

УДК 633.88:631.81

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАМАЧИВАНИЯ СЕМЯН В РАСТВОРАХ МАРГАНЦА И ЦИНКА

Е. Ю. БАБАЕВА, В. Ф. ВОЛОБУЕВА, Б. А. ЯГОДИН, Г. И. КЛПМАХПН

(Кафедра агрохимии)

Представлены результаты опытов по предпосевной обработке семян эхинацей пурпурной марганцем и цинком. Выявлено, что намачивание семян в растворах $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ улучшает их энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть. Влияние данного приема сохраняется в течение двух лет вегетации. Установлено, что оптимальными концентрациями являются 0,05% раствор $MnSO_4$ и 0,1% раствор $ZnSO_4$. Намачивание семян в течение 12 ч приводило к максимальному увеличению всех изученных показателей.

Мировая естественная флора располагает большим резервом полезных растений. Разнообразие природных условий России требует постоянного расширения видового состава возделываемых растений, в том числе для нужд медицины. Известно, что в современной медицине около 40% препаратов изготавливается из лекарственного растительного сырья. Ценным лекарственным сырьем для производства препаратов иммуностимулирующего действия являются трава и корневища с корнями эхинацей пурпурной — *Echinacea purpurea* Moench (L). Это многолетнее травянистое растение относится к семейству *Asteraceae*, подсемейств *Kagduoideae*, колену *Heliantiaceae*, подколену *Verbesininae* [5]. Род *Echinacea* насчитывает 9 видов.

Название происходит от греческого *echinos* — еж и связано с ключими семенными головками растения [7]. Эхинацея пурпурная является наиболее распространенным видом этого рода в Северной Америке. В диком виде произрастает в открытых гористых лесах и прериях, расположенных на востоке от Северного Техаса, Миссури и Мичигана [9].

Из всех химических соединений, входящих в состав эхинацей, наиболее полно изучены сахара. Выделены простые сахара: арабиноза, галактоза, ксилоза, манноза; пентозаны, олигосахариды, полисахариды, в юм числе инулин и пектин, активные в иммунологическом отношении. Среди производных кофейной кислоты следует отметить гликозид эхинакозид и цнкориевую кислоту — депсид

кофейной и винной кислот. Эхинакеид обладает бактерицидной активностью в отношении золотистого стафилококка и стрептококка. В конце 80-х годов в ФРГ были запатентованы экстракты эхинацеи с содержанием циккориевой кислоты, обладающей иммуностимулирующей и иммуномодулирующей активностью. Во всех органах эхинацеи содержится эфирное масло. Для представителей семейства Астровых свойственно присутствие ненасыщенных алкиламидов. В корнях эхинацеи пурпурной преобладают амиды 2,4-диеновой структуры. Эти соединения обуславливают жгучий вкус сырья и препаратов, а также обладают местно-анестезирующими свойствами. В корнях и надземной части эхинацеи были обнаружены макро- и микроэлементы: калий, кальций, молибден, серебро, никель, барий, бериллий, ванадий и марганец. Кроме того, эхинацея накапливает микроэлементы, влияющие на функционирование иммунной системы: цинк, селен и кобальт [4].

Области применения препаратов из эхинацеи включают инфекционные и воспалительные заболевания дыхательных путей, мочеполовой системы и опорно-двигательного аппарата (коклюш, бронхит, синусит, тонзиллит, простатит, ревматоидный артрит). Используются препараты для иммунопрофилактики при первых признаках ОРЗ, обострения хронических заболеваний [8].

В настоящее время данное растение широко вводится в культу-

ру во всем мире, в том числе и в России. Разработаны основные элементы агротехники для Нечерноземной зоны. Лучшими предшественниками являются пар и ранозубаемые культуры. Посев проводят весной из расчета 10 кг семян на 1 га с междурядьями 60 см. Глубина заделки семян 1,5—2 см. Траву (цветущую облиственную часть побега) убирают со второго года вегетации. Урожай достигает 10–15 ц/га. После скашивания необходима подкормка.

Изучение влияния микроэлементов на данную культуру не проводилось, хотя для реализации адаптивного потенциала нитродуцированного растения они имеют большое значение. В связи с обилием фактического материала в статью не включен цифровой материал, оформленный в виде таблиц. Данные приводятся в виде описания по вариантам и экспозициям.

