева // Цитология и генетика. – 1994. – 28, № 3, с. 3–17.
2. Бреславец Л. П. Полиплоидия в природе и опыте. / Л. П. Бреславец. – М.: АН СССР, 1963, с. 364.
3. Буйдін В. В. Особливості дії екстрактів різних органів ехінацеї пурпурової на ріст коренів ячменю / В. В. Буйдін, В. Ю. Нор, С. В. Поспелов, В. М. Самородов // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2006. – № 2, с. 53–57.
4. Буйдин В. В. Сравнительное изучение особенностей действия некоторых полиплоидогенных веществ: автореф. дис... канд. биол. наук / В. В. Буйдин. – К.: 1980, с. 22.
5. Щербаков В.В., Гриних Л.И. Химерность у растений. / В.В. Щербаков, Л.И. Гриних. – М.: Наука, 1981, с. 212.

Исторические и эколого-экономические аспекты антропогенной трансформации видового состава природных экосистем

Бусько Е.Г., Дудкина Л.А.

Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова,
г. Минск, Беларусь, e-mail: dudlil@mail.ru

Резюме. Рассмотрены вопросы в области изучения формирования биоразнообразия в различных природных экосистемах под влиянием чужеродных видов. Дано общее представление о биологических инвазиях как частном случае интродукции организмов и оценены масштабы этого явления. Проанализированы основные причины процесса антропогенного расселения видов.

Summary. The material makes it possible to consider the issues in the study of the formation of biodiversity in different natural ecosystems under the influence of alien species. We give a general idea of the biological invasions as a special case of the introduction of organisms and to assess the extent of this phenomenon. Analyzed the main reasons for the process of anthropogenic dispersal of species.

В XX столетии биологические инвазии различных организмов в результате интенсификации промышленности, сельского хозяйства и развития экономических отношений стали причиной изменения границ биогеографических областей. Рост народонаселения планеты и повышение уровня технической и энергетической вооруженности человека послужил основой колоссальных изменений экосистем. Проблема антропогенной трансформации естественных систем тесно связана с различными, политическими, экономическими и культурными процессами: говорят даже об антропогенной эволюции экосистем и новом типе биоразнообразия – ксеноразнообразии, образованном чужеродными видами [1, 2, 3]. Особое внимание уделяется повреждающему аспекту вселения чужеродных видов. Инвазии адвентивных организмов признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем и являются платой за создание высокопродуктивных агроценозов, повышение эффективности торговли сельскохозяйственной продукцией и экзотическими видами, туризма, звероводства, спортивного лова рыбы и охоты. В историческое время мы наблюдаем не просто быстрое изменение видового разнообразия отдельных экосистем, но и необратимое преобразование ландшафтов целых регионов (Средиземноморье, Новая Зеландия, зона экваториальных лесов в целом, прерии Северной Америки, бассейн Аральского моря, болота Полесья и др.).

Оперируя концепцией К.Б. Городкова [4] о динамическом взаимодействии ареалов различных видов, можно говорить о том, что, по-видимому, никогда ни один вид не оказывал столь сильного и специфического ареагенного воздействия, как *Homo sapiens*. С точки зрения межвидовых отношений, человек выступает как сильнейший конструктор, особенно как аменсал (через формирование антропогенных ландшафтов и, соответственно, разрушение

Национальная академия наук Беларуси

Центральный ботанический сад

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

В двух частях

Часть 2

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

In two parts

Part 2

Минск
2012

Биологически активные соединения представителей рода *Echinacea* Moench

Поспелов С.В.¹, Кисличенко В.С.², Самородов В.Н.¹, Дьяконова Я.В.²

¹ Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина,
e-mail: serg_ps@mail.ru

² Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина

Резюме. Изложены экспериментальные данные изучения биологически активных соединений представителей рода *Echinacea* Moench. Впервые в СНГ детально исследована эхинацея бледная (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.): от интродукции, биологии, культивирования до фитохимической и фармацевтической оценки, разработки нового препарата. Для эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) и эхинацеи бледной представлены результаты содержания производных гидроксикоричных кислот и лектинов в сырье.

