

Самородов В.Н., доцент, Поспелов С.В., кандидат сельскохозяйственных наук,  
Полтавский государственный сельскохозяйственный институт

## ВИДЫ РОДА ЭХИНАЦЕЯ (ECHINACEA MOENCH) В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ: ДЕСЯТИЛЕТНИЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ, ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ И ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Обагачение культурной флоры новыми видами – важное направление деятельности биологов разных специальностей. Без его развития невозможно совершенствовать ассортимент растений для нужд сельского хозяйства, и прежде всего – лекарственного растениеводства. Перспективными для этого являются представители рода эхинацея (*Echinacea Moench*), относящегося к семейству сложноцветных (*Compositae*).

Они обладают целым рядом ценных свойств, прежде всего такими как стимуляция иммунитета. В связи с этим лекарственные препараты и пищевые продукты, созданные с использованием эхинацеи, становятся обязательными для коррекции здоровья граждан Украины, прежде всего пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, живущих и работающих в условиях техногенного загрязнения среды обитания.

Однако несмотря на то, что достоверная интродукция одного из представителей рода – эхинацеи пурпурной – была осуществлена в Украину еще в 1945 году, его представители у нас растрчены, а главное – всесторонне изучены довольно слабо.

Учитывая это, нами в 1991 году начата мобилизация популяционно-природного, видового и сортового разнообразия рода эхинацея в Полтавском государственном сельскохозяйственном институте. Накопление материала для создания коллекции эхинацеи проходило несколькими путями: выписыванием плодов по каталогам зарубежных коммерческих фирм, питомников и заповедников Германии, Голландии и США, а также сбора живого материала во время поездок в Германию и США. Большую помощь в этой работе оказали нам такие знатоки эхинацеи и ее ведущие исследователи, как: N.Vomme, H.-J. Hannig, K. Hacken из Германии; Steven Foster и Kelly Kindscher, которым мы выражаем искреннюю благодарность.

За прошедшие десять лет собранная нами коллекция представляет собой 32 образца трех видов эхинацеи, из которых по 6 образцов эхинацеи бледной (*E. pallida* (Nutt) Nutt) и эхинацеи узколистной (*E. angustifolia* DC) и 20 – эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), из которых 6 – ее сорта. Обобщенные многолетние исследования упомянутых образцов изложены в настоящей статье.

**Цитологические исследования.** За рубежом ка-

*Розглянуто теоретичні та практичні питання інтродукції і введення в агрофітоценози 3-ох видів роду ехінацея: пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), блідої (*E. pallida* (Nutt) Nutt), вузьколистої (*E. angustifolia* DC). Висвітлено результати багаторічних цитологічних, анатомічних, карпологиічних, онтоморфогенезних та біоморфологічних досліджень зазначених видів, їх хімічного складу та кормової цінності. Представлені дані про перспективні види та сорти ехінацеї колекції Полтавського державного сільськогосподарського інституту.*

риосистематика представителей рода эхинацея насчитывает более 50 лет. И хотя этот период совпадает с периодом её интродукции в Украину, нам не известно ни одного исследования, касающегося определения хромосомных чисел у культивируемых в нашей стране видов эхинацеи. Отсутствие цитогенетических данных хотя бы на уровне изучения хромосомных чисел, лишает

исследователей возможности правильной оценки биологических особенностей отдельных видов в онтогенезе, результативности их гибридизации и семеноводства.

В связи с этим представлялось целесообразным начать изучение числа хромосом у видов рода эхинацея (*Echinacea Moench*), собранных в нашей коллекции. Для исследования были взяты образцы трёх наиболее распространённых её видов: пурпурной (*E. purpurea* (L.) Moench), бледной (*E. pallida* (Nutt.) Nutt), узколистной (*E. angustifolia* DC), имеющих документированное происхождение, в первую очередь – из классических местонахождений – прерий и заповедников США.

Проведённые исследования показали, что типичные растения эхинацеи пурпурной, выращенные у нас из семян, полученных из США, имели диплоидное число хромосом ( $2n=22$ ). Такое же количество соматических хромосом имели и сорта этого вида – иностранный – Magnus и отечественный – Принцесса.

Цитологические исследования хромосомных чисел растений эхинацеи бледной, выращенных из плодов, полученных из США, позволили установить, что они имели в соматических клетках тетраплоидный набор хромосом ( $2n=44$ ). Такое же количество хромосом в соматическом наборе у образцов данного вида полученных как из прерий, так и культивируемых в ряде семеноводческих фирм США. Тетраплоидными ( $2n=44$ ) являются и растения, возделываемые нами из посевного материала, полученного из ряда фирм Германии.

Как показали наши исследования, типичные растения эхинацеи узколистной, выращенные из посевного материала, собранного в заповедниках США, являются диплоидами ( $2n=22$ ).

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о диплоидности эхинацеи пурпурной, как

**6. Вплив обробки насіння ячменю рослинними екстрактами на ураженість летючою сажкою та продуктивність**

Варіанти досліджу	Ураженість летючою сажкою, %	Урожайність, ц/га	+/- до контролю	
			ц/га	%
Контроль	1,8	26,4	-	-
Фундазол 50% з.п.	0,0	29,0	+2,6	+9,8
Обліпіха крушиновидна	0,3	29,7	+3,3	+12,5
Цмин пісковий	1,9	26,4	0,0	0,0
Нагідки лікарські	0,3	28,7	+2,3	+8,7
НІР <sub>05</sub>	1,42		1,95	

Ураховуючи зазначене, у 1997–1998 роках екстракти обліпіхи крушиновидної, цмину піскового та нагідок лікарських було досліджено в польових дослідах на інфекційному фоні. Штучно інокульоване насіння обробляли нативними екстрактами в концентраціях 0,1...0,0001% і висівали в ґрунт. Контроль – обробка водою та протруювання фундазолом з розрахунку 3кг/т.

За роки досліджень ураженість летючою сажкою в контролі становила 26,7%; після обробки фундазолом цей показник знизився до 4,7%. Нативні екстракти всіх рослин достовірно знижували ураженість хворобою. Найбільш результативно було застосування екстракту обліпіхи крушиновидної. При цьому ураженість рослин знизилась на 8,0% ... 11,9% до урожаю. Екстракт нагідок лікарських знижував захворювання на 9,8%...11,5%, а цмину піскового пригнічував розвиток летючої сажки на 1,6% ... 6,5% лише у 0,1 ... 0,01%-них концентраціях.

Аналіз урожаю та його структури показав, що при обробці насіння нативними екстрактами обліпіхи крушиновидної та нагідок лікарських не тільки знижується ураженість хворобою, але й змінюються показники продуктивної кущистості й ваги 1000 насінин. Це сприяло достовірному збільшенню вроодковності на 5,33% ... 11,96% у порівнянні з необробленим насінням.

У 1997 – 1999 рр. кращі нативні екстракти в концентрації 0,01% досліджувались у виробничих умовах при обробці ними насіння ячменю сорту Одеський 115.

Протягом усього строку досліджень обробіток фундазолом повністю пригнічував розвиток летючої сажки (табл.6). Обробіток нативними екстрактами обліпіхи крушиновидної та нагідок лікарських суттєво знизив ураженість до 0,3%. Екстракт цмину піскового був малоефективним. Суттєва прибавка до урожаю була отримана при застосуванні фундазолу (+2,6 ц/га), екстрактів нагідок лікарських (+2,3 ц/га) та обліпіхи крушиновидної (+3,3 ц/га). За даними структури врожаю це відбувалось завдяки позитивному впливу екстрактів на озерненість колосу та вагу 1000 зернівок.

Отримані дані можуть мати практичне застосування для біологізації землеробства. Адже при фармацевтичній переробці лікарських рослин, з яких робились екстракти, залишаються шрот (обліпіха) та вичавки (звіробій, нагідки), які містять у собі достатню кількість активних речовин. Наші дослідження до-

вають, що вони підлягають переробці, оскільки мають фунгістатичну та ріст стимулюючу активність, тотожну до речовин, які знаходяться в сировині лікарських рослин.

На підставі проведених досліджень на кафедрі екології та ботаніки нашого інституту в лабораторних умовах розроблено екологічно безпечні технологічні схеми отримання лектинів та лектинмістких екстрактів, які дають можливість ефективно використовувати відходи фармацевтичної промисловості. Вони включають насичуюче екстрагування відходів, концентрацію та сушіння методом ліофілізації.

Даний метод уже використовувався раніше для отримання ліофілізованого препарату – конмаїдину, отриманого з відходів переробки кукурудзяних приймочок.

