

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЖИМОЛОСТИ ГОЛУБОЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АММОНИЙНОЙ, НИТРАТНОЙ, АММОНИЙНО-НИТРАТНОЙ И АМИДНОЙ ФОРМ АЗОТА

О.А. Белосохова¹

Ф.Г. Белосохов²

¹Мичуринский
государственный
педагогический институт,
Россия, г. Мичуринск-
наукоград РФ

²Мичуринский
государственный аграрный
университет,
Россия, г. Мичуринск-
наукоград РФ
E-mail: mgau@mich.ru

В работе рассмотрены изменения в морфологии, поглотительной деятельности корневой системы и биологической продуктивности жимолости голубой под воздействием внесения в почву азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах. Исследован характер взаимоотношения между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической активностью листового аппарата в данных экспериментальных условиях.

Ключевые слова: жимолость голубая, корневая система, листовой аппарат, поглотительная деятельность, фотосинтетическая активность.

Введение

Реализация потенциала продуктивности жимолости голубой и обеспечение производства стандартного посадочного материала этой популярной в последние годы культуры сдерживается биологическими особенностями её роста, развития и формирования биомассы. Одним из путей решения этой проблемы является разработка системы удобрения жимолости, адаптированной к условиям конкретного региона выращивания. В ЦЧР минеральное питание жимолости изучено пока недостаточно полно, что является одним из барьеров для увеличения урожайности и промышленного производства этой культуры.

Как известно, минеральное питание неразрывно связано с морфологическими и анатомическими особенностями роста корней, величиной их активной поверхности, поглотительной способностью, концентрацией элементов минерального питания в почвенном растворе и потребностью растений в этих элементах для создания органического вещества, со скоростью синтетических процессов и активностью ферментов [1, 3, 4]. Увеличение площади контакта корней с почвой обеспечивает более благоприятные условия для снабжения растений минеральными элементами [5]. Недавними исследованиями установлены низкие уровни концентрации и потребления жимолостью азота и фосфора, высокая потребность в калийном питании [2].

Задачи исследований

В задачи данного исследования входило изучение изменений в морфологии, поглотительной деятельности корневой системы и биологической продуктивности жимолости голубой под воздействием внесения в почву азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах. Кроме того, нас интересовал характер взаимоотношения между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической активностью листового аппарата в данных экспериментальных условиях.

Условия, методика и объекты исследований

Экспериментальная работа выполнялась в 2005–2007 гг. на кафедре химии Мичуринского государственного педагогического института и на кафедре биологии растений и селекции плодовых культур Мичуринского государственного аграрного университета.

Объектами изучения в данном эксперименте служили двухлетние саженцы жимолости сорта Голубое Веретено. В опыт были включены растения с исходной сырой массой от 10 до 15 г. Растения выращивались при естественном освещении в поч-



венной культуре (смесь дерново-перегнойной земли с речным песком в объемном отношении 3:1). Почвенная смесь содержала легкогидролизуемого азота 6,5 мг, доступной растениям фосфорной кислоты 8,7 мг и калия 18 мг на 100 г почвы. Показатель рН водной вытяжки составил 7,0; солевой – 6,6.

В один из вариантов удобрения не вносили (контроль). В другом варианте в качестве фона внесли фосфора и калия по 150 мг на килограмм почвы. В остальные варианты на фоне указанных доз фосфора и калия внесли по 150 мг/кг почвы азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах.

Растворенные удобрения в виде дигидрофосфата калия, хлорида калия, сульфата аммония, нитрата натрия, карбамида и нитрата аммония были внесены через две недели после высадки растений.

Определение содержания в почве проводили: легкогидролизуемого азота по методике Корнфилда; подвижного фосфора и обменного калия - по методу Чирикова на фотоколориметре КФК-3 и пламенном фотометре ПФМ; рН солевой вытяжки - на ионометре ИПФ. Анализ активной части корневой системы и вычисление ее активной поверхности проведены по методике «анализа пряди корней», предложенной И.А. Муромцевым и дополненной В.М. Лебедевым. Определение площади листьев на растении осуществляли методом высечек, предложенным В.М. Лебедевым. Чистую продуктивность фотосинтеза вычисляли по Ничипоровичу.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом ANOVA с помощью статистических пакетов STATISTICA и STATGRAPHICS Plus 5.0.