Summary. В работе представлены экспериментальные данные изучения биологически активных соединений представителей рода *Echinacea* Moench. Совместными исследованиями впервые в СНГ детально изучена эхинацея бледная (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.): интродукция, биология, культивирование, фитохимическая и фармацевтическая оценка, разработка нового препарата. Для эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) и эхинацеи бледной представлены результаты изучения содержания производных гидроксикоричных кислот, активности лектинов в сырье. Кратко описана история изучения и применения эхинацеи.

Ученые Украины большое внимание уделяют растительным средствам, которые способствуют коррекции здоровья населения в экологически неблагоприятных регионах страны, прежде всего тех, которые пострадали от аварии на Чернобыльской АЭС. Эта проблема в полной мере актуальна и для сопредельных территорий Беларуси и России. Большинство ученых, изучающих фармакологию, фитохимию растительных препаратов и фитотерапию, считают целесообразным рекомендовать и использовать для этих целей препараты эхинацеи, которые способствуют адаптации человека в неблагоприятных условиях окружающей среды.

По классификации McGregor [14] род эхинацея (*Echinacea* Moench.) семейства астровых (*Asteraceae*) представлен в мировой флоре девятью видами и двумя разновидностями. Согласно последней ревизии рода, проведенной канадскими учеными на основе многофакторного анализа, он включает четыре вида: э. бледную (*E. pallida* (Nutt.) Nutt.), э. темно-красную (*E. arthrolobosa* Nutt.), э. гладкую (*E. laevigata* (Boydton & Beadle) Blake), э. пурпурную (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), а также семь разновидностей [12]. В природе все виды встречаются в Америке и Канаде. В СССР э. пурпурная попала благодаря Н.И. Вавилову и начала изучаться с 1936 года. Но только после аварии на ЧАЭС она стала широко исследоваться, возделываться и применяться [6]. Кроме э. пурпурной в культуру введены э. бледная и э. узколистная. В этом плане Украина занимает лидирующее положение среди стран СНГ. Этому способствовало и то, что в 1998 и 1983 гг. на базе Полтавской государственной аграрной академии были проведены две международные конференции, посвященные эхинацее [3, 8].

Многолетний успех применения и использования разных видов эхинацеи объясняется прежде всего уникальными химическими компонентами, которые содержатся как в надземной части, так и корневищах с корнями. Вековой опыт врачевания коренных жителей Америки давно поставил эхинацею на первое место среди растений-целителей. В монографии Стивена Фостера детально описано, насколько эффективно было использование эхинацеи племенами индейцев [13]. Именно это натолкнуло доктора Х. Мейера запатентовать и начать выпуск «Мейровского очистителя крови» – первого препарата из эхинацеи (в данном случае – э. узколистной). Первые фитохимические исследования были проведены фармацевтом Дж. У. Ллойдом, а врачебные испытания – доктором Дж. Кингом в 1887 г., таким образом, в этом году исполняется 125 лет этому событию. В Европу эхинацея попала в 30-е годы прошлого столетия, когда Герхард Мадаус, основатель компании Madaus GmbH, закупил в Америке несколько десятков граммов семян и заложил питомник. Однако вместо э. узколистной ему продали семена э. пурпурной. С этого момента эхинацея целенаправленно и тщательно изучается немецкими учеными, причем не только пурпурная, но и э. бледная и э. узколистная [11]. Детальное изучение фитохимии эхинацеи и интерес к препаратам растительного происхождения позволил фармацевтическим компаниям только одной Германии выпускать до 300 наименований лекарств с эхинацеей. То же самое можно отметить и для США, Канады, стран Евросоюза.

Установлено, что лечебный эффект суммарных извлечений эхинацеи более высокий, чем у отдельных компонентов. Благодаря этому разработаны технологии извлечения как из сухих, так и свежих частей растения, их дальнейшая переработка (консервация, лиофилизация). Такие препараты привлекают своей натуральностью и высокой эффективностью, давно завоевали популярность среди населения. Количество экстрактивных веществ выше всего в корневищах с корнями, причем у э. бледной извлекается до 25%, а у пурпурной – на 5–7% меньше. Из надземной массы э. пурпурной можно получить больше суммарных веществ (до 20%) по сравнению с э. бледной (15–17%) [10]. К сожалению, целенаправленной селекции в фармацевтическом направлении не ведется. Существующие сорта не проходят соответствующего тестирования и рекомендации для целенаправленного использования, хотя на сегодняшний день имеются культивары и формы высокого габитуса, которые обладают высоким потенциалом урожайности травы, и их можно было бы рекомендовать для производства сока или экстрактов. А показатель продуктивности корневищ вообще не обсуждается селекционерами. Исследования последних лет показывают, что качество сырья можно регулировать агротехническими приемами: подкормкой макро- и микроудобрениями, регуляторами роста, способами посадки, сроками уборки сырья и т.д. [3, 8, 9].

