

ПОКАЗАТЕЛИ СВЯЗИ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЕМ ПУСТЫРНИКА ПЯТИЛОПАСТНОГО

Ю.И. Ермохин, д.с.-х.н., О. Д. Шойкин, В. М. Красницкий, д.с.-х.н., Омский ГАУ

Изучено в многолетних опытах действие минеральных удобрений на пустырник пятилопастный. Установлены высокие связи между урожайностью культуры и химическим составом растения по азоту и фосфору в ответственные фазы его роста и развития.

Ключевые слова: пустырник пятилопастный, химический состав растений, уравнения регрессии.

В России и за рубежом все больше признают необходимость диагностирования условий питания растений по их химическому составу. Разработка быстрых, простых и точных методов диагностики минерального питания – один из главных приемов повышения эффективности удобрений.

Промышленная культура лекарственных растений, в том числе пустырника пятилопастного, в настоящее время в Западной Сибири не развита, заготовка сырья идет в естественных условиях произрастания и сопряжена с рядом трудностей. Возделывание лекарственных растений позволяет расширить сырьевую базу для нужд медицины, фармацевтической и парфюмерной промышленности.

Растительная диагностика – перспективный метод, уточняющий действительную потребность лекарственных культур в удобрениях и дающий возможность принять нужные меры для улучшения питания растений в период вегетации [1].

Пустырник пятилопастный – многолетнее травянистое лекарственное растение семейства яснотковых. Применяется при лечении тяжелых хронических заболеваний: сердечно-сосудистых неврозах, дистрофии миокарда, заболеваниях печени, почек, рекомендуется при истерии, невралгии, сердечной слабости и одышке. Препараты пустырника обладают сильными седативными свойствами [3].

Фармакологические свойства травы пустырника обеспечивают такие биологически активные вещества, как флавоноловые гликозиды, главным образом рутин, эфирное масло, сапонины, алкалоиды (леонуриин, леопуридин), дубильные вещества и каротин, витамины А, Е, С [3].

Цель исследований – установить взаимосвязь между химическим составом растений и дозами применяемых удобрений, а также оптимальные для пустырника пятилопастного уровни содержания и соотношения элементов питания в растениях.

Методика. Полевые опыты проводили в 2006-2008 и 2010-2011 гг. на базе Омского ГАУ. Объекты исследований: пустырник пятилопастный, почва, минеральные удобрения, связанные в едином комплексе агротехнических мероприятий и метеорологических условий.

Опыты 2010-2011 гг. закладывали в полевых условиях на основании наилучших доз минеральных удобрений, выявленных ранее. Предшественником пустырника был чистый пар. Фактором, определяющим величину урожая в опыте, являются различные расчетные дозы и сочетания минеральных удобрений с парными и тройными комбинациями N, P, K.

Опыт был заложен в 4-кратной повторности, с учетной площадью 9 м². Размещение вариантов рендомизированное.

Формы удобрений – аммиачная селитра (N – 34 %), двойной гранулированный суперфосфат (P₂O₅ – 43 %), хлорид калия (K₂O – 60 %).

Результаты и их обсуждение. Известно, что почвенный анализ не всегда отражает истинную доступность растению питательных веществ, поскольку почвенная среда даже в пределах одной разновидности неоднородна: микрорельеф, текстура и микроструктура почвы, содержание микроэлементов, биологическая активность почвы способствуют различной эффективности использования растениями основных элементов

питания вследствие неоднородности условий роста и развития. Еще Ж.Б. Буссенго, один из основоположников агрохимии, проведя физиологические исследования в 1837-1838 гг., отмечал невозможность оценки доступности питательных веществ почвенными анализами и считал, что «для проверки мнений ученых нужно спрашивать мнение самого растения» [4].

Метод растительной диагностики в отличие от анализа почв, отражает непосредственное поступление и аккумуляцию основных элементов питания в растение в каждый критический период формирования будущего урожая и корректирует потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания по фазам развития. Умение определять и выявлять связи, значение поступления элементов питания в растения с их ростом и развитием, а, в итоге, с урожаем и качеством, всегда было одной из главных задач работы агрохимиков.

Результаты метода растительной диагностики позволяют получить «ответ» растения на обеспеченность его элементами питания и использовать эти данные для уточнения анализа почв, состава и доз удобрений с целью повышения их эффективности.

Использование в наших опытах различных доз и сочетаний минеральных удобрений под пустырник пятилопастный позволило пронаблюдать их влияние на процесс поступления основных элементов питания в растения в течение всего вегетационного периода.

