

А.А.Аутко, аспирант

Ж.А.Рупасова, доктор биологических наук, профессор

ЦБС НАН Беларуси

А.А.Аутко, доктор сельскохозяйственных наук

Белорусский НИИ овощеводства

УДК 631.82+551.515+633.88(476)

Влияние минерального питания и погодных условий на элементный состав надземной фитомассы пряноароматических лекарственных растений сем. Яснотковых в Беларуси

Установлены видовые особенности накопления азота, фосфора и калия в надземной фитомассе душицы обыкновенной, шалфея лекарственного и Melissa лекарственной в фазу массового цветения в зависимости от уровня минерального питания и погодных условий вегетационного периода.

В ряду природных источников лекарственного сырья особое место занимают интродуцированные в Беларусь пряноароматические растения сем. Яснотковых – душица обыкновенная, Melissa лекарственная и шалфей лекарственный. Возделывание их на промышленной основе с внесением минеральных удобрений при неустойчивом характере погодных условий вегетационного периода, свойственном Беларуси, предполагает известную изменчивость элементного состава надземной фитомассы этих растений. В этой связи большой научный интерес представляет оценка степени его зависимости от внешних факторов.

Исследования выполнены на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси на двулетних растениях перечисленных видов, в мелкоделяночном полевом опыте с разными дозами внесения полного минерального удобрения, в условиях профилирования поверхности почвы в период 1997-1998 гг. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднеоккультуренная с pH_{KCl} 6,1-6,5. Содержание гумуса в ее верхнем горизонте не превышает 2,3-2,5%, подвижных форм P_2O_5 – 34-40, K_2O – 14-15 мг/100 г. Схема опыта четырехвариантная: вариант 1 – контроль (без удобрений); варианты 2, 3, 4 – с внесением NPK в малой, средней и высокой дозах, составивших для шалфея $\text{N}_{30}\text{P}_{40}\text{K}_{60}$, $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, $\text{N}_{60}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$, для душицы и Melissa – $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{75}\text{P}_{120}\text{K}_{150}$. Содержание азота, фосфора и калия в надземной фитомассе растений определяли в усредненных пробах, высушенных при температуре 65 °C по методу К.П. Фоменко и Н.Н. Нестерова [1]. Все определения выполнены в 3-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности. Данные обработаны статистически с использованием указаний Г.Ф. Лакина [2].

Погодные условия в годы исследований отличались выраженной контрастностью. Типичным для региона и близким к многолетней норме по гидротермическому ре-

*Installed aspectual particularities of accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in elevated fitomassa *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis* and *Melissa officinalis* in the phase of mass blossom depending on weather conditions vegetation period and mineral feeding level.*

жиму был сезон 1997 г., что позволяет принять его за эталон сравнения. Вегетационный период 1998 г. в целом оказался более прохладным и дождливым.

Исследование элементного состава надземной фитомассы опытных растений осуществлялось в фазу массового цветения, в период заготовки лекарственного сырья. Было установлено, что на естественном агрофоне (контроль) в условиях “типичного” сезона 1997 г. наиболее высоким содержанием азота отличалась надземная фитомасса душицы обыкновенной (табл. 1). Две другие культуры заметно уступали ей в его накоплении: шалфей – в 1,3, Melissa – в 2,2 раза. Внесение полного минерального удобрения в целом способствовало повышению уровня азота в надземной сфере растений, однако реакция разных видов на этот агроприем оказалась неоднозначной. Наиболее выраженное усиление аккумуляции элемента (на 50-60%) относительно контроля (табл. 2) наблюдалось у шалфея лекарственного. При этом на фоне малой и средней доз NPK оно было одинаковым и более высоким, чем в варианте опыта с его максимальной дозой. Заметно слабее проявилась ответная реакция на внесение азота у Melissa лекарственной, у которой усиление накопления элемента относительно контроля составляло лишь 8-39% и прямо коррелировало с дозой удобрения. Наименее выраженной оказалась реакция на усиление азотного питания у душицы обыкновенной, у которой размер превышения контрольных значений в вариантах опыта со средней и высокой дозами удобрения составлял всего 7-10%, а при наименьшей дозе содержание азота в надземной фитомассе растений даже несколько уступало контрольным показателям.