Примером комплексной работы может служить, по нашему мнению, совместное изучение э. бледной авторами данной публикации. В Полтавской аграрной академии уже 20 лет ведется целенаправленная работа по интродукции, изучению биологии, агротехники этого интересного и перспективного вида. В результате детально изучены основные закономерности онтогенеза, разработана технология выращивания культуры, выведен первый в СНГ сорт э. бледной «Красуня прерий», созданы промышленные плантации [7, 9]. Полученное на них сырье было передано в Национальный фармацевтический университет, где на современном уровне было проведено его комплексное фитохимическое изучение [1, 4].

С помощью спектральных, титриметрических и гравиметрических методов установлен количественный состав основных групп соединений. Из шрота, который остался после получения липофильных фракций, последовательно выделяли фракции полисахаридов: водорастворимые полисахариды (ВРПС), пектиновые вещества (ПВ), гемицеллюлозы (ГЦ) (табл. 1). Водорастворимых полисахаридов более всего содержалось в корневищах, затем идут листья

Таблица 1. Результаты определения количественного состава полисахаридных фракций в сырье эхинацеи бледной (*Echinacea pallida*)

Объект исследований	Содержание полисахаридных фракций, %		
	ВРПС	ПВ	ГЦ
Корневища	21,19±0,07	14,90±0,03	19,56±0,02
Стебли	0,01±0,004	6,47±0,05	38,82±0,08
Листья	18,05±0,02	20,28±0,05	14,05±0,06
Соцветия	10,65±0,06	0,05±0,03	22,87±0,05

и соцветия. Листья содержали больше всего пектиновых веществ, меньше их было в корневищах и стеблях. Самое большое количество гемицеллюлозы было в стеблях, почти в два раза меньше – в корневищах и соцветиях, меньше всего – в листьях. Спектрометрическим методом в пересчете на фруктозу определяли количественное содержание суммы фруктозанов в траве и корневищах, которое составило 0,12% и 7,91%, соответственно.

Из соединений фенольного комплекса было определено количественное содержание флавоноидов в траве – 0,35% в пересчете на рутин, 3,17% гидроксикоричных кислот в траве и 1,35% в корневищах (по хлорогеновой кислоте), гликозида эхинакозида – 0,15% в траве и 0,46% в корневищах. Сумма окисляемых полифенолов в траве составила 6,33% и в корневищах – 2,61%, фитомеланина – 1,8%. Содержание аскорбиновой кислоты в корневищах составило 0,0208%, соцветиях – 0,0126%, стеблях – 0,0244%, листьях – 0,033%.

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии определили, что сырье содержит 19 макро- и микроэлементов. В траве и корневищах было найдено 16 аминокислот, в плодах – 17. Определение содержания эфирного масла показало, что больше всего его содержится в корневищах – 0,7%, в траве и плодах – 0,18% и 0,28%, соответственно.

На основании проведенных исследований был разработан новый способ получения сухого экстракта с корневищ э. бледной, на основе которого была создана диетическая добавка «Иммунозащита» [1]. Проведенные фармакологические исследования показали, что экстракт обладает противовоспалительной, антимикробной, репаративной и адаптогенной активностью. Противовоспалительный эффект препарата превышает таковой известного таблетированного средства «Эхинацея ратиофарм».

Среди фенольных соединений основными группами действующих веществ являются производные гидроксикоричных кислот [10]. Их основным компонентом является цикориевая кислота (2,3 – дикофеилвинная кислота), содержание которой может достигать до 70% от общего количества производных гидроксикоричных кислот. Кроме этого, указанная группа фенольных соединений используется для стандартизации сырья э. пурпурной как в странах Европы, так и России. Проведенные нами многолетние исследования в условиях лесостепи Украины позволили установить основные закономерности накопления производных гидроксикоричных кислот (ГОКК) в растениях э. пурпурной и э. бледной (рис. 1).