Так, в фазе весеннего отрастания все вносимые в почву до посева дозы азотных удобрений от 16 до 49 кг д.в./га по фону P₅₄K₁₇ увеличивали содержание общего азота в растениях: от 2,96 до 3,79%, т.е. на 28,0% (табл. 1).

В таблице 1 приведены данные, полученные на основе полевых опытов с удобрениями, показывающие что связи (x) между уровнем содержания общего азота в растениях в период роста и развития (от низкого до оптимального) и урожаем пустырника пятилопастного имеют реальный смысл, т.к. они характеризуются высокими коэффициентами корреляции (табл. 2).

1. Урожайность пустырника пятилопастного в зависимости от содержания азота (% на сухое вещество) в растениях

Урожайность сырой массы, т/га	Весеннее отрастание		Бутонизация		Цветение (уборка)	
	% N	Увеличение, %	% N	Увеличение, %	% N	Увеличение, %
5,77	2,96	-	2,3	-	1,52	-
8,02	3,34	12,8	2,45	6,5	1,6	5,3
8,47	3,48	17,6	2,66	15,6	1,64	7,9
8,94	3,28	10,8	2,69	16,9	1,67	9,8
9,74	3,56	20,3	2,75	19,6	1,81	19,1
10,82	3,79	28,0	2,89	25,6	1,93	27,0
8,0					2,43	59,8

2. Математические модели связи урожайности пустырника (Y, т/га) с содержанием общего азота в растениях (x, %)

Фаза развития	Уравнение регрессии	r
Весеннее отрастание	$Y = 5,75x - 10,95$ (1)	0,89
Бутонизация	$Y = 7,78x - 11,78$ (2)	0,94
Цветение (уборка)	$Y = 10,75x - 9,60$ (3)	0,88

При содержании общего азота в растениях к периоду цветения выше 1,93 % (табл. 1 – фаза цветения, % N 2,43) характер связи между содержанием азота в растениях и величиной урожая общей массы пустырника описывают уравнением квадратичной параболы.

$$Y, \text{ т/га} = -18,63 \cdot x^2 + 75,46 \cdot x - 65,41; \quad \eta = 0,96. \quad (4)$$

Поэтому установленные нами высокие связи между химическим составом растений (по азоту) позволяют уже в ранней фазе роста пустырника пятилопастного производить практические расчеты по диагностике азотного питания культуры и прогноз величины урожая биомассы растений. Учет корреляций, их количественная оценка (уравнение 1) позволяют сделать предварительный прогноз величины урожая в диапазоне низкого – оптимального уровня минерального питания, предвидеть развитие растения на раннем этапе зависимости от количественной стороны фактически сложившегося питания во внешней среде (почве), планировать систему удобрения по возделыванию данной культуры с заранее определенными свойствами [2].

В этом, собственно и заключается глубокий теоретический смысл и прикладное значение показателей связи «химический состав растений – урожай».

Тесные коррелятивные связи (r и уравнения регрессии) нами были получены к фазам бутонизации и цветения также между показателями содержания общего азота в растениях и урожайностью пустырника (табл. 2, уравнения 2, 3).

Полученные уравнения регрессии в более поздние фазы роста позволяют иметь информацию об уровне обеспеченности лекарственного растения, величине урожая и эффективности азотного удобрения.

Согласно уравнениям 1-3, получена информация об эффективности поступившего азота в растение при формировании величины урожая.

Так, если в ранней фазе роста и развития культуры (критический уровень питания) с увеличением содержания азота в растениях на 0,1% урожайность увеличивалась на 0,57 т/га, в более поздние фазы развития – в фазе бутонизации – на 0,78, а в фазе цветения – на 1,1 т/га.

Следовательно, для конкретных урожаев пустырника, данная культура должна иметь оптимальный химический состав по азоту в ответственные фазы роста и развития.

Согласно уравнению 3, такой прогноз оптимального содержания азота в фазе цветения составляет для урожайности биомассы:

$$6m/za:\%N = \frac{6m+9,6m}{10,75} = 1,45\%$$

$$8m/za:\%N = \frac{8m+9,6m}{10,75} = 1,63\%$$

$$11m/za:\%N = \frac{11m+9,6m}{10,75} = 1,91\%$$

Такой прогноз химического состава растений может быть разработан и для других ответственных фаз роста и развития и при выявленных реальных связях и для других элементов питания данной культуры.

Рассмотрим влияние фосфорных удобрений в дозах от 32 до 54 кг д.в./га по фону $N_{32}K_{17}$ на урожайность пустырника пятилопастного (табл. 3).