В отличие от азота содержание фосфора в надземной фитомассе опытных растений на естественном агрофоне в “типичном” сезоне 1997 г. было примерно одинаковым и на порядок уступало уровню предыдущего элемента (табл. 1). Реакция всех трех изучаемых видов растений на

усиление фосфорного питания оказалась крайне слабо выраженной. Только у Melissa лекарственной отмечено незначительное усиление относительно контроля аккумуляции фосфора в надземной фитомассе на фоне средней и особенно высокой доз NPK. У шалфея, напротив, наблюдалось ослабление аккумуляции элемента в этих вариантах опыта (табл. 2). Но у обоих этих видов при наименьшей дозе удобрения не было выявлено отклонений от контроля. У душицы обыкновенной отмечено довольно заметное снижение уровня фосфора в надземной фитомассе на фоне малой дозы NPK. В двух других вариантах опыта с более высоким уровнем агрохимического обеспечения различия с контролем по данному показателю не проявились вовсе. Отсутствие выраженной реакции у изучаемых видов растений на применение фосфорных удобрений, на наш взгляд, обусловлено как природной стабильностью содержания данного элемента в растениях [3], так и слабой его доступностью в первый год внесения удобрений.

Подобно азоту, наиболее высокий уровень калия на естественном агрофоне в условиях "типичного" сезона

1997 г. отмечен у душицы обыкновенной (табл. 1). У двух других видов – шалфея и особенно Melissa – он был несколько ниже. Наиболее выраженной ответной реакцией на усиление калийного питания, как и азотного, отличался шалфей лекарственный. Во всех удобрявшихся вариантах опыта содержание элемента в его надземной фитомассе увеличилось по сравнению с контролем на 32-46% (табл. 2). Менее значимым (в пределах 2,6-7,8%) оказался этот разрыв у Melissa лекарственной. Идентичный характер тенденций в поведении азота и калия в надземной фитомассе двух этих видов растений наводит на мысль о наличии синергизма во взаимодействии данной пары элементов в процессе корневого питания растений, когда повышение концентрации каждого из них в почвенном растворе взаимно способствовало усилению их поглощения. Подобное явление наблюдало также Г.Я. Ринькис [3] в исследованиях с люпином и А.П. Яковлев [4] в опытах с клюквой крупноплодной.

Что касается душицы обыкновенной, то увеличение содержания калия в ее надземной фитомассе, по сравнению с контролем, имело место лишь на фоне максималь-

Таблица 1. Элементный состав надземной фитомассы растений сем. Яснотковых при разных дозах удобрений, %

Культура	Доза удобрений, кг/га д.в.	N		P		K	
		1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.
Melissa лекарственная	Без удобрения, контроль	1,34	1,83	0,12	0,16	1,16	1,37
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	1,45	1,59	0,12	0,15	1,19	1,53
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,78	2,73	0,13	0,13	1,21	1,99
	N ₇₅ P ₁₂₀ K ₁₅₀	1,87	3,11	0,13	0,15	1,25	1,83
Шалфей лекарственный	Без удобрения, контроль	2,32	1,83	0,11	0,15	1,31	1,53
	N ₃₀ P ₄₀ K ₆₀	3,77	2,55	0,11	0,13	1,73	1,65
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	3,78	2,76	0,10	0,11	1,91	1,25
	N ₆₀ P ₈₀ K ₁₂₀	3,55	3,05	0,10	0,12	1,83	1,31
Душица обыкновенная	Без удобрения, контроль	3,02	1,51	0,10	0,08	1,37	1,25
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	2,90	2,03	0,08	0,10	0,95	1,56
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,23	2,21	0,10	0,13	1,28	1,34
	N ₇₅ P ₁₂₀ K ₁₅₀	3,33	2,67	0,10	0,15	1,53	1,41

Таблица 2. Размер отклонений от контроля содержания основных элементов питания в надземной фитомассе растений сем. Яснотковых в вариантах опыта с внесением удобрений, %

Культура	Доза удобрений, кг/га д.в.	N		P		K	
		1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.
Melissa лекарственная	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	+8,2	-15,1	0	-6,7	+2,6	+11,7
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	+32,8	+49,2	+8,3	-23,1	+4,3	+45,3
	N ₇₅ P ₁₂₀ K ₁₅₀	+39,6	+69,9	+8,3	-6,7	+7,8	+33,6
Шалфей лекарственный	N ₃₀ P ₄₀ K ₆₀	+62,5	+39,3	0	-15,4	+32,1	+7,8
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	+62,9	+50,8	-10,0	-36,4	+45,8	-22,4
	N ₆₀ P ₈₀ K ₁₂₀	+53,0	+66,7	-10,0	-25,0	+39,7	-16,8
Душица обыкновенная	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	-4,1	+34,4	-25,0	+25,0	-44,2	+24,8
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	+7,0	+46,4	0	+62,5	-7,0	+7,2
	N ₇₅ P ₁₂₀ K ₁₅₀	+10,3	+76,8	0	+87,5	+11,7	+12,8

ной дозы NPK, и размер данного увеличения был соизмерим с таковым азота. В вариантах опыта с меньшими дозами удобрений, напротив, наблюдалось торможение поступления элемента в растения, наиболее выраженное при минимальной дозе его внесения. Напомним, что в этом случае происходило также ослабление аккумуляции и двух других элементов, особенно фосфора.