Исследования, проведенные во время цветения, позволили отметить общую тенденцию более высокого содержания ГОКК у э. пурпурной по сравнению с э. бледной. В листьях, их черешках и стеблях уровень ГОКК составляет 2,4%–2,84%. Самое высокое содержание соединений выявляется в не расцветших соцветиях – 6,36%, более низкое – в цветущих корзинках (4,86%). В листьях и черешках э. бледной содержание ГОКК на уровне 0,85%–0,9%, несколько выше – в стеблях (1,1%). В формирующихся соцветиях уровень ГОКК составляет 3,97% и еще более высоким он был (6,28%) в цветущих соцветиях. Таким образом, наблюдаются различные закономерности в уровне накопления ГОКК соцветий эхинацеи. Если у э. пурпурной

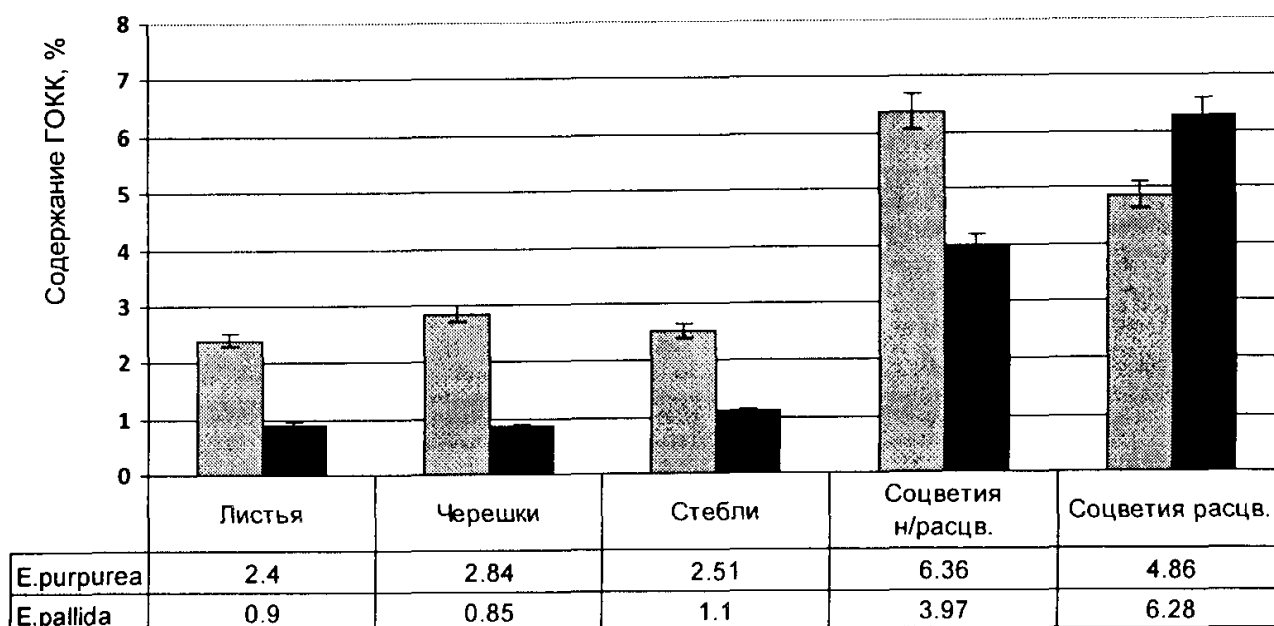


Рис. 1. Содержание производных гидроксикоричных кислот в частях и органах эхинацеи.

максимум приходился на молодые, формирующиеся соцветия, то у э. бледной более всего производные ГОКК накапливались в цветущих корзинках. Указанные закономерности открывают возможности регулирования качества сырья путем изменения сроков уборки надземной части эхинацеи. У э. пурпурной более качественное сырье реально получить, если уборку проводить не в период полного цветения, как это делается обычно, а в начале цветения. Для э. бледной качество сырья, наоборот, повышается при более поздних сроках. Тем более что у э. бледной среди производных ГОКК содержится эхинакозид. Как известно, именно это соединение определяет ценность э. узколистной, которая менее продуктивна, чем э. бледная. Вот почему культивирование э. бледной мы считаем перспективным и важным вопросом.