3. Урожайность пустырника пятилопастного в зависимости от содержания фосфора (% на сухое вещество) в растениях

Урожайность сырой массы, т/га	Весеннее отращивание		Бутонизация		Цветение (уборка)	
	% P_2O_5	Увеличение, %	% P_2O_5	Увеличение, %	% P_2O_5	Увеличение, %
5,77	0,66	-	0,65	-	0,37	-
8,02	0,72	9,1	0,66	1,5	0,44	18,9
8,47	0,94	42,4	0,76	16,9	0,50	35,1

8,94	0,86	30,3	0,72	10,8	0,48	29,7
9,74	0,96	45,4	0,76	16,9	0,51	37,8
10,82	0,97	47,0	0,75	15,4	0,50	35,1

Наряду с положительным действием фосфорных удобрений на урожай, одновременно проявляется тесная взаимосвязь между химическим составом растений и урожаем при внесении доз удобрений. Реальный и практический смысл показателей связи между содержанием общего фосфора в растениях в периоды отращивания, цветения и урожаем выражается уравнениями 5-7 (табл. 4).

4. Математические модели связи урожайности пустырника (Y, т/га) с содержанием общего фосфора в растениях (x, %)

Фаза развития	Уравнение регрессии	r
Весеннее отращивание	$Y = 11,36x - 1,05$ (5)	0,77
Бутонизация	$Y = 27,16x - 10,84$ (6)	0,63
Цветение (уборка)	$Y = 28,79x - 4,81$ (7)	0,81

Статистическая обработка опытных данных за годы исследований позволила установить, а затем математически смоделировать, через уравнения регрессии, зависимости урожая (Y, т/га) биомассы пустырника от содержания подвижного фосфора (x, %) в растении.

В начальной фазе роста пустырника (критический уровень питания), при повышении содержания фосфора в растении на 0,1% урожайность данной культуры увеличивается на 1,14 т/га (уравнение 5), в последующие фазы развития (бутонизация и цветение), – соответственно, на 2,7 и 2,9 т/га.

Реальный показатель связи по фосфору в данной системе имеет практический смысл в разработке гибкой системы применения фосфорных удобрений.

Из этого следует, что для получения определенных урожаев изучаемой лекарственной культуры необходим оптимальный химический состав по фосфору с учетом соответствующих фаз развития пустырника.

Согласно уравнению 7, такой прогноз оптимального содержания фосфора в фазе цветения составляет для урожайности биомассы:

$$6m/za:\%N = \frac{6m+4,81m}{28,79} = 0,37\%$$

$$8m/za:\%N = \frac{8m+4,81m}{28,79} = 0,45\%$$

$$11m/za:\%N = \frac{11m+4,81m}{28,79} = 0,55\%$$

Заключение. Химический состав растений (по азоту и фосфору) в конкретных фазах развития культуры пригоден для контроля уровня обеспеченности этими элементами питания, а также для прогноза урожайности в период процесса роста и развития пустырника пятилопастного.

Литература: 1. Ермохин Ю. И. Оптимизация минерального питания и качества урожая картофеля и овощных культур // Дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.04. – Омск, 1983. – 437 с. 2. Ермохин Ю. И. Реальный и практический смысл показателей связи между химическим составом почвы, растений и применением удобрений // Тез. докл. 10-20 Всесоюз. совещания по растительной диагностике. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – С. 12. 3. Жуков Н.А., Брюханова Л.И. Лекарственные растения Омской области и их применение в медицине. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 328 с. 4. Прянишников Д. Н. Буссенго Ж.Б. – основатель современной агрохимии. Предисловие кн.: «Избранные произведения по физиологии растений и агрохимии». – М.: Изд-во ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИС, 1936. – 439 с.

FACTORS OF RELATIONSHIP BETWEEN THE CHEMICAL COMPOSITION OF PLANTS AND THE YIELD OF QUINQUELOBATE MOTHERWORT (*LEONURUS QUINQUELOBATUS*)

Yu.I. Ermokhin, O.D. Shoikin, V.M. Krasnitskii, P.A. Stolypin
Omsk State Agrarian University, Institutskaya pl. 2, Omsk, 644008 Russia
E-mail: adm@omgau.ru, krasnitsky@omsknet.ru, olshashoykin@mail.ru

The effect of mineral fertilizers on quinquelobate motherwort (*Leonurus quinquelobatus*) was studied in long-term experiments. Close correlations between the crop yield and the chemical composition of plants in terms of nitrogen and phosphorus were revealed in the crucial phases of plant development.

Keywords: quinquelobate motherwort (*Leonurus quinquelobatus*), chemical composition of plants, regression equations.