Нетрудно убедиться в том, что в типичных для Беларуси погодных условиях вегетационного периода на естественном агрофоне наиболее высоким содержанием основных элементов питания характеризовалась надземная фитомасса душицы обыкновенной. Однако наиболее выраженное изменение уровня их накопления при внесении удобрений отмечено у шалфея лекарственного. У двух других видов растений оно оказалось менее существенным. Вместе с тем о степени реализации генетического контроля за элементным составом надземной фитомассы изучаемых растений при варьировании минерального фона можно судить не только по размерам накопления в ней основных питательных элементов, но и по величине сдвигов в их соотношении. Исходя из известного положения о константности соотношения элементов питания в растении как видовом генотипическом явлении, имеющем наследственную природу [5, 6], мы приняли суммарное содержание азота, фосфора и калия в надземной фитомассе каждого вида за сто и выразили каждый элемент в процентах от ста [7], (табл. 3). Поскольку в контрольном варианте опыта растения развивались на естественном агрофоне, то параметры соотношения основных элементов питания в них мы можем рассматривать в качестве эталона сравнения.

Оказалось, что внесение удобрений в "типичных" для района исследований погодных условиях сезона 1997 г. не отразилось на долевом участии фосфора в указанных соотношениях у всех изучаемых видов растений, но привело к определенным сдвигам в них в сторону усиления роли азота при ослаблении таковой калия. Наименее выражен-

ный характер данные сдвиги имели у мяты перечной, наиболее выраженный - у душицы обыкновенной. Шалфей лекарственный в этом ряду занимал промежуточное положение.

Выше было показано, что сезон 1998 г. оказался чрезмерно влажным за счет обилия осадков и вместе с тем довольно прохладным. Логично предположить, что такая погодная ситуация, с одной стороны, должна была способствовать усилению подвижности основных элементов питания, поступающих в почву в составе удобрений, и тем самым активизировать процесс их усвоения растениями, а с другой стороны, - содействовать вымыванию наиболее подвижных мигрантов, каковыми являются азот и калий, за пределы корнеобитаемой зоны и тем самым обусловить создание определенного дисбаланса в питании растений. Реальная же картина изменений в элементном составе последних под воздействием погодных факторов оказалась весьма противоречивой, что следует из сравнения расхождений с контролем показателей накопления элементов в надземной фитомассе растений удобрившихся вариантов опыта в годы исследований (табл. 2). У растений мяты перечной усиление данных различий в 1998 г. со знаком "+" наблюдалось по азоту и калию, особенно на фоне средней и высокой доз NPK, и со знаком "-" - по фосфору. У шалфея лекарственного, напротив, для всех трех элементов отмечено уменьшение различий с контролем во "влажном" сезоне относительно "типичного", причем отрицательная динамика прослеживалась не только по фосфору, как у предыдущей культуры, но и по калию в вариантах со средней и максимальной дозами удобрений. У душицы обыкновенной в удобрившихся вариантах опыта отмечено усиление различий с контролем уже по всем трем элементам питания, причем их направленность имела накопительный характер.

Представленная выше картина межсезонных различий в накоплении элементов, на наш взгляд, интегрирует в себе не только вклад абиотической составляющей, определяю-

Таблица 3. Соотношение основных элементов питания в надземной фитомассе растений сем. Яснотковых в вариантах опыта, %

Культура	Доза удобрений, кг/га д.в.	N		P		K	
		1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.
Мелисса лекарственная	Без удобрения, контроль	51	54	5	5	44	41
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	53	49	4	4	43	47
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	57	56	4	3	39	41
	N ₇₅ P ₁₂₀ K ₁₅₀	58	61	4	3	38	36
Шалфей лекарственный	Без удобрения, контроль	62	52	3	4	35	44
	N ₃₀ P ₄₀ K ₆₀	67	59	2	3	31	38
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	65	67	2	3	33	30
	N ₆₀ P ₈₀ K ₁₂₀	65	68	2	3	33	29
Душица обыкновенная	Без удобрения, контроль	67	53	2	3	31	44
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	74	55	2	3	24	42
	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	70	60	2	4	28	36