Эхинакозид и цикориевая кислота обладают бактерицидной активностью в отношении золотистого стафилококка, стрептококка, гипотензивным и анальгетическими свойствами. Есть сообщения об антивирусной и иммуностимулирующей активности указанных соединений [10].

В связи с последним заслуживает внимание изучение лектинов – биологически активных соединений белковой природы. Их уникальные свойства дали возможность разработать оригинальные методы диагностики заболеваний [5], использовать их в биохимии, гистохимии, создании медицинских препаратов [2]. Вместе с тем оценка эхинацеи как сырьевой базы фитолектинов ранее не проводилась. Если для многих лекарственных растений эти вопросы достаточно хорошо изучены [5], то для эхинацеи они нуждаются в детальной проработке. Нами были проведены исследования активности лектинов в сырье эхинацеи в период полного цветения (рис. 2). Было установлено, что в надземной части э. бледной она значительно выше, чем у э. пурпурной. Высокой и стабильной активностью характеризовались соцветия э. бледной (19,5–21,5 балла). В листовых пластинках и стеблях активность была несколько ниже – 12,5 и 13,5 балла, соответственно, и достаточно высокой – в черешках (18,0 балла). В корневищах активность не обнаруживалась. Другая закономерность была характерна для э. пурпурной. Самая высокая активность была обнаружена в корневищах с корнями (6,0 балла). В надземной части гемагглютинирующая активность была максимальной в цветущих соцветиях и стеблях (5,5 балла), ниже – в формирующихся корзинках (2,5 балла), и самая низкая – листьях (0,5 – 1,0 балла).

Наличие лектинов высокой активности в сырье, особенно э. бледной, представляет большой интерес с точки зрения их специфически к олиго- и полисахаридами. Возможно, иммуностимулирующие свойства полисахаридов эхинацеи можно объяснить наличием лектин-полисахаридного комплекса, который воздействует на соответствующие механизмы иммуностимуляции. По крайней мере, для растений уже доказана возможность регулирования неспецифического иммунитета лектинами. Данные свидетельствуют о том, что изученные нами виды эхинацеи содержат разнообразный и многофункциональный комплекс соединений, который необходимо всесторонне исследовать и использовать в гуманитарной медицине и других отраслях народного хозяйства.

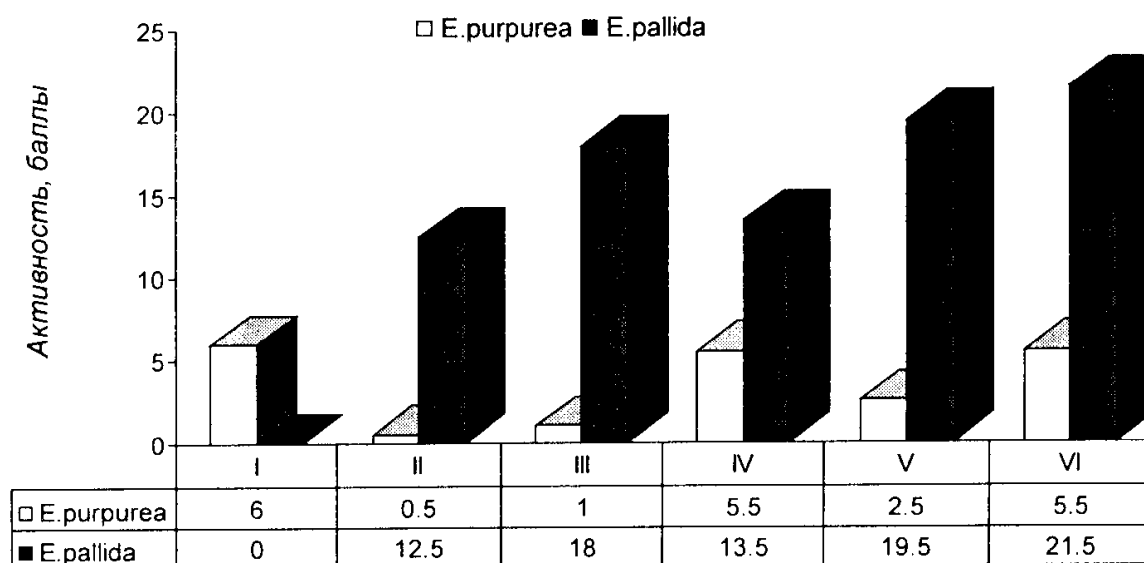


Рис. 2. Активность лектинов эхинацеи в период полного цветения.