Нами протягом трьох років вивчалась його дія на зав'язування плодів й утворення насіння в двох сортах груші як при природному та штучному самозапиленні, так і взагалі без запилення.

При цьому була встановлена стимулююча дія препарату в дуже широких межах від 0,1% до 0,0001%. Більшість отриманих плодів не мала насіння, що свідчить про те, що конмаїдин стимулював партенокарпічне зав'язування плодів. Цікаво, що подібну дію мав чистий лектин з квасолі звичайної при застосуванні його розчину на груші сорту Вільямс та томатах з чоловічою стерильністю квіток.

Отримані на варіантах з конмаїдином партенокарпічні плоди за ступенем свого розвитку не поступались плодам контролю. Вони не були такими звуженими, як плоди, що зав'язались при дії на квітки ауксинів та гіберелінів, не мали наростів та розростань у місці нанесення конмаїдину. Усе це свідчить про різні механізми регуляції зав'язування плодів та їх росту конмаїдином у порівнянні з речовинами гормональної природи. Але за відсутності запилення конмаїдин стимулював утворення в деяких плодах життєздатного насіння. Зазначений спосіб застосування конмаїдину визнано винаходом та захищено авторським свідоцтвом (А. с. СРСР № 1165337 МКВ А 01 N 65/00).

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що лектини мають важливе значення для процесів, пов'язаних з диференціюванням, формуванням та підтриманням міжклітинних спеціалізованих зв'язків як у ґрунті, так і у рослині, виконуючи цілу низку різноманітних функцій, більшість з яких потребують ретельнішого та поглибленого вивчення.

на видовом, так и на сортовом уровне, а также эхинацей узколистной и полиплоидности эхинацей бледной. В этом отношении они полностью согласуются с литературными сведениями.

Известно, что полиплоидные формы часто имеют значительно большую величину пыльцевых зерен, а также большее число пор в них, и изменения в морфологии эпидермиса, чем соответствующие диплоидные. Поэтому величина пыльцы, как и ее форма и строение являются систематическим признаком вида. Наши исследования также подтвердили эту закономерность. Следует отметить, что у всех изученных нами видов эхинацей пыльцевые зёрна округло-эллиптические, длина их полярной оси колебалась в пределах от 14,9 до 19,3 мкм, а экваториальный диаметр – от 10,7 до 14,0 мкм. Для пыльцевых зёрен всех видов характерно наличие длинной и глубокой борозды, доходящей к полюсам.

Самые крупные пыльцевые зёрна характерны для эхинацей бледной. Длина их полярной оси колеблется в пределах от 15,9 до 19,3 мкм, а экваториальный диаметр от 12 до 14 мкм. У эхинацей пурпурной и эхинацей узколистной эти показатели почти идентичны. Они соответственно колебались от 13,8 до 16,2 мкм. У эхинацей пурпурной пыльцевые зёрна эллипсоидные, а у эхинацей узколистной – округло-эллиптические.

У всех исследуемых видов пыльцевые зёрна с шипами. Они имеют широкое пятиугольное основание. Их размеры варьируют от 1,0 до 2 мкм. На экваторе размещается 4–6 шипов. Верхушка шипов тонкая, с острым и загнутым кончиком. Пыльцевые зёрна указанных видов различаются не только по своей морфологии, но и по цвету. У эхинацей бледной они белые, у эхинацей пурпурной – желтые, а у эхинацей узколистной – желто-золотистые.

Таким образом, установленные нами различия в количестве хромосом и подтвержденные данными по морфологии пыльцевых зёрен позволяют предположить возможность спонтанного скрещивания между эхинацей пурпурной и эхинацей узколистной. Это может привести к получению довольно ценных по своим признакам гибридов.

Одним из критериев цитологической идентификации видов эхинацей можно считать морфологические особенности эпидермиса. Так, полученные нами данные свидетельствуют о том, что эпидермис листьев трёх исследованных видов эхинацей представлен паренхимными многоугольными клетками разных размеров. Крупных клеток среди них было больше, чем мелких.

Как у эхинацей пурпурной, так и у эхинацей бледной и узколистной устьичный аппарат эпидермиса листьев анамоцитного типа. При этом устьица размещены как в верхнем, так и в нижнем эпидермисе, однако в последнем их намного больше. Соответственно по видам, количество устьиц на один миллиметр квадратный составляло: для эхинацей пурпурной – 12 и 453, эхинацей бледной – 8 и 160, эхинацей узколистной – 10 и 100.

Эпидермис стеблей и листьев всех трёх видов эхинацей покрыт волосками (трихомами). Общим в их

морфологии есть то, что они простые и многоклеточные. С другой же стороны, волоски каждого вида состоят из разного количества клеток, что и обуславливает их размеры.

Самыми короткими из исследуемых видов следует считать волоски эхинацей пурпурной. Как правило, они 3-клеточные, реже 4-х или 5-клеточные, уплотнённые и с тупыми верхушками. У эхинацей узколистной волоски 6-клеточные, однако у неё встречаются даже 7-и и 8-клеточные, довольно уплотнённые с округленной верхушкой. У эхинацей бледной волоски самые длинные. Они состоят из восьми и даже большего количества клеток, очень тонкие, с острыми верхушками. Все упомянутые виды отличаются по количеству волосков на поверхности эпидермиса. Прежде всего, следует отметить то, что в поле зрения микроскопа их больше всего на эпидермисе эхинацей пурпурной. Далее по этому показателю следует эхинацей узколистная. Что же до эхинацей бледной, то по сравнению с двумя предыдущими видами на её эпидермисе расположено наименьшее количество волосков.

В целом же у всех трёх видов эхинацей наиболее опушённым является верхний эпидермис листьев. Если принять количество волосков на нём за 100%, то на нижнем эпидермисе листьев их количество уменьшается на 39,4–63,3%.

**Анатомические исследования.** При исследовании корней двухлетних растений упомянутых видов эхинацей было установлено, что все они покрыты многослойной перидермой с пробкой коричневого цвета. Она имеет окраску от более светлой (эхинацей пурпурной) до тёмной (эхинацей бледной и эхинацей узколистной). За пробкой идёт хорошо развитая кора и центральный цилиндр. В коре всех видов эхинацей, которые исследовались, находятся смоляные ходы. Самые крупные и наиболее развитые они у эхинацей бледной. У неё смоляные ходы находятся в центральном цилиндре, они несколько меньше, чем расположенные в коре. Паренхима коры связана склереидами, они толстостенные и в большинстве своём размещены кучками по 2–3–8 у эхинацей бледной. Отличительной гистологической особенностью исследованных видов эхинацей является наличие или отсутствие у них пигментных клеток с фитомеланином чёрного цвета. Они всегда отсутствуют в паренхиме коры и центральном цилиндре у эхинацей пурпурной, и наоборот, очень хорошо выражены у эхинацей узколистной и эхинацей бледной. По наличию фитомеланина срезы корней этих видов очень схожи, однако у эхинацей узколистной пигментированы даже волокна. По всем другим гистологическим элементам значительных различий между изучаемыми видами мы не наблюдали. Анатомическое изучение стеблей позволило установить, что их очертания варьируют от ребристо-округлой (узколистная) до округлой (пурпурная и бледная). У всех видов стебель покрыт крупноклеточным эпидермисом с хорошо выраженной кутикулой на поверхности. На нём расположены однорядные многоклеточные трихомы, типичные для каждого из видов и описанные нами ранее. Лишь у

эхинацеи бледной на поверхности эпидермиса встречаются железки. Под эпидермисом размещена угловая колленхима, переходящая в свою в пластинчатую разновидность. Паренхима коры представлена тонкостенными клетками. Количество их рядов различное. Оно колеблется от 5 до 10 и даже до 15-и рядов. В отдельных из них расположены смоляные ходы, максимальное количество которых мы наблюдали у эхинацеи узколистной.

У всех трёх видов центральный цилиндр в верхней части стебля пучкового типа, а в средней – переходного. Сосудисто-волокнистые проводящие пучки открытые, коллатеральные, с хорошо развитым камбием. Закладываясь кольцом, камбий образует крупные и мелкие (вторичные) пучки. Они с обеих сторон окружены тяжами, «шапками», склеренхимы. Наиболее развита она с флорной стороны пучка. Паренхима сердцевинки пористая. Она представлена крупными клетками, в которых лишь у эхинацеи пурпурной встречаются схизогенные смоляные ходы. У эхинацеи бледной сердцевина стебля полностью заполнена паренхимой, а у эхинацеи пурпурной и эхинацеи узколистной стебли полые.