Результаты и обсуждение

Анализ активной части корневой системы жимолости показал, что уровень и форма азотного питания в разные годы исследования по-разному влияли на число точек роста, приходящихся на единицу длины корневой системы (табл. 1). Так, если в условиях 2005 года во всех вариантах на единицу длины корней приходилось практически равное число точек роста, то в 2006 году в варианте без внесения элементов питания ветвление корней было существенно более сильным, чем в остальных вариантах. В варианте с внесением фосфора и калия удельное число точек роста также было достоверно более высоким по сравнению с вариантами с дополнительным внесением азота. В условиях 2006 года форма азотного питания так же, как и в предыдущий год, не оказывала существенного влияния на число точек роста.

Таблица 11
Влияние уровня и формы азотного питания на активную часть корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Количество точек роста на 1 п.м. корней		Диаметр активного корня, мкм	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	104	198	124	137
PK (фон)	109	156	131	126
PK + NH ₄ No ₃	101	120	92	115
PK + NaNo ₃	102	129	91	116
PK + (NH ₄) ₂ SO ₄	99	126	78	131
PK + CO(NH ₂) ₂	91	133	93	117
HCP ₀₅	12	16	9	11

формированию менее значительной по сравнению с контролем удельной активной поверхности корневой системы (УАПКС) (табл. 2). Достоверно более высокие показатели удельной активной поверхности корневой системы наблюдались в вариантах без внесения азота.

Низкий уровень доступного азота (6,5 мг/100 г почвы) способствовал увеличению диаметра активного корня, а внесение азотного питания, независимо от формы, приводило к уменьшению этого параметра. Исключение наблюдалось лишь в 2006 году при внесении аммонийной формы азота, когда диаметр активного корня был зафиксирован на уровне контроля.

Уменьшение диаметра активных корней в вариантах с внесением различных форм азота привело к

Таблица 2
Влияние уровня и формы азотного питания на величину УАПКС и отношение корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому потенциалу (ФП) жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	УАПКС, см ² /м		КП/ФП	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	2.14	1.54	2.16	1.10
РК (фон)	2.17	1.48	1.49	0.83
РК + NH ₄ NO ₃	1.59	1.41	0.50	1.63
РК + NaNO ₃	1.50	1.41	0.35	1.57
РК + (NH ₄) ₂ SO ₄	1.65	1.41	0.86	0.71
РК + CO(NH ₂) ₂	1.64	1.42	0.89	0.42
НСР ₀₅	0.16	0.09	0.22	0.12

Отмеченное явление, по нашему мнению, можно рассматривать как адаптивную реакцию жимолости, направленную на увеличение контакта корневой системы с большим объемом почвы для лучшего обеспечения растений недостающим элементом.

Сопоставление активных поверхностей растения (активной поверхности корней и площади листьев) показало, что уровень и форма азотного питания оказывали значительное влияние на соот-

ношение полярных органов. В контроле и при фоновом внесении фосфора и калия наблюдался достоверно более быстрый рост активной поверхности корней относительно площади листьев, чем в вариантах при внесении азотного питания. Величина отношения корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому потенциалу (ФП) у растений жимолости, получавших азотное питание, была существенно ниже, чем в контроле. Форма азотного питания также оказывала существенное влияние на этот показатель. В условиях 2005 года в варианте с внесением нитрата натрия величина отношения КП/ФП была минимальной, а при внесении азота в аммонийной и амидной формах этот показатель увеличился в два с лишним раза. Комбинированный вариант аммиачной селитры занял промежуточное положение. В условиях 2006 года минимальное соотношение между указанными показателями было достоверно зафиксировано в варианте удобрения растений жимолости карбамидом. Существенные различия в величине соотношения КП/ФП были обнаружены в вариантах внесения аммонийной в сравнении с нитратной и аммонийно-нитратной формами азотного удобрения.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что погодные условия года оказывают существенное влияние на норму реакции растений на вносимые формы азота. Количество осадков за весну 2005 года было на 66 % выше нормы, а июньские осадки втрое превысили месячную норму. В 2006 году в весенние месяцы выпало почти в полтора раза меньше осадков, а основная масса осадков пришлась на период, который начался со второй половины июня, когда рост побегов жимолости завершился.