I – корневище с корнями; II – листовая пластинка; III – черешки листьев; IV – стебли; V – соцветия не расцветшие; VI – цветущие соцветия.

Перспективы использования эхинацеи пурпурной для разработки и создания продуктов питания, повышающих адаптационные возможности организма

Почерняева В.Ф.¹, Самородов В.Н.², Муляр Л.А.¹, Поспелов С.В.²

¹ Украинская медицинская стоматологическая академия, г. Полтава, Украина,
e-mail: serg_ps@mail.ru

² Государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Резюме. В работе представлены результаты многолетнего исследования, которое проводят коллектив фармакологов и биологов Украины по поиску, разработке и созданию лекарственных препаратов и продуктов питания на основе биологически активных веществ эхинацеи пурпурной, которые защищают организм от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды.

Summary. The results of researches of Ukrainian pharmacists and biologists to search the development and the creation of medicines and food products on the basis of biologically active compounds of Echinacea purpurea, which protects the body from exposure of adverse environmental factors, are presents in this work.

В последние годы в Украине сложилась ситуация, которая по праву определяется как «экологически опасная». Возрастающее количество новых химических соединений, нейроэмоциональное напряжение, внешнее и внутреннее радиационное облучение, рафинированность питания современного человека приводят к активации реакций свободно-радикального окисления и истощению системы антиоксидантной защиты. Чрезмерное накопление продуктов свободно-радикального окисления в организме приводит к развитию вторичного иммунодефицита, преждевременному старению организма, росту онкологических, аллергических, аутоиммунных, инфекционных заболеваний.

Снижение резистентности организма к действию неблагоприятных факторов во многих случаях обусловлено дефицитом природных биорегуляторов, что может быть связано с их повышенным расходом, падением синтеза в организме или снижением поступления.

Устранение дефицита биорегуляторов возможно двумя путями: стимуляции их синтеза в организме и восполнения дефицита алиментарным путем. Второй путь имеет ряд преимуществ, поскольку поступление идет естественным путем, в физиологическом соотношении и концентрации с другими необходимыми компонентами пищи.

**Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts
Part 2**

Минск
2012

Перспективы использования эхинацеи пурпурной для разработки и создания продуктов питания, повышающих адаптационные возможности организма

Почерняева В.Ф.¹, Самородов В.Н.², Муляр Л.А.¹, Пospelов С.В.²

¹ *Украинская медицинская стоматологическая академия, г. Полтава, Украина,
e-mail: serg_ps@mail.ru*

² *Государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина*

Резюме. В работе представлены результаты многолетнего исследования, которое проводят коллектив фармакологов и биологов Украины по поиску, разработке и созданию лекарственных препаратов и продуктов питания на основе биологически активных веществ эхинацеи пурпурной, которые защищают организм от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды.

Summary. The results of researches of Ukrainian pharmacists and biologists to search the development and the creation of medicines and food products on the basis of biologically active compounds of Echinacea purpurea, which protects the body from exposure of adverse environmental factors, are presents in this work.

В последние годы в Украине сложилась ситуация, которая по праву определяется как «экологически опасная». Возрастающее количество новых химических соединений, нейроэмоциональное напряжение, внешнее и внутреннее радиационное облучение, рафинированность питания современного человека приводят к активации реакций свободно-радикального окисления и истощению системы антиоксидантной защиты. Чрезмерное накопление продуктов свободно-радикального окисления в организме приводит к развитию вторичного иммунодефицита, преждевременному старению организма, росту онкологических, аллергических, аутоиммунных, инфекционных заболеваний.

Снижение резистентности организма к действию неблагоприятных факторов во многих случаях обусловлено дефицитом природных биорегуляторов, что может быть связано с их повышенным расходом, падением синтеза в организме или снижением поступления.

Устранение дефицита биорегуляторов возможно двумя путями: стимуляции их синтеза в организме и восполнения дефицита алиментарным путем. Второй путь имеет ряд преимуществ, поскольку поступление идет естественным путем, в физиологическом соотношении и концентрации с другими необходимыми компонентами пищи.