**Карпологические исследования.** Полученные результаты позволяют заключить, что наиболее крупными являются плоды эхинацеи бледной, а более мелкими – эхинацеи пурпурной и эхинацеи узколистной. Данный вывод базируется на изучении длины и массы 1000 плодов. Так, у эхинацеи бледной их длина колебалась в пределах от 4,2 до 7,2 мм, у эхинацеи пурпурной соответственно 3,5–5,4 мм, а у эхинацеи узколистной от 2,2 до 3,2 мм. Необходимо отметить, что у всех видов эхинацеи, и прежде всего у узколистной могут быть довольно длинные тонкие плоды. Однако их не следует использовать для исследований, так как они являются партенокарпическими, т.е. бессемянными. Что касается массы 1000 плодов, то самое максимальное значение данного показателя характерно для плодов эхинацеи бледной, оно варьирует в пределах от 3,49 до 8,22 г. Далее следуют плоды эхинацеи пурпурной с массой от 2,44 до 5,8 г, затем плоды эхинацеи узколистной, у которой масса 1000 плодов колеблется в пределах от 2,41 до 3,39 г.

При изучении поперечных срезов плодов нами было установлено, что у всех трех видов эхинацеи поверхность околоплодника складчатая. Экзокарпий состоит из 2–3 слоев паренхимных клеток. Наиболее светлый он у эхинацеи пурпурной, у эхинацеи узколистной светло-коричневый и темно-коричневый у эхинацеи бледной. Мезокарпий из восьми слоев более крупных, слегка вытянутых клеток с толстыми стенками. Светлый он у эхинацеи пурпурной. У эхинацеи бледной его межклетники заполнены фитомеланином, вплоть до экзокарпия. В эндокарпии всех трех видов встречаются склереиды. У эхинацеи узколистной они окрашены фитомеланином. В эндокарпии эхинацеи пурпурной склереиды наиболее мелкие, фитомеланин отсутствует. Для семян всех трех видов характерно наличие четырех ребер. В каждом из них обнаружены остатки проводящих пучков (по одному в каждом ребре). Несколько ниже размещены

смоляные ходы. Самые крупные они у эхинацеи узколистной и у эхинацеи бледной. У эхинацеи пурпурной они значительно меньших размеров. Семенная кожура тонкая, однослойная, сросшаяся с околоплодником.

Довольно разными для изучаемых видов являются показатели, характеризующие лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян. В среднем, их лабораторная всхожесть у эхинацеи пурпурной составляла 69,4%, варьируя в пределах от 36,7 до 94,0%. У образцов эхинацеи бледной данный показатель был равен 18,7%, с колебаниями от 3,5% до 66,0%. Для эхинацеи узколистной соответственно 4,5% и 2,5–32,7%. Аналогичная закономерность в видовом отношении характерна и для значения величин, характеризующих энергию прорастания. В среднем для эхинацеи пурпурной этот показатель составляет 40,32%, для эхинацеи бледной – 8,16% и узколистной – 1%. Соответственно максимальные значения энергии прорастания равнялись 94,0%, 82,0% и 20,7%. Показатели, характеризующие полевую всхожесть семян, довольно сильно отличаются от лабораторной всхожести. В среднем для образцов эхинацеи пурпурной полевая всхожесть при весеннем посеве в открытый грунт составляла 28,47%, для эхинацеи бледной – 14,46% и узколистной – 0,04%. Максимальное значение этого показателя было соответственно таким: 43,08%, 23,07% и 0,08%. Следует отметить и то, что ни у одного из образцов эхинацеи узколистной свежесобранные плоды не проросли. У эхинацеи бледной проросло довольно незначительный процент свежесобранных плодов. У эхинацеи пурпурной в зависимости от сорта проросло от 3,5 до 15,3% свежесобранных плодов. Воздействуя на плоды низкими положительными температурами (+4–5°C) можно было повысить их посевные качества, однако для каждого вида этот период был разным, наиболее длительным для эхинацеи узколистной.

В литературе нет однозначного мнения в отношении воздействия света на прорастание семян эхинацеи. У исследованных нами образцов эхинацеи пурпурной максимальная энергия прорастания была при их проращивании в полной темноте. При этом ее превышение аналогичного показателя на свету составляло в зависимости от сорта 12,67–15,33%. В то же время всхожесть семян, проращиваемых в темноте, повысилась всего лишь на 2,34% у одного из сортов, а у другого практически оказалась аналогичной показателю проращивания семян на свету.

Противоположная закономерность наблюдалась нами при проращивании семян эхинацеи бледной и эхинацеи узколистной. У каждого из трех проращиваемых образцов энергия прорастания и всхожесть были большими при проращивании семян на свету, а не в темноте. Так, для семян эхинацеи бледной увеличение энергии прорастания на свету составляло 16,50–30,33%, а всхожести – 7,67–25%. Соответственно для эхинацеи узколистной – 5,4–15% и 1,0–3,4%. Подобные различия в реакции на свет и темноту мы связываем с тем, что в плодах эхинацеи бледной и узколистной, в отличие от плодов

эхинацеи пурпурной, есть пигмент фитомеланин. Он может поглощать свет во всем видимом диапазоне, особенно интенсивно – при более коротких длинах волн.

Возможно, наличие этого пигмента в семянках эхинацеи бледной и эхинацеи узколистной определяет их более длительный покой, в отличие от семянок эхинацеи пурпурной, у которой он отсутствует.

Необходимо отметить и то, что многие исследователи констатируют плохую полевую всхожесть семянок эхинацеи в условиях, когда лимитируется их снабжение влагой. Проведенные нами исследования связывают это с наличием в семянках хорошо развитой гидрацитной паренхимы. Эта ткань обуславливает их интенсивную водопоглощающую способность.

Быстрое поглощение воды семянками обусловлено не только наличием гидрацитной паренхимы. Этому способствует и высокая имбибиционная способность ее белка. Он находится в эндоспермальном слое и клетках мезофилла семядолей. В засушливые периоды года, а также при хранении семянок клетки гидрацитной паренхимы заполняются воздухом, что обуславливает снижение температурных колебаний, обеспечивая жизнеспособность зародыша.

**Исследования онтоморфогенеза.** Наблюдения, проведенные нами в разных зонах Полтавской области, позволили установить, что эхинацея пурпурная на начальных этапах онтогенеза развивается медленно. После посева всходы начинают появляться на 12–14-й день и растягиваются на 25 дней. При этом растения, выросшие из семянок с высокой энергией прорастания, более жизнеспособны, чем растения более поздних сроков всходов.

В течение первых 2,5–3-х месяцев не отмечено интенсивного развития надземной массы эхинацеи (рис.1). При ее пересчете на сухое вещество вриросты

колеблются в пределах с 0,49 до 3,21 г на растение. С конца июня – начала июля растения начинают интенсивно расти, и к концу вегетации их масса составляла 51,23 г на растение.

Нами установлено, что наиболее интенсивно нарастание листьев происходит с сентября. Характерно, что за сентябрь и октябрь количество листьев увеличивается значительно, чем за все предыдущие пять месяцев. Если за апрель–июль в среднем на одно растение приходилось 3,2–7,5 шт., то к концу вегетации их было на растение 49,1 шт.

При прохождении прегенеративного периода закономерности роста корневой системы аналогичны росту надземной части, однако есть и определенные отличия. Так, в течение первых 4–5 месяцев темпы роста корневой системы были очень незначительными, ее масса увеличилась с 0,06 до 0,63 г/растение. Начиная с сентября, происходил интенсивный рост как сформированного корневища, так и корней. При этом их масса к концу вегетации составляла 12,18 г/растение.

При оценке продуктивности любого возделываемого вида растений значительный интерес представляет коэффициент продуктивности – отношение сухой массы надземных органов к массе корневой системы. Этот показатель имеет видовую специфику и характеризуется большим диапазоном – от 0,03–1,0 до 4,0.