Методика

Исследования проводили в лабораторных и полевых опытах в течение 1996—1998 гг. Энергию прорастания и всхожесть семян изучали в лабораторных условиях согласно ГОСТ Р51096-97. Семена проращивали в кюветках при постоянной температуре 20°С. Повторность опытов 6-кратная. Полевую всхожесть и урожайность изучали в опытном севообороте лаборатории агротехники и агрохимии ВИЛАР. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели: рН_{KCl} 6,0; Н_r - 1,8 мг-экв/100 г,

содержание гумуса — 2,09%, P₂O₅ — 150 мг/кг, K₂O — 160 мг/кг. Семена намачивали в растворах MnSO₄ и ZnSO₄ различных концентраций: 0,01%, 0,05%, 0,1%, 0,2%. Экспозиция 6, 12, 18 ч. Семена исследовали в год сбора. Для проведения полевых опытов их подсушивали до сыпучести и через 24 ч после намачивания высевали в поле. Фон 90N90P90K под зяблевую вспашку. Повторность опытов по полевой всхожести 6-кратная, площадь делянки 1,2 м². При изучении продуктивности площадь делянки составляла 16,8 м², повторность 4-кратная. Приводятся данные за 1997—1998 гг. по растениям второго года вегетации. В полевых опытах расположение вариантов рендомизированное. Сырье измельчали и высушивали в сушилке типа «Лесничанка» при температуре 60° С. Статистическая обработка проведена методом дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение

Энергия прорастания и всхожесть семян являются важными характеристиками их посевных качеств. Семена эхинацеи пурпурной имеют такое нежелательное для культурного растения свойство, как длительный период между посевом и появлением проростков (1 мес.). Кроме того, семена обладают растянутой всхожестью, т. е. проростки появляются в течение достаточно долгого времени (около 2 нед.). В условиях промышленного возделывания эти отрицательные качества семян усложняют борьбу с сорняка-

ми. Для поддержания поля чистым от сорняков в течение первого года вегетации рекомендуется проводить 4 культивации междурядий и 3 ручных прополки в рядах. Особые трудности возникают при борьбе с сорняками в посевах эхинацеи на семена. У данной культуры их получают со второго года вегетации.

Растения эхинацеи имеют следующую особенность: к фазе цветения главного побега (2—3-я декада июля) стебель приобретает ломкость, что делает невозможной культивацию междурядий. Уборку растений на семена проводят не ранее 2—3-й декады октября. Отсутствие междурядных обработок в течение почти 3 мес. приводит к сильной засоренности посевов, если к концу первого года вегетации не удастся получить хорошо развитые, конкурентоспособные растения и поле, чистое от сорняков.

Решение данной проблемы, вероятно, возможно при сочетании агротехнических и химических мер борьбы с сорняками. Исследователи разных стран мира, в том числе ВИЛАР-центра и его зональных станций, изучают возможность применения гербицидов в посевах эхинацеи пурпурной [10]. В то же время метод намачивания семян в растворах микроэлементов в настоящее время широко используется при возделывании различных сельскохозяйственных культур [6]. Представляет определенный интерес изучить влияние данного метода на энергию прорастания, всхожесть семян и урожайность эхинацеи пурпурной.

Энергия прорастания для семян эхинацеи подсчитывается на 7-й день. У необработанных семян она не превышает 50%, а у намоченных в воде — 52—58% в зависимости от экспозиции. Результаты по опытным вариантам сравнивали с таковыми для сухих семян. При использовании 0,01% раствора $MnSO_4$ с 6-часовой экспозицией энергия прорастания повышалась на 10%, а применение 0,05% раствора $MnSO_4$ увеличивало изучаемый показатель еще на 9%. Дальнейшее возрастание концентрации растворов $MnSO_4$ незначительно сказывалось на энергии прорастания. 12-часовое намачивание семян в растворах $MnSO$ также повышало энергию прорастания. При увеличении концентрации растворов от 0,01 до 0,2% энергия прорастания возрастала соответственно на 18, 23, 36 и 23% по сравнению с контрольными данными. В то же время наши исследования показали, что применение растворов $MnSO$ с экспозицией 18 ч не вызывало существенных изменений изучаемого показателя по сравнению с вариантом при экспозиции 12 ч. Наилучшим вариантом явился 0,1% раствор $MnSO_4$, который способствовал увеличению энергии прорастания семян эхинацеи на 36%.