щей изменение степени доступности питательных веществ в удобрявшихся вариантах опыта в иной погодной ситуации, но и отражает при этом изменения физиологических потребностей в них самих изучаемых растений. Это вытекает из сравнения уровней накопления элементов в их фитомассе в годы наблюдений в условиях естественного агрофона (табл. 1). В данном случае во втором сезоне у растений мялисы отмечено выраженное усиление относительно первого сезона аккумуляции азота (в 1,4 раза), фосфора (в 1,3 раза) и калия (в 1,2 раза), что однозначно свидетельствовало о возрастании ее потребностей в питании. У шалфея лекарственного подобная тенденция наблюдалась лишь для фосфора и калия, тогда как для азота показано снижение содержания в фитомассе во втором сезоне в 1,3 раза. Что касается душицы, то уровень всех трех элементов в ее надземной фитомассе снизился в 2,0; 1,2 и 1,0 раза соответственно, что однозначно указывало на снижение ее физиологических потребностей в питании в иной погодной ситуации. Наличие при этом разноориентированных тенденций в изменении уровня азота у разных видов растений в 1998 г. заметно сблизило показатели его накопления в их надземной фитомассе.

Выявленный на естественном агрофоне характер межсезонных различий в элементном составе растений в большинстве случаев проявился и в вариантах опыта с внесением удобрений. Вместе с тем в результате возможного дисбаланса питательных веществ в этих вариантах во "влажном" сезоне 1998 г. за счет разной миграционной способности химических элементов, входящих в состав удобрений, степень проявления межсезонных различий не была адекватной таковой в контроле не только по величине, но в ряде случаев и по знаку (табл. 1). В результате этого внесение удобрений при чрезвычайно обильном выпадении осадков не всегда было эффективным. В данном случае это свидетельствует о приоритетной роли погодных факторов в ряду внешних воздействий в регуляции поступления питательных веществ в изучаемые растения и в конечном итоге – в формировании их элементного состава.

На это же указывает и более выраженный характер межсезонных различий в соотношении элементов в надземной фитомассе изучаемых видов растений по сравнению с межвариантными различиями (табл. 3). Вместе с тем это оказалось справедливым в основном для контроля и варианта опыта с наименьшей дозой удобрения. Для всех трех культур отмечено заметное нивелирование и межвариантных, и межсезонных различий в данных соотношениях на фоне средней и максимальной доз удобрений. При этом наиболее выраженные контрасты сохранились у душицы обыкновенной, наименьшие – у мялисы лекарственной. Шалфей лекарственный в этом ряду занимал промежуточное положение. Все это вместе взятое свидетельствует о разной степени зависимости элементного состава изучаемых видов растений от погодных условий вегетационного периода.

Таким образом, в условиях естественного агрофона и при типичном для региона сочетании метеофакторов

наиболее высоким содержанием азота и калия характеризовалась надземная фитомасса душицы обыкновенной, средним – шалфея лекарственного и наименьшим – мялисы лекарственной, при отсутствии межвидовых различий в накоплении фосфора. Внесение полного минерального удобрения способствовало обогащению надземных органов растений азотом и калием, на фоне синергического характера их взаимоотношений. При этом уровень накопления фосфора отличался заметной стабильностью. Наиболее выраженным усилением аккумуляции азота и калия характеризовался шалфей лекарственный, наименьшим – душица обыкновенная, причем повышение уровня элементов в их фитомассе не всегда коррелировало с дозой удобрений. Обогащение минерального фона приводило к усилению относительной роли азота в элементном составе всех изучаемых видов растений за счет ослабления таковой калия. Долевое участие фосфора при этом отличалось выраженной стабильностью. В ряду внешних воздействий на культивируемые растения приоритетная роль в регуляции их элементного состава принадлежала погодным факторам. Показано, что при увеличении количества осадков и снижении температуры воздуха в период вегетации растений происходило заметное усиление аккумуляции элементов питания у мялисы и шалфея, но ослабление ее у душицы, на фоне чрезвычайно выраженных сдвигов в соотношении элементов в надземной фитомассе. Внесение при этом средней и высокой доз удобрений способствовало заметному нивелированию межсезонных и межвариантных различий в соотношении элементов при сохранении наиболее выраженных контрастов у душицы и наименьших – у мялисы.

Литература

1. Фоменко К.П., Нестеров Н.Н. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески // Химия в сел. хоз-ве. – 1971. – № 10. – С. 72-74.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – Москва: Высшая школа, 1980. – 293 с.
3. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. – Рига: Зинатне, 1972. – 356 с.
4. Яковлев А.П. Влияние условий минерального питания на развитие и метаболизм клюквы крупноплодной и голубики при интродукции на выработанных торфяниках севера Беларуси: Автореф. дис. ... канд. биологич. наук: 06.03.03 – Гомель, 1999. – 20 с.
5. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Классики советской генетики: Сб. статей / Отв. ред. П.М. Жуковский. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. – С. 9-50.
6. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – Москва: Изд-во АН СССР, 1963. – 294 с.
7. Демолон А. Рост и развитие культурных растений. – Москва: Сельхозгиз, 1961. – 396 с.