Наши наблюдения показали, что в прегенеративный период онтогенеза коэффициент продуктивности эхинацеи пурпурной менялся в довольно широких пределах. За период с апреля по июнь его значение составляло 8,03–9,2. Затем наблюдалось увеличение, с максимумом 11,35. После этого шло постепенное снижение, составившее к концу вегетации 4,21. Это свидетельствует о том, что в июле количество листьев начало значительно увеличиваться и темпы роста

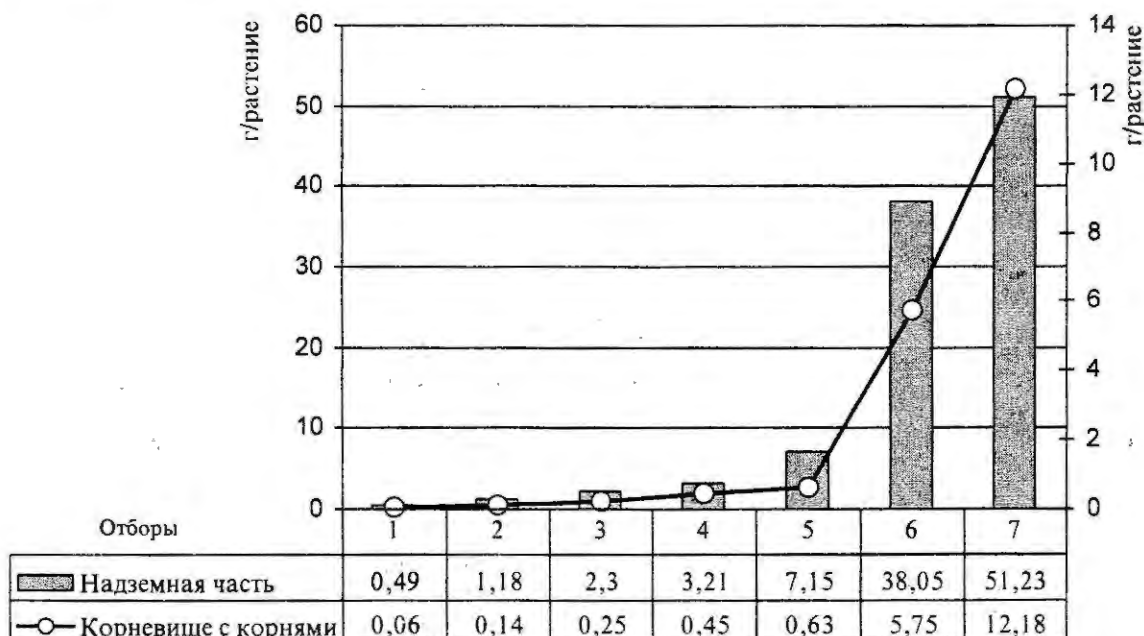


Рис. 1. Динамика нарастания надземной части и корневой системы эхинацеи пурпурной в прегенеративный период

надземной массы опережали темпы роста корневой системы. В более поздние сроки в связи с отмиранием отдельных листьев и более интенсивным ростом корневища и корней происходило снижение коэффициента продуктивности.

Изменчивость соотношения надземной и подземной частей свидетельствует о значительной роли листового аппарата в развитии корневища и корней эхинацеи пурпурной. Данная особенность биологии ее развития должна учитываться при разработке технологии ухода за посевами в первый год вегетации. Это позволит повысить продуктивность растений при прохождении последующих этапов онтогенеза, интенсифицирует переход к генеративному развитию и формированию большего урожая.

Иматурные растения виргинильного периода (второй год вегетации) развиваются весьма интенсивно. В первой декаде мая их высота составляла 36,18 см, а масса сырой надземной части – 91,85 г. Учитывая это, можем отметить, что комплекс весенних полевых работ по уходу за ними следует проводить как можно раньше в кратчайшие агрономические сроки.

Последующие наблюдения показали, что максимум нарастания надземной массы приходился на июль – август, что совпадало с периодом массового цветения. В среднем у одного растения генеративного периода образовывалось 9,0–9,2 стеблей с массой 33,21–34,89 г (без листьев и соцветий). Их высота составляла 92,0–92,5 см.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что начиная с июня образование новых стеблей практически не происходило. Зная это и учитывая то, что в структуре урожая травы эхинацеи пурпурной стебли являются самой балластной частью, следует ограничить их образование, используя ретарданты, которые можно применять с началом вегетации, но не позже, чем в мае. По нашему мнению, это будет оправданным, так как практически после июльского отбора не наблюдается ростовой активности стеблей, как по изменению высоты, так и по изменению их массы. Разработка мер по ограничению степени роста стеблей целесообразна и потому, что по литературным данным не установлено корреляции между их высотой и биомассой корневой системы. С другой стороны, наоборот, отмечена тесная корреляция между глубиной проникновения корней и высотой надземной части растений.

Весьма важным элементом в структурном анализе урожая надземной массы эхинацеи пурпурной, определяющим ее лекарственные свойства, являются листья.

Как показали полученные нами данные, выращенная в условиях Полтавщины эхинацея пурпурная отличается хорошей облиственностью. Начиная со второго отбора, их количество на один стебель постоянно возрастало с 8,08 до 34,22 штук. При этом за апрель образовывалось 6,05 листьев, май – 6,77, июнь – 17,73, июль – 1,24, август – 2,21. Масса стеблевых листьев на 1 растение была максимальной при отборе в июле и составляла 229,19 г. В июле и августе масса листьев снижалась до 136,31 г и 107,35 г соответст-

венно. Аналогичная закономерность наблюдалась и при анализе массы одного листа. В июне этот показатель был максимальным и составлял 0,81 г. Площадь листа на протяжении вегетации изменялась не столь значительно, в пределах от 7,89 до 10,05 см<sup>2</sup>.

Таким образом, наши данные свидетельствуют о значительной роли стеблевых листьев в формировании ассимиляционной поверхности растений эхинацеи пурпурной. Исходя из этого, следует искать эффективные средства по стимуляции их развития, что, безусловно, приведет к повышению урожайности надземной массы, положительно скажется на степени развития корневой системы. Справедливость этого вывода нашей работы может быть подтверждена тем, что согласно литературным данным установлена прямая зависимость между диаметром корневой системы и диаметром надземной части растений эхинацеи пурпурной.

Особо следует отметить, что наибольшие изменения ростовой активности стеблевых листьев происходят накануне цветения за счет увеличения массы листовых пластинок.

Отмеченные закономерности в развитии стеблевых листьев характерны и для розеточных листьев. Их масса у одного растения была максимальной в июне и составляла 15,25 г. По мере роста растений этот показатель постепенно уменьшался до 5,12 г в сентябре. Количество листьев было наибольшим в мае – 25,60 шт./раст. По мере вегетации, вплоть до сентября, число листьев уменьшилось до 7,70, что связано с отмиранием розеточных листьев. Масса листа увеличивалась до июня месяца (0,58 г), а затем постепенно снижалась до 0,66 г в сентябре. Данная закономерность не была характерна для площади листовой пластинки. В августе она была максимальной и составляла 16,29 см<sup>2</sup>.

Полученные данные свидетельствуют о том, что фотосинтетический потенциал эхинацеи пурпурной формируется главным образом за счет образования и развития стеблевых листьев. Их площадь была максимальной в июле – августе и составила 2809,87 – 2874,03 см<sup>2</sup>. В то же время площадь розеточных листьев была самой большой в мае (257,18 см<sup>2</sup>) и постепенно уменьшалась до 117,91 см<sup>2</sup> в сентябре. Суммарная площадь листьев была самой большой в период массового цветения – в июле–августе (2986,04–3090,3 см<sup>2</sup>). Таким образом, в апреле–мае, когда стебли интенсивно росли, основную фотосинтетическую роль играли розеточные листья. Позже, в начале цветения, ее выполняли главным образом стеблевые листья. В пользу этого свидетельствует тот факт, что количество розеточных листьев к концу вегетации уменьшилось в 3,32 раза.

Известно, что наибольшее поглощение фотосинтетически активной радиации (ФАР) происходит при максимальной площади листовой поверхности, соответствующей 40000 м<sup>2</sup>/га. При этом оптимальный коэффициент покрытия должен быть равным 4. В наших же опытах, при густоте 92 тысячи растений на гектаре, площадь покрытия составила 28471 м<sup>2</sup>/га, что соответствовало коэффициенту покрытия – 2,847. Это свидетельст-

вует о том, что для интенсификации роста надземной массы эхинацеи пурпурной в наших условиях есть резервы. Они включают в себя как суто агротехнические мероприятия: изменение густоты посевов, применение регуляторов роста и удобрений, так и селекционные – возделывание низкорослых сортов, хорошо облиственных, с крупными соцветиями, от количества которых в значительной степени зависит качество получаемого сырья, его химический состав.

Полученные нами данные о темпах развития соцветий свидетельствуют о том, что у растений генеративного периода их образование начиналось в мае и продолжалось до июля. При этом их количество увеличивалось с 0,25 до 26,2, а масса – с 0,21 до 46,58 г. Количество соцветий на один стебель составляло 0,034 в мае, 1,05 в июне и 2,91 в июле. Первые соцветия начинали раскрываться в июне. Их количество увеличивалось с 0,9 (июнь) до 46,67 – 48,21 (август – сентябрь). В августе значительно возрастала масса расцветших соцветий одного растения – на 96,08 г по сравнению с июлем. Это происходило за счет увеличения их количества, поскольку масса одного соцветия на протяжении всех отборов оставалась на одном уровне. Общее же количество соцветий одного растения с июля до сентября колебалось в пределах 46,20–48,23 шт. Масса соцветий с каждым последующим отбором увеличивалась за счет возрастания их количества и массы. Диаметр одного соцветия в период массового цветения составил 2,96 см.

