



УДК 633.2.031/.033

Д.М. Панков

ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭСПАРЦЕТЕ И ФАЦЕЛИИ ОТ ОПЫЛЕНИЯ МЕДОНОСНЫМИ ПЧЕЛАМИ

Ключевые слова: эспарцет песчаный, фацелия рябинколистная, медоносные пчелы, содержание химических элементов, надземная и подземная биомасса.

Введение

На юге Западной Сибири сосредоточены значительные площади земельных ресурсов. Ведущее место здесь занимает Алтайский край. На его территории расположено около 13 млн га сельскохозяйственных угодий [1]. В последние годы в структуре АПК наблюдается развитие животноводства, с чем тесным образом связано производство кормов.

К числу высокопродуктивных кормовых культур, адаптированных к произрастанию в условиях лесостепи юга Западной Сибири, относятся эспарцет песчаный и фацелия рябинколистная. Кроме того, эти растения являются важным биоресурсом в производстве пчелопродукции, пользующейся высоким спросом на рынке.

Важной проблемой является совершенствование семеноводческой базы, от степени функционирования которой во многом зависит уровень рентабельности возделывания кормовых культур. Эффективным способом повышения семенной продуктивности растений является их опыление при помощи медоносных пчел [2]. В данном регионе пчеловодство получило высокий потенциал развития, поэтому здесь открыты большие возможности возделывания многих энтомофильных культур. Однако в доступной литературе отсутствует информация о влиянии опыления медоносными пчелами на содержание химических элементов в растениях, от чего зависит качество корма и семян.

Цель исследований заключалась в изучении содержания химических элементов в эспарцете песчаном и фацелии рябинколистной в условиях лесостепи юга Западной Сибири.

Поставленная цель выполнялась решением следующих задач:

- установление влияния опылительной деятельности медоносных пчел на изме-

нение химического состава растений эспарцета и фацелии;

- определение содержания химических элементов в надземной и подземной биомассе эспарцета и фацелии в связи с пчелоопылением.

Объекты и методы

Полевые стационары, где возделывались культуры, расположены на территориях Быстроистокского и Советского районов Алтайского края, являющихся типичными для лесостепи юга Западной Сибири. Растительные пробы отбирались в 2010 г. с опытных участков эспарцета 1-го года пользования и фацелии рябинколистной посева 2010 г. по завершению фазы цветения. Варианты опытов: с опылением медоносными пчелами и с изоляцией цветущих растений от посещения медоносных пчел. Опыление проводили из расчета 3-4 пчелосемьи на 1 га. Изоляцию цветущих растений от насекомых осуществляли специальным устройством, сконструированным Д.М. Панковым [3].

Экспериментальная часть

Химический анализ проведен в ЗАО «РАЦ Механобр инжиниринг аналит», г. Санкт-Петербург, которое аккредитовано на техническую компетентность и независимость в системе аккредитации аналитических лабораторий в качестве экоаналитического комплекса. Пробоподготовка включала:

- 1) истирание надземной части в мельнице;
- 2) отмывка подземной части водой от песка, сушка, истирание;
- 3) подготовка вытяжки из растений (раствор азотной кислоты с концентрацией 1 ммоль/дм³, нагревание в течение 1 ч на водяной бане при температуре 90°C).

Анализ вытяжки выполнен атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой в соответствии с М-МВИ-80-2008.

Результаты и их обсуждение

Значительная часть химических соединений потребляется растениями из почвы, особенно зольные элементы [4, 5]. Нормальный рост полевых культур определяется взаимосвязью условий внешней среды и внутренних свойств растений. Условия питания зависят от соотношения макро- и микроэлементов в почве и растительном организме. Так, азот является одним из самых важных элементов в жизни растений, он входит в состав белков и аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла, алкалоидов, фосфатидов, витаминов, гормонов и других биологически активных соединений. Недостаток азота в растении замедляет процессы биосинтеза, ослабляет интенсивность фотосинтеза – основы жизни на земле.