Отмечалось также положительное воздействие на энергию прорастания семян при их намачивании в растворах $ZnSO$ на 6 ч: 0,01% раствор $ZnSO$ повышал энергию прорастания на 14%. С возрастанием концентрации растворов изучаемый показатель увеличивался и достиг зна-

чения 78% при 0,2% растворе $ZnSO_4$. Иная зависимость прослеживалась при экспозиции 12 и 18 ч. Лучшие результаты получены с применением 0,05% раствора $ZnSO_4$, где энергия прорастания была соответственно 80% и 83%. Как показали наши исследования, намачивание семян в растворах $ZnSO_4$ более высоких концентраций (0,1 и 0,2%) приводило к заметному ингибированию энергии прорастания. Так, семена, намоченные в 0,1% растворе, имели энергию прорастания, равную 72%. Дальнейшее увеличение концентрации до 0,2% приводило к значительному снижению энергии прорастания — до 65%. Вероятно, концентрация 0,1 и 0,2% являются токсическими для прорастающего семени и, в первую очередь, для зародышевого корешка. Доказано, что при избытке цинка рост корней угнетается сильнее, чем побегов [3]. Таким образом, намачивание семян эхинацеи в растворах микроудобрений способствует повышению энергии прорастания.

Намачивание семян в растворах микроэлементов — попытка частичного решения проблемы растянутой всхожести, достаточно типичной для растений, вводимых в культуру. Данные лабораторных опытов показали, что намачивание семян в воде на 6 ч не изменяло их всхожести независимо от года репродукции. Всхожесть несколько возрастала по сравнению с контролем при экспозиции 12 и 18 ч. При экспозиции 18 ч всхожесть по сравнению с контролем в среднем увеличивалась на 7%. При намачивании

семян и растворах $MnSO_4$ различных концентраций отмечается следующая закономерность: для 6-часовой экспозиции с повышением концентрации растворов соответственно увеличивалась всхожесть семян. Оптимальным в данном случае явился вариант с намачиванием семян в 0,2% растворе, который обеспечивал максимальное повышение всхожести: на 9,5—14,5% по сравнению с контролем. Наибольшее значение всхожести при 12-часовом намачивании (89%) получено в варианте с применением 0,1 % раствора независимо от года репродукции семян. Это касается и намачивания семян в растворах $MnSO_4$ на 18 ч. В целом при намачивании семян в растворах $MnSO_4$ более высоких концентраций влияние экспозиции уменьшалось.

Изучение лабораторной всхожести семян при их предварительном намачивании в растворах $ZnSO_4$ на 6 ч показало, что в зависимости от года сбора семян обработка неоднозначно влияла на всхожесть. Так, у семян с растений второго года вегетации с увеличением концентрации раствора $ZnSO_4$ всхожесть постепенно увеличивалась от 82,5 до 89,5% при контрольной 73° о. Ч то касается семян от растений третьего и четвертого годов вегетации, то в данном случае также происходило повышение всхожести с 81,5—82,0% до 86,0—86,5% при повышении концентрации растворов $ZnSO_4$ от 0,01 до 0,2%.

Увеличение экспозиции намачивания до 12 ч позволяло получить максимальную всхожесть — 89,0—90,5% при обработке семян

0,1% раствором $ZnSO_4$. Повышенные концентрации растворов до 0,2% привело к существенному ингибированию всхожести по сравнению с предыдущим вариантом. Такая же закономерность отмечается при 18-часовом намачивании семян в растворах $ZnSO_4$.

На основании изложенного выше материала можно сделать следующее заключение: максимальные энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян эхинацеи пурпурной наблюдается при намачивании семян в 0,1 % растворе $MnSO_4$ на 12 ч. Что касается растворов $ZnSO_4$, то лучшие результаты по энергии прорастания отмечены при использовании 0,05% концентрации, а по лабораторной всхожести — при 0,1% концентрации при той же экспозиции.

Для проведения полевых опытов семена, как отмечалось ранее, подсушивали после намачивания в растворах микроэлементов. Чередувание намачивания и подсушивания — известный практический прием, который применяют для получения более дружных всходов [2]. Это подтверждается полученными в опыте данными. Если лабораторная всхожесть семян, намоченных в воде, незначительно отличалась от всхожести необработанных семян, то полевая их всхожесть существенно выше контроля. В нашем опыте данный прием сочетался с обогащением семян марганцем и цинком, что способствовало дальнейшему повышению полевой всхожести.