В последние годы существенный интерес привлекают биологически активные вещества (БАВ) эхинацеи пурпурной. Фитосостав этого растения уникален, т.к. содержит комплексы полисахаридов, биофлавоноидов, витаминов и микроэлементов.

В США, Швеции, Швейцарии и Германии на основе БАВ эхинацеи разработаны препараты, которые широко представлены в фармакопеех этих стран и используются как иммуномодулирующие средства для лечения и профилактики вирусных и бактериальных инфекций, оказывает противовоспалительное действие. Они нашли применение при лейкопении, вызванной облучением, явлениях психического и физического переутомления.

Учеными Украинской медицинской стоматологической академии разработан первый отечественный препарат эхинацеи – «Экстракт эхинацеи водно-спиртовой». Промышленный выпуск данного препарата осуществляется на производственных мощностях фирмы «Евразия».

Доклинические исследования показали, что экстракт эхинацеи пурпурной имеет максимально выраженную биологическую активность в комбинации с аскорбиновой кислотой, бета-каротином и биофлавоноидами. Полученные данные явились основанием для разработки физиологически сбалансированной комбинации экстракта эхинацеи пурпурной с указанными компонентами в виде плодово-ягодных соков. Разработана рецептура и нормативно-техническая документация на лечебно-профилактические соки для детей и взрослых. Проведена клиническая оценка эффективности исследуемых напитков в качестве средств профилактики состояний, связанных с активацией реакций свободно-радикального окисления.

Изменение психоэмоционального статуса под влиянием приема соков с экстрактом было изучено у студентов во время экзаменационной сессии, т.е. в условиях повышенного нейроэмоционального напряжения. Употребление соков с экстрактом эхинацеи привело к повышению работоспособности, внимания, памяти, энергичности, снизило утомляемость и улучшило качество сна, что указывает на выраженное стресспротекторное действие апробируемых соков.

Лечебный эффект напитков был испытан и на добровольцах-ликвидаторах последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Прием соков с экстрактом эхинацеи ликвидаторами привел к улучшению функционального состояния иммунной системы, что подтверждалось увеличением количества Т-активных лимфоцитов и концентрации сывороточных иммуноглобулинов.

Кроме того, снизилось содержание холестерина в крови, общих липидов, повысилась активность естественной антиоксидантной системы. На протяжении трех месяцев наблюдения достоверно реже регистрировались острые инфекции и обострения хронических, а также кожные проявления аллергических реакций.

Таким образом, проведенные исследования показали, что плодово-ягодные напитки с включением экстракта эхинацеи пурпурной целесообразно использовать с целью профилактики для повышения сопротивляемости организма и его адаптационных возможностей.

Сложившаяся после аварии на Чернобыльской атомной электростанции ситуация в Украине привела к увеличению употребления спиртных напитков населением, что в значительной мере обусловлено широко распространенным в быту мнением о радиозащитном действии алкоголя. Отмечена прямая зависимость повреждения органов от величины ежедневной дозы этанола и длительности его применения. Чаще и раньше всего при употреблении спиртных напитков поражается ткань мозга, система пищеварения, прежде всего печень и поджелудочная железа. Причем минимальная ежедневная доза чистого этилового спирта, при которой значительно возрастает риск развития цирроза печени и панкреатита, составляет для женщин – 20 г, а для мужчин – 40 г (т.е. 63 и 125 мл 40% водки или 250 и 500 мл вина).

Изложенное обуславливает актуальность создания алкогольных напитков, обладающих наряду с высокими органолептическими показателями, защитными свойствами в отношении клеток печени, мозга и поджелудочной железы. Повреждающее действие спиртных напитков обусловлено наличием в них этанола, способного повреждать ткани, вызывать гипоксию, сладж-синдром и микротромбозы, нарушение тканевого и клеточного метаболизма, подавлять иммунитет, влиять на свертывание крови и фибринолиз, оказывать стрессорное действие через нейро-гуморальные механизмы. В основе повреждающего действия этанола, по данным ряда авторов, лежит активация неферментативного свободно-радикального окисления липидов и биополимеров. Изложенное послужило основанием для разработки композиции для алкогольных напитков, проявляющей одновременно антиоксидантные, иммуномодулирующие и радиопротекторные свойства и не обладающей побочными эффектами даже при длительном и чрезмерном употреблении. Поиск велся среди природных соединений растительного происхождения, как наиболее физиологичных, так и не вызывающих при длительном применении аллергизации организма.