Результаты наших исследований говорят о том, что пчелоопыление способствует снижению N общ. в надземной части растений. В подземной части растений по содержанию этого элемента также отмечается подобная закономерность (табл.).

Фосфор входит в состав сложных белков, нуклеиновых кислот, фитина, фосфорных эфиров, сахаров, ферментов и других биологически активных веществ. Кроме того, значительное его количество находится в растениях в минеральной форме и используется в различных процессах превращения углеводов с участием фосфорной кислоты. Соединения фосфора занимают важное место в энергетическом обмене на клеточном уровне, освобождаясь при дыхании растений энергия используется в многочисленных процессах синтеза [6].

Наши исследования показали, что пчелоопыление способствует увеличению содержания фосфора в надземной биомас-

се эспарцета до 1,7 г/кг, в то время как в подземной его биомассе наблюдается обратная зависимость – на варианте без пчелоопыления данный показатель достиг максимального значения и составил 2,1 г/кг. У фацелии, в отличие от эспарцета, опылительная деятельность медоносных пчел приводит к снижению содержания фосфора как в надземной, так и в подземной биомассе. Данные показатели составили, соответственно, 3,0 и 3,4 г/кг.

Калий обеспечивает протекание процесса фотосинтеза и активизирует деятельность многих ферментов, повышает обводненность коллоидов протоплазмы, что способствует лучшему переносу растением кратковременной засухи. Калий укрепляет зимостойкость растений, повышает их устойчивость к возбудителям грибных болезней. Недостаток калия задерживает развитие растений, что приводит к снижению количества и качества урожая [6].

Согласно результатам наших исследований, у эспарцета наблюдается снижение содержания калия от пчелоопыления. Так, в надземной биомассе на варианте с пчелоопылением содержание калия составило 12,0 г/кг, в то время как при изоляции растений от посещения медоносных пчел данный показатель возрос до 15,5 г/кг. В надземной биомассе фацелии, в отличие от эспарцета, отмечена обратная закономерность по содержанию калия от опылительной деятельности медоносных пчел – на варианте с опылением медоносными пчелами содержание калия достигло 30,5 г/кг, в то время как на варианте без опыления данный показатель снизился до 26,8 г/кг. В подземной биомассе фацелии, как и у эспарцета, пчелоопыление привело к снижению содержания калия.

Таблица

Химический состав эспарцета песчаного и фацелии рябинколистной в зависимости от опыления медоносными пчелами

Биомасса	Содержание, мг/кг							Содержание, г/кг				
	Al	Si	Mn	Fe	Na	Zn	Cu	N общ.	K	Ca	Mg	P
Эспарцет песчаный												
Надземная	8,0	60,8	63,8	47,0	310	12,6	4,5	11,2	12,0	11,7	2,1	1,7
	15,6	67,1	57,7	78,9	332	13,0	4,2	13,9	15,5	11,2	2,2	1,5
Подземная	74,7	111	47,3	146	378	10,3	5,6	10,3	7,2	12,4	1,1	1,7
	272	360	59,8	387	750	19,7	7,3	17,3	8,6	5,4	1,6	2,1
Фацелия рябинколистная												
Надземная	174	258	28,6	222	630	12,9	4,2	15,6	30,5	23,5	3,0	3,0
	259	457	45,0	479	710	14,1	5,9	21,2	26,8	25,9	2,9	4,9
Подземная	529	956	39,2	728	928	13,2	6,6	-	23,2	7,1	1,3	3,4
	650	1100	45,9	933	837	14,4	7,7	14,8	26,5	8,2	1,3	3,6

Примечание. Вытяжка из растений (азотная кислота 1 ммоль/дм³); числитель – с опылением медоносными пчелами, знаменатель – без опыления.

Кальций относится к числу широко распространенных элементов: он составляет 3,25% земной коры, входит в состав почвообразующих пород. В почве кальций находится в форме силикатов, углекислой извести, гипса, поглощенного кальция и в почвенном растворе.