Нами был проведен корреляционный анализ показателей развития соцветий эхинацеи пурпурной при ее выращивании в различных экологических условиях Полтавской области – на самом юге, в Кобеляк-

ском районе (табл.1) и на севере – в Гадячском районе (табл. 2). При этом было установлено, что количество плодов в соцветии коррелирует с диаметром ( $r=0,653-0,782$ ), высотой ( $r=0,642-0,753$ ) и объемом соцветий ( $r=0,688-0,763$ ), а также диаметром стебля под соцветием ( $r=0,696-0,724$ ).

Массу плодов в соцветии определяют такие морфологические показатели, как его диаметр ( $r=0,756-0,895$ ), высота ( $r=0,720-0,812$ ) и объем ( $r=0,802-0,874$ ). В значительной степени она связана также с диаметром стебля под соцветием ( $r=0,694-0,804$ ) (табл.1, 2). Масса 1000 семян не имеет тесной корреляции с указанными показателями ( $r=0,327-0,511$ ), что свидетельствует о различных механизмах регуляции формирования количества плодов и степени их развития в соцветии. В пользу сказанного свидетельствует факт отсутствия корреляции между количеством плодов в соцветии и массой 1000 семян ( $r=0,070-0,242$ ) (табл.1, 2).

Следует также отметить и то, что размер соцветий влияет на количество сформировавшихся в них плодов, но при этом практически не определяет массу 1000 семян.

Как показали полученные нами данные, средовые факторы не влияли на закономерности проявления корреляций между изучаемыми признаками (табл.1, 2). Однако у растений, выращиваемых на севере, в сравнении с растениями, росшими в экологических условиях юга Полтавской области, соцветия развивались интенсивнее. Это происходило прежде всего за счет увеличения их диаметра, высоты, объема и большего диаметра стеблей. При этом количественные

### 1. Корреляционный анализ показателей развития соцветий эхинацеи пурпурной на юге Полтавской области

Показатели	Диаметр соцветия, см	Высота соцветия, см	Диаметр стебля, см	Кол-во плодов, шт.	Масса плодов, г	Масса 1000 семян, г	Объем соцветия, см <sup>3</sup>
Диаметр соцветия, см	1						
Высота соцветия, см	0,922	1					
Диаметр стебля, см	0,900	0,837	1				
Количество плодов, шт.	0,653	0,642	0,696	1			
Масса плодов, г	0,756	0,720	0,804	0,867	1		
Масса 1000 семян, г	0,432	0,393	0,445	0,070	0,521	1	
Объем соцветия, см <sup>3</sup>	0,986	0,919	0,905	0,688	0,802	0,437	1

### 2. Корреляционный анализ показателей развития соцветий эхинацеи пурпурной на севере Полтавской области

Показатели	Диаметр соцветия, см	Высота соцветия, см	Диаметр стебля, см	Кол-во плодов, шт.	Масса плодов, г	Масса 1000 семян, г	Объем соцветия, см <sup>3</sup>
Диаметр соцветия, см	1						
Высота соцветия, см	0,794	1					
Диаметр стебля, см	0,721	0,745	1				
Количество плодов, шт.	0,782	0,753	0,724	1			
Масса плодов, г	0,895	0,812	0,694	0,869	1		
Масса 1000 семян, г	0,607	0,511	0,327	0,242	0,669	1	
Объем соцветия, см <sup>3</sup>	0,990	0,775	0,729	0,763	0,874	0,573	1

и качественные показатели образовавшихся семян в меньшей степени коррелируют с морфологическими признаками соцветий, что указывает на то, что на севере Полтавщины семенная продуктивность эхинацеи в большей мере зависит от степени развития соцветий.

Кроме этого, нами установлено, что все показатели семенной продуктивности эхинацеи пурпурной зависят от того, на побеге какого порядка образовались соцветия, а в дальнейшем и плоды. При этом прослеживалась четкая зависимость их снижения от соцветий, расположенных на побегах первых порядков, к соцветиям, расположенным на побегах второго, третьего и более низких порядков.

Данные развития корневой системы свидетельствуют об увеличении ее массы на протяжении всего вегетационного периода второго года вегетации (рис. 2). Это происходило аналогично тому, как и у растений первого года жизни. На втором году, также как и на первом, наблюдалась активизация роста в сентябре – октябре. При этом, по сравнению с августом, приросты составляли – 32,25% в сентябре и 40,81% в октябре.

Проведенный учет урожайности корневой системы (при выкапывании растений картофелекопателем КСТ-1,4) свидетельствует, что средняя масса корневища с придаточными корнями одного растения составляла 57,14 г. Учитывая то, что в наших опытах густота на момент уборки была равной 4,15 растений на погонный метр или 92130 растений на гектар, урожайность сырых корневищ с корнями составила 52,6 ц/га, или в пересчете на сухую массу – 16 ц/га.

В этом наши данные полностью согласуются с исследованиями, проведенными в разные годы на опытной станции лекарственных растений УААН (с. Березоточа Лубенского района Полтавской области) согласно которым в условиях Полтавщины урожайность сухих корневищ с корнями эхинацеи пурпурной колеблется в пределах 16–29 ц/га.

Для оценки продуктивности растений показательным и информативным является коэффициент их продуктивности (соотношение сухой массы подземных органов к массе корневой системы). В наших исследованиях данный показатель за период май–июль увеличивался с 1,73 до 9,76, что было связано с усиленным ростом надземной массы. Во вторую по-

ловину вегетации значение этого показателя снижалось до 7,53 (август) и 5,54 (сентябрь), что происходило за счет увеличения массы корневищ и придаточных корней.

Несмотря на существенные различия по массе растений прегенеративного и генеративного периодов онтогенеза, значения коэффициента продуктивности на конец второго года вегетации значительно не изменилось. У ювенильных растений этот показатель составлял 4,21, а у генеративных – 5,54. По нашему мнению, это свидетельствует о наличии коррелятивных связей между надземной и подземной частями. Их регуляция будет способствовать более гармоничному развитию растений, максимальному получению травы или корней, улучшению качества сырья. В пользу этого свидетельствует и то, что с каждым последующим годом вегетации с изменением соотношения между органами происходило снижение суммы полисахаридов в траве и экстрактивных веществ в корневищах и корнях.

На основании полученных данных нами была рассчитана доля каждого из органов растения в общей массе одного растения эхинацеи пурпурной генеративного периода. Наиболее весомым при этом является вклад массы стеблей. В июне – сентябре их часть составляла 43,11 – 48,31%. Затем, в зависимости от фазы роста, по значимости была масса стеблевых листьев – 15,85 – 31,46%. По мере же образования и расцветания соцветий наблюдалась тенденция увеличения их вклада в общую массу – до 28% в сентябре. Удельный вес корневой системы на момент уборки растений составлял лишь 11,74% от общей массы одного растения.

Сходную с изложенным структуру состава надземной массы эхинацеи пурпурной сорта Принцесса второго года вегетации в условиях северной части Полтавщины описали А. И. Бушуева и А. В. Серeda (1998). При этом они отмечали довольно значительную долю стеблей, составляющую в их исследованиях 40–45%, что оказывало негативное влияние на общее содержание суммы полисахаридов в заготавливаемом сырье. Что же касается доли соцветий, то в исследованиях упомянутых авторов она составила 16%. При этом отмечено, что именно в них накапливается наибольшее количество биологически активных веществ.