Исследование фармакологических свойств экстракта эхинацеи пурпурной показало, что препарат оказывает антиоксидантное действие, что проявилось стабилизацией мембран и повышением общей антиоксидантной активности тканей, нормализацией других биохимических параметров в условиях индуцирования свободно-радикального окисления. Оценка протекторных эффектов экстракта эхинацеи в условиях воздействия ионизирующего излучения показало его нормализующее влияние на большинство исследуемых показателей, что свидетельствует о наличии радиопротекторных свойств. Полученные результаты явились основанием для включения экстракта эхинацеи пурпурной в состав пищевых композиций. В частности, была разработана композиция ингредиентов для горькой настойки «Эней» и ликера «Пурпурный».

Морфофункциональное состояние мозга, печени, поджелудочной железы и семенников при употреблении предлагаемых композиций изучено авторами в эксперименте на животных и добровольцах.

Экспериментальные исследования показали, что этанол оказывает выраженное повреждающее действие на клетки печени, что подтверждалось резким повышением активности ферментов, свидетельствующих о цитолизе гепатоцитов. Аналогичные результаты получены при морфологическом исследовании.

Гистоморфологическое изучение микропрепаратов печени животных, получавших предлагаемую композицию с экстрактом эхинацеи пурпурной, показало, что деструктивные изменения гепатоцитов были выражены значительно в меньшей степени, не отмечали также существенного повышения активности аспаргин- и аспартатаминотрансфераз в сыворотке крови.

На основании экспериментальных исследований различных проб была подобрана концентрация сухого остатка эхинацеи пурпурной, которая позволила достигнуть не только гепатозащитного эффекта, но и придала напитку оригинальный, округленный, слегка жгуче-холодящий аромат. Разработанная композиция настойки «Эней» была апробирована на 10 добровольцах (1 группа). Контрольную группу составили 10 человек, употреблявших горькую настойку без экстракта эхинацеи. Лица обеих групп были равноценны по полу, возрасту, психосоматическому статусу. Добровольцы принимали алкогольные напитки в течение 5 дней в дозе 1,5 мл на 1 кг массы тела в сутки. На 6-е сутки все обследованные прошли контрольный осмотр, включающий клиническое обследование, биохимический анализ крови. Для оценки психоэмоционального статуса был использован тест самооценки. Степень выраженности симптомов оценивали в баллах.

При клиническом обследовании в объективном статусе пациентов обеих групп не выявили достоверных отличий. Проведенные биохимические исследования показали, что активность ферментов и уровень билирубина, характеризующие функциональное состояние печени, были достоверно ниже в группе людей, употреблявших настойку «Эней». Полученные результаты подтверждают приведенные выше данные экспериментальных исследований о гепатозащитном действии экстракта эхинацеи пурпурной. Результаты самооценки психоэмоционального статуса обследованных обеих групп показали, что при приеме предлагаемой настойки «Эней» не регистрируются симптомы, характеризующие синдром похмелья или абстинентный синдром. Более того, сравнение изучаемых показателей с данными, полученными при тестировании людей, не принимавших спиртных напитков показало, что прием небольших количеств горькой настойки «Эней» мало влияет на такие показатели, как память, внимание, работоспособность, отмечена также тенденция к усилению эротического чувства.

Таким образом, использование в предлагаемой композиции экстракта эхинацеи пурпурной обеспечивает повышение физиологической ценности алкогольного напитка за счет его защитных свойств в отношении клеток печени и мозга.

Следует подчеркнуть, что употребление даже чрезмерного количества предлагаемой настойки «Эней», содержащей экстракт эхинацеи пурпурной, не вызывает передозировки последней, так как предлагаемая концентрация растительной добавки является гомеопатической (LD50 составляет 2,5 г экстракта эхинацеи на кг массы тела).

Таким образом, использование пищевых продуктов, включающих экстракт эхинацеи пурпурной, приводит к мягкой фармакологической коррекции при воздействии производственных вредностей и облучения и позволяет скорректировать основные морфологические и функциональные нарушения в период развития предболезни. Реализация данного подхода повысит адаптационные возможности организма, его резистентность к воздействию неблагоприятных факторов, что имеет существенное значение особенно для лиц, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции и в конечном итоге будет способствовать повышению их работоспособности.