Кальций является необходимым компонентом протоплазматических структур, его соединения укрепляют стенки клеток. При дефиците кальция ослабляется развитие корней растений и снижается обезвреживание образующихся в тканях органических кислот. На кислых почвах внесение кальция устраняет избыток в растениях водорода, алюминия, железа и марганца. Кальций способствует усвоению растениями аммиачного азота.

Эспарцет относится к числу кальциефилов. Кальций оказывает положительное влияние на рост корней растений. Без кальция происходит разрушение клеток в зоне роста корней. По отношению к одновалентным катионам кальций является энергичным антагонистом. Например, для того, чтобы нейтрализовать действие натрия, достаточно внести 5% кальция, в то время как калия нужно внести в 6 раз больше.

Наши исследования показали, что содержание кальция в надземной биомассе эспарцета на вариантах без пчелоопыления составляет 11,2 г/кг. Пчелоопыление способствует росту данного показателя до 11,7 г/кг. В подземной биомассе эспарцета наблюдается более четкая закономерность в содержании данного элемента от опыления медоносными пчелами – соответственно, 5,4 и 12,4 г/кг. У фацелии большее накопление кальция в надземной и подземной биомассе происходит на вариантах без пчелоопыления – соответственно, 25,9 и 8,2 г/кг, в то время как на вариантах с пчелоопылением данные показатели снижаются несущественно – до 23,5 и 7,1 г/кг соответственно (табл.).

Магний как компонент хлорофилла участвует в процессе фотосинтеза, играет важную роль в обмене веществ в клетках. При недостатке магния возникает избыточное количество воды в растениях [6].

Согласно результатам химического анализа отобранных нами проб, пчелоопыление мало влияет на содержание магния в растениях. Максимальное накопление этого элемента у эспарцета (2,2 г/кг) отмечено в надземной биомассе на варианте без пчелоопыления, минимальное (1,1 г/кг) – в подземной биомассе на варианте с пчелоопылением. У

фацелии пчелоопыление способствует увеличению содержания магния только в надземной биомассе (3,0 г/кг), в подземной биомассе на разных вариантах данный показатель имеет одинаковые значения (1,3 г/кг).

Железо входит в состав ферментов, влияющих на образование хлорофилла и дыхание растений, при его недостатке наступает хлороз растений, распадаются стимуляторы роста [6].

Способность растений к поглощению железа различна и существенно зависит от почвенных и климатических условий, а также от фазы роста и развития растений. При высоких содержаниях легко растворимых форм железа растения могут усваивать его ионы в больших количествах. Природное содержание железа в кормовых растениях изменяется от 18 до 1000 мг/кг сухой массы. В золе различных растений содержание железа варьирует в пределах 220-1200 мг/кг [7].

Наши исследования показали, что содержание железа в эспарцете и фацелии соответствует норме его природного содержания, при этом пчелоопыление существенно снижает накопление этого элемента как в надземной, так и в подземной биомассе растений. Так, у эспарцета в первом случае на варианте без пчелоопыления содержание железа достигло 78,9 мг/кг, в то время как на варианте с пчелоопылением данный показатель снизился почти вдвое – до 47 мг/кг; в подземной биомассе содержание элемента составило, соответственно, 387 и 146 мг/кг. Фацелия, в отличие от эспарцета, обладает большей способностью к накоплению железа, при этом, как и у эспарцета, прослеживается подобная закономерность в содержании ионов железа в растении от пчелоопыления – 479 и 222 мг/кг; 933 и 728 мг/кг соответственно.

Марганец участвует в окислительно-восстановительных процессах, в синтезе витаминов (С и др.), белков, устраняет токсичность ионов железа, улучшает качество урожая многих сельскохозяйственных культур [6].