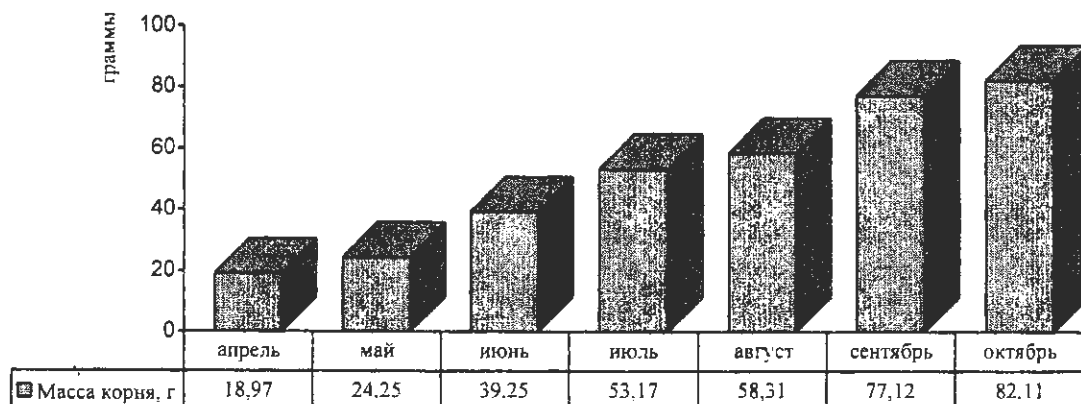


Рис. 2. Динамика нарастания корневой системы эхинацеи пурпурной второго года вегетации



Приведенные данные свидетельствуют о том, что при выращивании эхинацеи для получения травы около половины ее массы приходилось на стебли. Как мы уже отмечали ранее, они мало пригодны для фармацевтического использования. В связи с этим значительные перспективы должны иметь низкорослые сорта с повышенной облиственностью и крупными, или мелкими, но многочисленными, соцветиями, а также те мероприятия по уходу за растениями, которые позволяют добиться такого соотношения органов.

Таким образом, все изложенное позволяет определить основные закономерности роста и развития растений эхинацеи пурпурной второго года вегетации. Это будет полезным для более подробной разработки технологических операций по ее возделыванию, направленных на повышение его продуктивности и улучшение качества сырья.

При изучении морфогенеза эхинацеи бледной нами установлено, что в начале онтогенеза ее ростовая активность довольно невысокая. При этом в стадии вилочки всходы находятся в среднем 7–9 дней. Только после этого, на 25–32 день с момента всходов, появляется первый настоящий лист.

Проведенные нами регулярные наблюдения за ювенильными растениями свидетельствуют о том, что на протяжении первых двух месяцев после посева их корневая система растет медленно. Начиная же с июля наблюдается значительное ускорение ее роста, что длится до конца вегетации. При этом диаметр мясистого вертикально утолщенного корневища увеличивается почти в два раза, а его длина в среднем достигает 28,17 см.

Таким образом, по темпам роста корневой системы в виргинильный период эхинацея бледная опережает все изученные нами виды. В связи с более глубоким проникновением ее необычного по морфологии корневища она практически не страдает от июльской засухи, более надежно обеспечивает себя влагой, отличается высокой зимо- и морозостойкостью. Вертикальность и мясистое утолщение корневища придает эхинацее бледной уже в первый год жизни большие социальные и экологические преимущества перед другими видами. Ее растения легко и быстро выкапываются. При этом не извлекается так много земли как при выкопке эхинацеи пурпурной, не тратится такое большое количество воды для мойки корневищ, а их зольность в несколько раз ниже, чем у эхинацеи пурпурной.

Виргинильный период растения эхинацеи бледной заканчивают формированием розетки листьев и закладкой почек. Если у эхинацеи пурпурной, в зависимости от сорта, уже в первый год жизни к генеративному периоду может переходить от 3,2 до 15,8% растений, то у эхинацеи бледной это практически не происходит. Правда, в отдельные годы с достаточным количеством тепла, при выпадении в августе – сентябре осадков, отдельные растения ранних сроков посева зацветают в октябре, что в наших исследованиях отмечалось лишь в 2000 году.

Виргинильный период частично захватывает и второй год жизни. При этом наиболее интенсивный

рост надземной части имматурных растений наблюдается в июне. Прежде всего это касается розеточных листьев. Их прирост на одно растение составлял 3,79 штук. В июле этот процесс не такой активный, всего лишь 1,92 листа на растение. После него образование новых листьев почти не идет, а с сентября начинается интенсивное отмирание розеточных листьев.

В конце мая, начале июня второго года жизни почти все растения эхинацеи бледной переходят в генеративный период развития. При этом на каждом растении формируется один побег с соцветием, очень редко – два. Как правило, побеги первого порядка не ветвятся, что является отличительной особенностью эхинацеи бледной.

Цветение эхинацеи бледной в среднем длится 76 дней и наступает значительно раньше, чем у эхинацеи пурпурной и эхинацеи узколистной. Это весьма положительно для пчеловодства, так как создается возможность создания цветочного конвейера, в котором первым из медоносов будет выступать эхинацея бледная. Однако следует отметить, что как медонос эхинацея бледная практически не изучалась. Укажем лишь на то, что в ее цветках образуется много пыльцы белого цвета, она крупная, слипается в комочки и ее активно собирают пчелы.

После цветения начинается формирование плодосемянко. На одном растении второго года вегетации их завязывалось в среднем 275 штук.

Характеризуя корневую систему растений, вступивших в генеративный период, мы можем отметить, что она практически нарастала лишь в диаметре. С сентября на корневище начинают закладываться почки.

На третьем году вегетации растение эхинацеи бледной растет более интенсивно. При этом, в сравнении с растениями второго года вегетации, они имеют большую высоту. Количество побегов в среднем на одно растение равнялось 11,2. В свою очередь это приводило к значительному увеличению количества соцветий. Описанные изменения в онтоморфогенезе свидетельствуют в пользу того, что для заготовки надземной части следует использовать растения третьего года вегетации, так как именно в этом возрастном состоянии масса листьев и соцветий во время цветения эхинацеи бледной превышает массу стеблей.

Интенсивные ростовые процессы характерны отличает корневую систему растений третьего года вегетации. По своей массе в этот период онтогенеза она почти в 7 раз превышала аналогичный показатель растений второго года вегетации. Растениям третьего года вегетации присуща и наибольшая семенная продуктивность. При этом с одного растения собрали до 10 г плодов.

Отличительной особенностью эхинацеи бледной от изучаемых эхинацеи пурпурной и эхинацеи узколистной является то, что в наших исследованиях отдельные ее растения не переходили к генеративному развитию на протяжении вот уже пяти лет. При этом они образовывали лишь мощную розетку с большим количеством листьев.

Исследования онтоморфогенеза эхинацеи узколистной позволили установить что, при ее весеннем посеве в открытый грунт все растения первого года жизни находились в ювенильном состоянии. Они образовывали укороченный розеточный побег и несли в среднем на одно растение 6,5 листьев с длиной черешка 5,4 см, листовой пластинки 12,6 см и ее шириной 1,9 см. На второй год вегетации 36,4% растений вступили в генеративный период, имея среднюю высоту 22,6 см и количество листьев в розетке равное 14,6. Длина их черешков составляла 5,4 см, листовой пластинки – 13 см и ее шириной 2 см. В среднем на одном растении образовывалось 1,5 соцветия с диаметром 3,3 см. с одного растения можно собрать от 0,28 до 0,35 г плодов с массой тысячи штук 2,30–2,9 г. Многие плоды, собранные с растений этого возраста, партенокарпические. Сырая масса корневища с корнями равнялась 6,7 г. С третьего года вегетации все растения вступили в генеративный период. Их высота составляла 50,4 см. Всего на одном растении формировалось 107 листьев, из них 38 – розеточных. Количество побегов одного растения не превышало 11, а количество соцветий 10. Одно соцветие в среднем насчитывало 235 цветков, из которых 221 – трубчатых, а 14 – язычковых. С одного растения собирали от 2,4 до 2,8 г плодов с массой тысячи штук 2,71 – 2,81 г. Количество партенокарпических плодов составляло до 21% от общего числа собранных. Сырая масса корневища с корнями в среднем равнялась 11 г. Самым ценным за годы исследования следует считать образец из заповедника Prairie Nursery (США).

**Биохимические исследования.** Одним из приоритетных направлений в изучении биохимии эхинацеи является поиск, выделение и оценка активности лектинов. На первых этапах нами проводилась экстракция корней, листьев, стеблей, соцветий и плодов фосфатно-цитратным буфером на основе физиологического раствора с pH 4.2; 7.0; 8.0 в соотношениях сырье: экстрагент 1:5 и 1:10. Во всех случаях были получены отрицательные результаты. Несколько иные данные характерны для исследований Н.Ф.Погорелой, В.А.Меньшовой, А.В.Брайон (1997), проведенных в Киевском национальном университете им. Т.Г.Шевченко. При этом, водно-солевые экстракты корней и стеблей 10-дневных растений, а также стеблей, листьев, соцветий и плодов растений второго года не взаимодействовали с эритроцитами человека. В тоже время экстракты корней и соцветий проявили специфическую активность. По нашему мнению, различия в данных объясняются неоднородностью сырья и разными условиями опытов. Кроме того, эритроциты человека как модель оценки активности лектинов не совсем подходит для этих целей, что согласуется с мнением указанных авторов, которые получили положительную реакцию практически во всех вариантах при использовании эритроцитов крысы.