Отмеченные морфологические изменения в корневой системе жимолости наложили определенный отпечаток и на её минеральную продуктивность (табл. 3).

Таблица 3
Влияние уровня и формы азотного питания на минеральную продуктивность корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Поглощение азота, мг/м ² сутки		Поглощение фосфора, мг/м ² сутки		Поглощение калия, мг/м ² сутки	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	21	20	27	38	28	41
РК (фон)	46	74	21	39	30	65
РК + NH ₄ NO ₃	114	115	59	57	101	74
РК + NaNO ₃	78	152	38	78	63	84
РК + (NH ₄) ₂ SO ₄	76	156	39	55	71	95
РК + CO(NH ₂) ₂	134	125	95	132	105	96
НСР ₀₅	12	14	9	14	13	8



Растения в контроле и получавшие только фосфор и калий поглощали достоверно менее интенсивно азот, фосфор и калий по сравнению с растениями, удобрявшимися азотом, несмотря на то, что величина УАПКС в вариантах без внесения азота была существенно больше, чем в вариантах с внесением азота. Коэффициент корреляции между величиной УАПКС и поглощением изучавшихся элементов в зависимости от года исследования изменялся от $r = -0.467$ до $r = -0.953$, применительно к различным элементам. Форма азотного питания оказывала существенное влияние на интенсивность поглощения корневой системой жимолости не только азота, но и фосфора и калия.

В условиях 2005 года поглощение азота растениями жимолости при питании их нитратной и аммонийной формами азота осуществлялось на достоверно более низком уровне, чем при амидной и аммонийно-нитратной формах.

В условиях 2006 года интенсивность поглощения этого элемента при удобрении растений карбамидом и нитратом аммония находилась на уровне 2005 года, в то время как интенсивность поглощения азота при питании растений жимолости нитратной и аммонийной формами азота была в два раза выше по сравнению с 2005 годом. Отмеченные особенности в интенсивности поглощения азота корневой системой жимолости в зависимости от формы азотного питания наблюдались и при усвоении этой культурой фосфора и калия.

Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В условиях более дождливого 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году – при аммонийно-нитратном и амидном питании.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в зависимости от условий года интенсивность поглощения элементов питания растениями жимолости при нитратной и аммонийной формах питания сильно варьирует.

Несмотря на то, что уровень и форма азотного питания оказывали существенное влияние на минеральную продуктивность корневой системы жимолости, фотосинтетическая активность листового аппарата в 2005 году находилась практически на одном уровне, что свидетельствует о способности растений жимолости стабилизировать работу наиболее жизненно важного для растения процесса – фотосинтеза, несмотря на значительные колебания в минеральной продуктивности корневой системы (табл. 4).

Таблица 4

Влияние уровня и формы азотного питания на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и биологическую продуктивность (БП) жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² день		Биологическая продуктивность, раз	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	8.30	7.81	1.50	2.06
PK (фон)	8.21	8.26	1.54	2.10
PK + NH ₄ NO ₃	8.24	8.24	2.22	2.49
PK + NaNO ₃	7.52	8.44	1.95	2.47
PK + (NH ₄) ₂ SO ₄	7.04	9.66	1.92	2.54
PK + CO(NH ₂) ₂	8.20	9.32	2.24	2.56
НСП ₀₅	0.48	0.68	0.30	0.27

Следует отметить при этом невысокие значения коэффициентов корреляции между данными показателями (табл. 5).



Таблица 5

Коэффициенты корреляции между показателями чистой продуктивности фотосинтеза и минеральной продуктивности корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Элементы питания	Коэффициенты корреляции	
	2005 г.	2006 г.
Азот	0.427	0.496
Фосфор	0.490	0.184
Калий	0.413	0.295

до 0.496), а между минеральной продуктивностью и биологической продуктивностью эта связь была положительная и довольно высокая ($r = 0.611...0.977$). Форма азотного питания существенно влияла на поглотительную деятельность корней, но практически не изменяла биологической продуктивности растений жимолости голубой.