Первый учет полевой всхожести проводили через месяц после посева. Проростки из обрабо-

тайных семян появились в среднем на 3—5 дней раньше контрольных, что дало возможность раньше провести первую между-рядную обработку. Кроме того, удлинился вегетационный период, а это имеет большое значение для интродуцированной из субтропиков культуры, каковой является эхинацея.

Всхожесть необработанных семян составляла лишь 11%. При намачивании в воде на 6 ч этот показатель увеличивался до 19%, а при экспозиции 12 и 18 ч — соответственно до 21—23%.

Изучение влияния микроэлементов на полевую всхожесть семян позволило установить следующие закономерности. Так, намачивание семян в растворе $MnSO_4$ на 6 ч повысило полевую всхожесть семян эхинацеи в среднем на 18% по сравнению с контролем. Оптимальным вариантом в данном случае явилось применение 0,05% раствора, при котором полевая всхожесть составила 38%. Намачивание семян на 12 и 18 ч в растворе этой же концентрации выявило почти полное отсутствие зависимости полевой всхожести от времени экспозиции, по обоим вариантам данный показатель был одинаковым — 38%.

Данные наших исследований показали, что изменение полевой всхожести в зависимости от намачивания семян в растворах $ZnSO_4$ зависит как от концентрации, так и от экспозиции. Результаты при намачивании семян в растворах $ZnSO_4$ сходны с аналогичными данными по лабораторной всхожести. При экспозиции 6 ч с увеличением концентрации раствора $ZnSO_4$ от 0,01 до 0,2% полевая

всхожесть возрастала от 29 до 49%. Максимальной полевой всхожестью (50,0—52,5%) при экспозициях 12 и 18 ч характеризовался вариант с применением 0,1% раствора данного соединения; последующее увеличение его концентрации приводило к снижению изучаемого показателя. Следует подчеркнуть, что проростки из семян, намоченных в растворах $ZnSO_4$, появились на 7 дней раньше контрольных. Таким образом, намачивание семян в растворах $ZnSO_4$ способствовало сокращению довсходного периода.

Нами было проверено, возможно ли повлиять на сокращение длительной всхожести семян эхинацеи с помощью намачивания семян в растворах микроэлементов. В связи с этим был проведен контрольный учет полевой всхожести, т. е. через 10 дней после первого. Отмечалась значительная продолжительность появления проростков в вариантах без обработки семян и с намачиванием в воде. В контроле полевая всхожесть возрастала в 1,6 раза, при намачивании семян в воде — в 1,2 раза. Что касается обработки семян растворами $MnSO_4$, то полевая всхожесть повышалась незначительно, в среднем в 1,1 раза. Было установлено полное отсутствие различий по полевой всхожести с первым учетом по вариантам с $ZnSO_4$. Отсюда следует, что данный агроприем позволяет практически ликвидировать растянутую всхожесть семян эхинацеи пурпурной.

Метод предпосевного намачивания семян в растворах микроэлементов позволил ускорить

прохождение растениями первого года вегетации фенологических фаз. Так, к моменту второго учета растения из семян, обработанных в растворах $MnSO_4$ и $ZnSO_4$, имели один настоящий лист, в то время как у контрольных экземпляров он отсутствовал.

Конечной целью возделывания эхинацеи пурпурной является получение сырья. Исследование продуктивности культуры показало, что влияние намачивания семян в растворах микроэлементов сохранялось и на второй год вегетации. Наблюдалась зависимость как от экспозиции, так и от концентрации растворов. Намачивание семян в воде способствовало повышению урожайности с 7,3—7,5 кг/дел. при экспозиции 6 ч до 8,2—8,4 кг/дел. при 18-часовом намачивании, в то время как в контроле урожай сухой массы травы эхинацеи составил лишь 5,0—5,2 кг/дел. Предпосевная обработка семян растворами $MnSO_4$ способствовала существенному росту урожая травы в зависимости от концентрации раствора и экспозиции намачивания по сравнению с контролем. Наибольший урожай сухой массы получен при обработке семян 0,05% раствором $MnSO_4$ с экспозицией 12 ч, что составило в среднем 14,6 кг/дел. По-видимому, данная концентрация стимулирует образование пазушных побегов у растений второго года вегетации, способствующих получению дополнительного урожая.