Активность лектинов в плодах эхинацеи определялась нами поэтапно в процессе проведения ступенчатого низкотемпературного этанольного фракционирования до 20%, 35%, 50% и 76% конечной концентрации. Осадок и надосадочная жидкость на каждом

этапе подвергались на наличие лектинов. При этом реакция агглютинации регистрировалась только в двух вариантах при 20%-ном насыщении этанолом с pH=3.1 (титр агглютинации 1:256) и pH=8.0 (титр 1:512). Было установлено, что оптимальными условиями для оценки активности лектинов следует считать насыщение экстракта этанолом до 20%-ной конечной концентрации, доведением раствора до pH=8.0, охлаждением и центрифугированием. Полученный осадок проявлял высокую активность в реакции с эритроцитами O (II, A (II)) и AB (IV) групп крови человека в системе ABO. Титр агглютинации достигал 1:1024.

В процессе экспериментов нами была отмечена следующая важная особенность: при последовательном разведении лектина в лунках планшета его активность сначала была высокой, а затем снижалась, после чего опять повышалась. Таким образом, наблюдалось торможение реакции агглютинации, сходное с тем, что происходит при определении наличия взаимодействия углеводов с лектинами. Вероятно, это было связано с наличием в растворе полисахаридного комплекса, который "маскировал" активность лектинов, что следует учитывать при их дальнейшем изучении. Указанная особенность определения активности лектинов у эхинацеи пурпурной наводит на мысль, что используя их углеводную специфичность можно разработать простой и быстрый метод оценки не только качественного, но и количественного состава углеводов в экстрактах.

По разработанной нами ранее методике была проведена оценка взаимодействия лектинов с углеводами арабинозой, глюкозой, галактитом, ксилозой, галактозой, фруктозой. При этом торможения реакции агглютинации практически не наблюдалось. Вероятно, при наличии более широкого спектра углеводов можно выявить специфичность лектинов.

До настоящего времени точно не установлено, какие вещества или комплексы каких соединений обеспечивает высокий и разнообразный фармакологический эффект препаратов из эхинацеи. В связи с этим, мы полностью согласны с тем, исследователями, которые допускают наличие тесной взаимосвязи между лечебным действием препаратов из эхинацеи с лектинами, которые в них содержатся.

Весьма важными для понимания фармакологии эхинацеи, а также для стандартизации ее сырья являются фенольные соединения. Их УФ-спектры поглощения наглядно характеризуют суммарную активность всего фенольного комплекса как препаратов, так и сырья, что может быть использовано для их экспресс-оценки.

Учитывая это, для проведения исследований мы использовали листья, стебли, соцветия эхинацеи пурпурной, собранные в период массового цветения, а также корневища с корнями, заготовленные во время уборки урожая в октябре. Из них готовили водно-спиртовые экстракты, их центрифугировали и измеряли спектры поглощения в диапазоне волн 240–270 нм на спектрофотометре СФ-46.

Полученные данные представлены на рисунке 3. Как видно из него, кривые имели два максимума с

несколькими плечами и являлись типичными для всех исследуемых экстрактов. Наиболее характерный максимум отмечен для длины волны 325 нм. Учитывая то, что оптическая плотность извлечений находится в прямой зависимости с концентрацией исследуемых соединений, можно сделать вывод о том, что в корневищах и корнях эхинацеи находится больше всего активных компонентов, причем это касается областей всех изучаемых длин волн. Меньшее количество изучаемых веществ содержалось в соцветиях и листьях. Обращает на себя внимание и то, что кривые спектров извлечений сорта Магнус всех указанных органов эхинацеи имели сходство. Это свидетельствует о подобии составов УФ-компонентов изученных частей растения. Несколько отличался от них спектр экстракта стеблей. Количество изучаемых соединений в них было самым низким.

Анализ содержания УФ-активных компонентов в соцветиях показал более высокую их активность у эхинацеи пурпурной сорта Магнус. Уровень УФ-спектров соцветий эхинацеи бледной был несколько

ниже. Более значительно уступал по характеризующему признаку упомянутым видам образец эхинацеи пурпурной из прерий США (№ 1/1). Анализ УФ-спектров листьев показал превосходство эхинацеи пурпурной перед эхинацеей бледной по изучаемому показателю. Характерно, что у эхинацеи бледной спектральные характеристики отличались от эхинацеи пурпурной, что свидетельствует о присутствии в экстракте других соединений фенольной природы. Минимальное содержание УФ-активных компонентов отмечено для стеблей эхинацеи. Более низкое их содержание в сравнение с другими образцами было в стеблях эхинацеи бледной.

Самой высокой активностью УФ-спектров характеризовались корневища с корнями. Максимальными эти показатели были для изучаемых образцов эхинацеи пурпурной. Эхинацея бледная уступала ей в этом. И опять же, как при анализе соцветий и листьев, выделялся сорт Магнус, что свидетельствует о его большей перспективности при использовании в селекционном процессе.

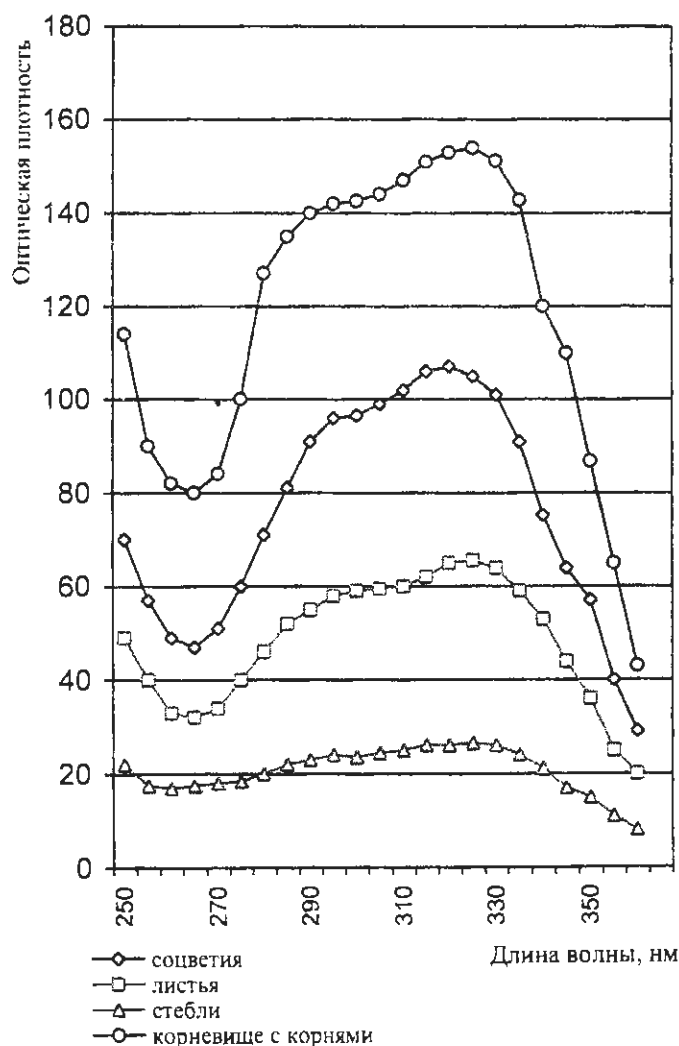


Рис. 3. Характеристика спектров поглощения УФ-компонентов экстрактов эхинацеи пурпурной сорта Магнус

Сравнивая наши данные с литературными, следует отметить общую закономерность в характере распределения фенольных компонентов. R. Bauer и H. Wagner (1990) отмечали большее содержание циккориевой кислоты в разных органах эхинацеи пурпурной в сравнении с эхинацеей бледной. При этом, повышенным содержанием характеризовались соцветия и корневища с корнями, а пониженным – листья и стебли. В наших опытах наблюдались аналогичное распределение активности изучаемых компонентов. Это свидетельствует в пользу сложившегося мнения о том, что среди комплекса веществ исследуемых спектров поглощения наибольший удельный вес принадлежит циккориевой кислоте.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что все органы эхинацеи пурпурной содержат больше УФ-активных компонентов фенольной природы по сравнению с эхинацеей бледной. Большей активностью характеризовалось корневище с корнями, несколько уступал им соцветия и листья, последнее же место занимали стебли. Все это свидетельствует в пользу ранее высказанного нами мнения о том, что наиболее перспективными по содержанию биологически активных веществ должны быть сорта эхинацеи с минимальным удельным весом в урожае надземной массы стеблей, а также с их минимальной высотой. Среди всех изученных нами образцов по активности УФ-спектров выделился сорт эхинацеи пурпурной Магнус, который превосходил образец из прерий США (№ 1/1) в отдельных случаях в 3,4 раза. Это позволяет рекомендовать их как ценный генотип для проведения селекционных программ, связанных с выведением сортов, имеющих высокую биохимическую активность сырья.