Согласно результатам наших исследований, опылительная деятельность медоносных пчел способствует накоплению марганца в надземной биомассе эспарцета, в то время как в подземной биомассе пчелоопыление снижает накопление данного элемента. Содержание марганца в надземной и подземной биомассе фацелии снижается при опылении растений медоносными пчелами.

Медь принимает участие в окислительных процессах, оказывает стабилизирующее воздействие на хлорофилл, тем самым усиливает фотосинтетическую деятельность растений, влияет на углеводный и белковый обмены в клетке. При недостатке меди клетка теряет тургор [6].

Оптимальное содержание меди в растениях играет важную роль в их метаболизме, как недостаток элемента, так и его избыток отрицательно сказываются на их общем состоянии. Содержание меди в растениях колеблется от 1 до 10 мг/кг сухой массы. Установлено, что критической для растений считается концентрация в 150 мг/кг [8, 9].

По данным Е.Н. Писаренко, основная масса поглощенных ионов меди локализуется в корнях культурных растений [10]. При высоких концентрациях в почве они переходят в стебли и листья, меньше – в генеративные органы.

Нами установлено, что у эспарцета медь в больших количествах накапливается в подземной биомассе на варианте без опыления медоносными пчелами – 7,3 мг/кг, в то время как пчелоопыление снижает здесь накопление данного элемента до 5,6 мг/кг. В надземной биомассе эспарцета наблюдается незначительное увеличение содержания меди в зависимости от опылительной деятельности медоносных пчел – до 4,5 мг/кг, в то время как на варианте без опыления данный показатель составил 4,2 мг/кг. У фацелии как в надземной, так и подземной биомассе пчелоопыление снижает накопление меди (табл.).

Цинк является компонентом многих ферментов и усиливает их активность. При недостатке цинка снижается образование хлорофилла, растения подвергаются болезням. Среднее содержание цинка в бобовых травах лежит в пределах 12-47 мг/кг сухой массы. Так как цинк является сравнительно малотоксичным тяжелым металлом, его ПДК для растений определена в интервале от 150 до 200 мг/кг сухого вещества. Критической считается концентрация 300 мг/кг [8]. Растения накапливают главную долю этого элемента в корневой системе [7, 8].

Так, на основании наших исследований можно сделать вывод о том, что содержание цинка в надземной и подземной биомассе эспарцета соответствует среднему его содержанию. Пчелоопыление способствует снижению накопления в эспарцете данного элемента как в надзем-

ной, так и в подземной биомассе. У фацелии наблюдается подобная закономерность в накоплении цинка.

Алюминий оказывает положительное влияние на прорастание семян и урожайность эспарцета. Однако при высоких концентрациях алюминия в почве может происходить ее подкисление. По данным И.Т. Трофимова и Л.А. Ступиной, у бобовых на кислых почвах угнетается азотфиксирующая активность, что снижает накопление азота как в почве, так и в тканях растений [11].

Опылительная деятельность медоносных пчел существенно снижает содержание алюминия в надземной и подземной биомассе исследуемых растений.

Согласно результатам химического анализа, в золе надземной и подземной биомассы эспарцета и фацелии в значительных количествах содержатся натрий и кремний. По содержанию кремния прослеживается четкая зависимость его существенного снижения в культурах при опылении растений медоносными пчелами.

По содержанию натрия наблюдается иная закономерность. Так, у эспарцета содержание натрия в надземной и подземной биомассе имеет меньшие показатели на варианте с опылением медоносными пчелами. У фацелии в содержании натрия в надземной биомассе прослеживается подобная закономерность, в то время как в подземной, наоборот, пчелоопыление приводит к существенному накоплению этого элемента.

Таким образом, содержание химических элементов в эспарцете и фацелии существенно зависит от опыления медоносными пчелами. Эспарцет и фацелию на кормовые цели, как правило, заготавливают в фазу цветения, поэтому при помощи опылительной деятельности медоносных пчел можно сбалансировать корм по элементам минерального питания.