3. В условиях низкой обеспеченности растений азотом усиливаются ростовые процессы корней, что приводит к увеличению отношения КП/ФП. В то же время минеральная продуктивность корневой системы находится на низком уровне. Коэффициент корреляции между отношением КП/ФП и минеральной продуктивностью корней колебался от -0.528 до -0.876. Изменение этого отношения в сторону корневого потенциала приводило к снижению биологической продуктивности жимолости ($r = -0.808... -0.868$).

4. Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости голубой. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В более дождливых условиях 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году - при аммонийно-нитратном и амидном питании.

5. Выбор соответствующей формы и уровня азотного питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая жимолости и получении стандартного посадочного материала в конкретных экологических условиях.

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Форма азотного питания оказывала существенное влияние на морфологию, физиологию и функциональную активность корневой системы жимолости. Коэффициент корреляции между величиной УАПКС и поглощением азота, фосфора и калия при этом в зависимости от элемента и года исследования изменялся от -0.467 до -0.953.

2. В условиях опыта между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической деятельностью листового аппарата за годы исследования существовала слабая корреляционная зависимость (коэффициент корреляции изменялся от 0.184

до 0.496), а между минеральной продуктивностью и биологической продуктивностью эта связь была положительная и довольно высокая ($r = 0.611...0.977$). Форма азотного питания существенно влияла на поглотительную деятельность корней, но практически не изменяла биологической продуктивности растений жимолости голубой.

3. В условиях низкой обеспеченности растений азотом усиливаются ростовые процессы корней, что приводит к увеличению отношения КП/ФП. В то же время минеральная продуктивность корневой системы находится на низком уровне. Коэффициент корреляции между отношением КП/ФП и минеральной продуктивностью корней колебался от -0.528 до -0.876. Изменение этого отношения в сторону корневого потенциала приводило к снижению биологической продуктивности жимолости ($r = -0.808... -0.868$).

4. Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости голубой. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В более дождливых условиях 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году - при аммонийно-нитратном и амидном питании.

5. Выбор соответствующей формы и уровня азотного питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая жимолости и получении стандартного посадочного материала в конкретных экологических условиях.

Список литературы

1. Долгов С.В. Особенности азотного питания яблони в зависимости от силы роста / С.В. Долгов // Автореф. дисс. ...канд. с.-х. наук. – Мичуринск, 1986. – 22с.
2. Кондратьев А.В., Трунов Ю.В., Белосохов Ф.Г. Минеральное питание как фактор повышения урожайности жимолости съедобной // Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской области., Т. 2. – Мичуринск: Мичурин. гос. аграр. ун-т, 2004. – С. 52-56.
3. Лебедев В.М. Минеральное питание и биологическая продуктивность яблони. Автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук. – Мичуринск, 1985. – 49 с.
4. Лебедев В.М. Характер коррелятивной связи между поглотительной деятельностью и морфологическим строением корневой системы плодовых растений // Методика исследований и вариационная статистика в научном плододстве: Сб. докл. Междунар. научн.-метод. конф., 25-26 марта 1998. – Мичуринск: МГСХА, 1998. – Т. 1. – С. 91-94.
5. Трунов Ю.В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаборослых клоновых подвоях. – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2003. – 188 с.



RESEARCH OF MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHANGES OF SWEET-BERRY HONEYSUCKLE UNDER THE INFLUENCE OF AMMONIUM, NITRATE, AMMONIUM-NITRATE AND AMIDE NITROGEN FORMS

O.A. BELOSOHOVA

F.G. BELOSOHOV

*Michurinsk State Pedagogical
Institute, Michurinsk
RF-Science City, Russia*

*Michurinsk State Agrarian
University, Michurinsk
RF-Science City, Russia*

E-mail: mgau@mich.ru

The paper discusses changes in the morphology, absorption of the root system and the biological productivity of blue honeysuckle under the influence of an introduction of nitrogen in ammonium, nitrate, ammonium nitrate and amide forms into the soil. A relationship between absorptive activity of the root system and photosynthetic activity of leaves was investigated under the given experimental conditions.

Key words: *Lonicera caerulea*, root system, leaf system, absorbing activity, photosynthetic activity.