Таким образом, оценивая УФ-спектры поглощения разных органов растения, можно довольно быстро и просто иметь представление о наличии флаванондов, фенольных соединений и их количественном соотношении. Зная их количество в разных препаратах, можно всегда использовать их как стандарт для проведения сравнительных исследований. Считаем, что данный метод может быть использован для экспресс-оценки качества заготавливаемого сырья, а также в проведении работ по селекции эхинацеи на улучшение химического состава.

**Исследования кормовых достоинств.** Проведенные нами 3-летние исследования позволяют считать

эхинацею бледную, пурпурную и узколистую ценными лечебно-кормовыми растениями. При этом по содержанию протеина в надземной массе выделяется эхинацея бледная, у которой его количество доходит до 18,34% на абсолютно сухое вещество. Далее идет эхинацея узколистая – 16,14%, а затем пурпурная – 15,87%. Необходимо отметить, что в зависимости от продолжительности выращивания количество протеина изменялось. Максимальным оно было в первый год вегетации. На второй год данный показатель составил 13,44–11,87%, а на третий – 11,33–11,12%. Тем не менее ежегодно первое место по содержанию протеина занимала эхинацея бледная, далее шла эхинацея пурпурная, а затем эхинацея узколистая. Самое высокое количество протеина 14,69–18,34% накапливалось в листьях и соцветиях – 11,98–15,29%, минимальным оно было в стеблях – 2,34–6,70%.

В зависимости от года вегетации растений количество протеина в органах менялось, снижаясь с каждым очередным годом. Тем не менее наибольшее количество протеина содержали органы эхинацеи бледной. Данный вид обеспечивал наибольшее количество перевариваемого протеина на одну кормовую единицу, достигающее до 177 г и максимальное количество энергетических кормовых единиц. В одном килограмме зеленой массы эхинацеи третьего года жизни содержалось 21 – 23 г перевариваемого протеина. Высокой являлась и питательность сухой массы разных видов эхинацеи. Так, в одном килограмме содержалась 0,58–0,65 кормовых единиц, а перевариваемого протеина 72–74 г, что обеспечивало 130–132 г перевариваемого протеина на одну кормовую единицу, вместо рекомендуемых по норме 100–120 г. Все это, вместе с высокой урожайностью надземной массы эхинацеи бледной и пурпурной, обеспечивало им высокий выход кормовых единиц с гектара. Эхинацея узколистая уступало этим видам по данным показателям.

Кормовые достоинства эхинацеи значительно повышаются благодаря наличию в ней достаточного количества зольных элементов: кальция – 1,74–2,21, фосфора – 0,48–0,45, калия – 2,46–2,20%. Изучаемые нами виды эхинацеи содержали довольно много безазотистых экстрактивных веществ – 37,28–52,10% и жира 3,52–5,95%. Для эхинацеи пурпурной эти показатели имели большое варьирование в зависимости от сорта.

## ЗМІСТ

### VIVAT ACADEMIA!

Розпорядження Кабінету Міністрів України про створення Полтавської державної аграрної академії		6
Вітання колективу Полтавського державного сільськогосподарського інституту з нагоди створення на його базі Полтавської державної аграрної академії		7
<b>ПЕРЕДНЄ СЛОВО</b>		
<i>Писаренко В.М.</i>	Історичні аспекти створення та розвитку Полтавської державної аграрної академії	11
<b>Полтавський державний сільськогосподарський інститут на рубежі ХХІ сторіччя: головні наукові напрямки й підсумки досліджень</b>		
<i>Антонець С.С., Писаренко В.М., Опара М.М.</i>	Регіональний аспект біологізації землеробства: напрямки досліджень, здобутки і перспективи	15
<i>Писаренко В.М., Писаренко П.В.</i>	Досвід Полтавського державного сільськогосподарського інституту використання мінералізованої (пластової) води в біологічному землеробстві	20
<i>Гришко В.В., Перебийніс В.І., Рабштина В.М., Малиш М.Н.</i>	Вивчення проблем енергозаощадження вченими економістами- аграрниками Полтавського державного сільськогосподарського інституту	26
<b>Мурзін В.К.,</b> <i>Волков С.І.</i>	Результати досліджень з питань електротехнології та енергозбереження: напрацювання Полтавського державного сільськогосподарського інституту	30
<i>Воропін П.І., Воропіна В.О., Опара М.М., Компанієць І.Б.</i>	Розробка технології локального внесення добрив у Полтавському державному сільськогосподарському інституті	33
<i>Сакало Л.Г., Лапенко Г.О., Слинько О.П.</i>	Обладнання для вирішення деяких проблем екологічного рослинництва: дослідження Полтавського державного сільськогосподарського інституту	39
<i>Поспелов С.В., Самородов В.М., Поспелова Г.Д.</i>	Основні напрямки й підсумки досліджень біології лектинів у Полтавському державному сільськогосподарському інституті	42
<i>Самородов В.Н., Поспелов С.В.</i>	Види роду ехінацея ( <i>Echinacea Moench</i> ) в агрофітоценозах Лесостепи України: десятилетние итоги интродукции, изучения биологии и возделывания	48
<i>Чекалин Н.М.</i>	Селекционно-генетические исследования зернобобовых и зерновых культур в Полтавском государственном сельскохозяйственном институте: направления и итоги	59
<i>Скляр Ю.В., Скляр Н.М.</i>	Пріоритетні напрямки селекції гібридів кукурудзи у Полтавському державному сільськогосподарському інституті	63
<i>Ноздрін М.Т., Данилко Л.М., Золотницька В.Я.</i>	Біоконверсія мінералізованих (пластових) вод для потреб свинарства: напрямки досліджень і здобутки Полтавського державного сільськогосподарського інституту	66
<i>Трончук І.С., Матюха В.В., Алексеев В.Г., Година Р.В., Сергієнко В.М.</i>	Метод визначення поживності комбікормів для свиней за хімічним складом	69

# ВІСНИК

ПОЛТАВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ІНСТИТУТУ

**4'2001**

Матеріали друкуються  
мовами оригіналу  
українською та російською

Науково-  
виробничий,  
фаховий журнал

Видається з грудня 1998 року

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

**В. М. Писаренко,**

головний редактор

**М. М. Опара,**

заступник головного редактора

**В. М. Самородов,**

заступник головного редактора

**П. В. Писаренко,**

головний редактор

## Членкиня колегії з галузі «Сільськогосподарство»

**Г. П. Жемелю,**

доктор сільськогосподарських наук

**М. Т. Ноздрія,**

доктор сільськогосподарських наук

**В. М. Писаренко,**

доктор сільськогосподарських наук

**В. П. Рибатко,**

доктор сільськогосподарських наук, академік УААН

**І. С. Трончук,**

доктор сільськогосподарських наук

**М. М. Чекалін,**

доктор біологічних наук

## Редакційна колегія з галузі «Ветеринарна медицина»

**В. П. Бердник,**

доктор ветеринарних наук

**П. П. Герцен,**

доктор ветеринарних наук

**А. М. Головка,**

доктор ветеринарних наук

**В. П. Ізденський,**

доктор ветеринарних наук

**А. Ф. Карішева,**

доктор ветеринарних наук

## Редакційна колегія з галузі «Економіка»

**С. С. Бакай,**

доктор економічних наук

**В. В. Гринько,**

доктор економічних наук

**А. Т. Опря,**

доктор економічних наук

**В. І. Черевинніс,**

доктор економічних наук

**В. М. Рабштина,**

доктор економічних наук

## EDITORIAL BOARD:

**V. Pysarenko,**

editor-in-chief

**N. Opara,**

deputy editor-in-chief

**V. Samorodov,**

deputy editor-in-chief

**P. Pysarenko,**

executive secretary

**G. Zemela**

**M. Nozdria**

**V. Pysarenko**

**V. Rybalko**

**I. Tronchuk**

**M. Chekalin**

**V. Berdnyk**

**P. Hertsen**

**A. Golovko**

**V. Izdepsky**

**A. Karisheva**

**S. Bakai**

**V. Gryshko**

**A. Opra**

**V. Perebyynis**

**V. Rabshytina**