При обработке семян растворами $ZnSO_4$ по годам неоднозначно изменялся урожай сухой массы травы эхинацеи. Наибольшая продуктивность по всем вариан-

там отмечена и 1997 г. по сравнению с 1998 г., который отличался более засушливыми условиями возделывания. Однако зависимость урожая травы эхинацеи от концентрации раствора и экспозиции сохранялась. Максимальным сбором сырья с делянки характеризовался вариант с намачиванием семян 0,1% раствором $ZnSO_4$ на 12 ч независимо от года выращивания. В то же время урожай в данном варианте в 1997 г. составил 15,9 кг/дел. против 15,1 кг/дел. в 1998 г.

В 1998 г. июнь отличался небольшим количеством осадков, влажность почвы была близка к влажности завядания. В публикациях отмечается, что ноны и марганца и цинка способствуют повышению засухоустойчивости растений [1]. Следует подчеркнуть, что предпосевная обработка семян растворами $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ значительно увеличивала продуктивность культуры в различных по погодным условиям годы.

Таким образом, в лабораторных и полевых опытах показано существенное изменение посевных качеств и продуктивности эхинацеи пурпурной при обогащении семян марганцем и цинком.

Вывода

1. Намачивание семян эхинацеи пурпурной в растворах $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ улучшает их энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Наибольшими данные показатели были при использовании 0,1% раствора $MnSO_4$ и 0,05% раствора $ZnSO_4$; энергия прорастания увеличивалась

соответственно на 36 и 38%, лабораторная всхожесть достигала 89 и 90,5%.

2. Максимальная полевая всхожесть при намачивании семян в растворах $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ наблюдалась при использовании 0,05% раствора $MnSO_4$ и 0,1% раствора $ZnSO_4$ при экспозиции 12 ч.

3. Обработка семян уменьшала довсходовый период в среднем на 3—5 дней. Максимальное его сокращение — 7 дней — наблюдалось при намачивании семян в растворах $ZnSO_4$. При этом отмечено более дружное появление всходов.

4. Обработка семян способствовала повышению урожайности эхинацеи пурпурной второго года вегетации. Наибольшим оно было при намачивании семян в 0,05%растворс $MnSO_4$ и 0,1%растворе $ZnSO_4$ при экспозиции 12 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Володько И. К.* Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Минск: Наука и техника, 1983. — 2. *Данович К. И., Соболев А. И., Жданова Л. П. и др.* Физиология семян. М.: Наука, 1982. — 3. *Пигуневская Т. К.* Изучение меха-

низма токсического действия цинка на фотосинтетические реакции растений. — Канд. дис. М., 1984. — 4. *Самородов В. Н., Поспелов С. В., Моисеева Г. Ф., Середя А. В.* Фитохимический состав представителей рода эхинацеи (*Echinacea Moench*) и его фармакологические свойства. — Химико-фармац. журнал, 1996, т. 30, № 4, с. 32—37."— 5. Флора СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 25. — 6. *Чумаченко И. Н.* Предпосевная обработка семян. — Химия в сельск. хоз-ве, 1986, т. 24, № 4, с. 9—12. — 7. *Bauer R., Wagner H.* Echinacea Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissen schaftler. Stuttgart, 1990. — 8. *Hobbs C. R.* The Echinacea Handbook. Portland, Oregon, 1989. — 9. *K. Kindschr* Ethnobotany of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*, Asteraceae) and other Echinacea species. — Economic botany, 1989, 43(4), p. 489—507. — 10. *Zalecki R., Kordana S., Kucharski IV., Gntisowski B.* Znaczenie chwaston jedno-i dwulisciennych w uprawie jezwki purpurwej (*Echinacea purpurea Moench*) — nowej rosliny leczniczej. Mater. 35 Ses. Nauk Institut ochrony roslin, Poznan, 1995, Cz. 2, с. 360-363.

Статья поступила 24 августа 1999 г.

SUMMARY

The results of experiments on presoaking *Echinacea purpurea* (L) Moench seeds with manganese and zinc are presented. Soaking the seeds in solutions of $MnSO_4$ and $ZnSO_4$ increases the energy of germination by 36% and 33% accordingly. Laboratory germinability increases by 9,5—14,5% and 16,5—17,5%. Field germinability increases by 27,0—40,5%. Optimum concentrations of solutions are 0,05% in $MnSO_4$ and 0,1% in $ZnSO_4$. Soaking seed during 12 hours resulted in maximum increase of all investigated parameters.