Заключение

Опылительная деятельность медоносных пчел способствует изменению химического состава эспарцета и фацелии. Так, в результате пчелоопыления содержание химических элементов в надземной биомассе достигает, соответственно (мг/кг): Al – 8,0 и 174; Si – 60,8 и 258; Mn – 63,8 и 28,6; Fe – 47,0 и 222; Na – 310 и 630; Zn – 12,6 и 12,9; Cu – 4,5 и 4,2; (г/кг): N общ. – 11,2 и 15,6; K – 12,0 и 30,5; Ca – 11,7 и 23,5; Mg – 2,1 и 3,0; P – 1,7 и 3,0, в то время как в под-

земной биомассе данные показатели составили, соответственно (мг/кг): 74,7 и 529; 111 и 956; 47,3 и 39,2; 146 и 748; 378 и 928; 10,3 и 13,2; 5,6 и 6,6; (г/кг): 10,3, 7,2 и 23,2; 12,4 и 7,1; 1,1 и 1,3; 1,7 и 3,4.

Библиографический список

1. Проблемы природопользования на юге Западной Сибири: сборник научных трудов / под ред. Ю.Н. Акуленко. – Барнаул: Изд-во АГАУ. – 158 с.

2. Панков Д.М., Важов В.М. Семенная продуктивность эспарцета песчаного в лесостепи Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 9. – С. 27-34.

3. Панков Д.М. Устройство для определения зависимости урожайности семян энтомофильных культур от опыления пчелами / Решение о выдаче патента на изобретение от 11.03.2011 г., заявка № 2010108813/13(012332), дата приоритета 09.03.2010 г.

4. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

6. Справочник агрохимика / Д.А. Кореньков. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 350 с.

7. Bowen H.J.M. Nvironmental Chemistry of he Elements. – ondon-New York: Academic Press, 1979. – 360 p.

8. Несвижская Н.И., Саят Ю.В. Геохимические принципы выделения ПДК химических элементов в почвах // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – С. 10.

9. Роева Н.Н., Ровинский Ф.Я., Конов Э.Я. Специфические особенности поведения тяжёлых металлов в различных природных средах // Аналитическая химия. – 1996. – Т. 54. – № 4. – С. 384-397.

10. Писаренко Е.Н. Фитоэкстракция ионов Cu^{2+} и Ni^{2+} в условиях хлоридного засоления почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Саратов, 2009. – 21 с.

11. Трофимов И.Т., Ступина Л.А. Отношение сельскохозяйственных культур к почвенной кислотности и повышение их продуктивности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2. – С. 20-24.

Данные, приводимые в статье, получены при выполнении тем НИР: «Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов сельскохозяйственных культур в условиях лесостепи Алтайского края на основе опылительной деятельности медоносных пчел», номер госрегистрации 01.2.00 951435; «Совершенствование землепользования в лесостепи Алтайского края на основе биологических факторов», номер госрегистрации 01 2 01 154485.



УДК 619:615.32:612.017.2

**М.С. Данилов,
А.Л. Воробьев**

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕОЛИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «БАГРАТИОН» ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Ключевые слова: цеолиты, токсичность, микроорганизмы, белые мыши, белые крысы, живая масса.

Введение

Внедрение в ветеринарную практику новых экологически чистых и эффективных препаратов на основе природных минеральных соединений для лечения и профилактики болезней животных является одной из важных задач современной ветеринарной науки. Важное значение в этом направлении занимает использование цеолитов.

Цеолит – минерал, относящийся к группе алюмосиликатов. Действует положительно на рост и развитие молодняка сельскохозяйственных животных, обладает высокой сорбционной активностью в отношении токсинов, солей тяжелых металлов, патогенной микрофлоры, интенсифицирует обменные процессы в организме. Цеолит повышает продуктивность и сохранность животных, снижает число мертворожденных и гипотрофиков, заболеваемость болезнями неонатального периода. Механизм действия цеолитов связан с нормализацией содержания и соот-