

# **ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ И ФОРМЫ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ПОГЛОТИТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЖИМОЛОСТИ**

**Белосохов Ф.Г.<sup>1</sup>, Белосохова О.А.<sup>2</sup>**

1. ФГОУ ВПО Мичуринский государственный аграрный университет, Россия, г. Мичуринск-научкоград РФ. Телефон: (47545) 5-26-35, e-mail: mgau@mich.ru

2. ФГОУ ВПО Мичуринский государственный педагогический институт, Россия, г. Мичуринск-научкоград РФ

Получение высоких урожаев плодов жимолости и обеспечение растущего спроса на стандартные саженцы 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 (Лебедев, 1985, 1998; Долгов, 1986). Увеличение площади контакта корней с почвой обеспечивает более благоприятные условия для снабжения растений минеральными элементами (Трунов, 2003). Недавними исследованиями установлены низкие уровни концентрации и потребления жимолостью азота и фосфора, высокая потребность в калийном питании (Кондратьев и др., 2004).

## **Задачи исследований.**

В задачи данного исследования входило изучение влияния уровня и форм азотного питания на морфологию, поглотительную деятельность корневой системы и биологическую продуктивность

жимолости. 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 2003 - 2006 гг. на кафедре биологии растений и селекции плодовых культур Мичуринского государственного аграрного университета.

Объектами изучения служили двухлетние саженцы жимолости сорта Золушка. В опыт были включены растения с исходной сырой массой от 7 до 15 г. Растения выращивались при естественном освещении в почвенной 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 (Аринушкина, 1962); подвижного фосфора и обменного калия - по методу Чирикова (Петербургский, 1968) 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 (1967,1969) и дополненной В.М. Лебедевым (1973). Определение площади листьев на растении осуществляли методом высечек (Лебедев, 1969). Чистую продуктивность фотосинтеза вычисляли по формуле, приведенной А.А. Ничипоровичем (1955).

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985) и 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 2003 года во всех вариантах на единицу длины корней приходилось практически равное число точек роста, то в 2004 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 2004 года форма азотного питания так же, как и в предыдущий год, не оказывала существенного влияния на число точек роста.

Таблица 1 - Влияние уровня и формы азотного питания на активную часть корневой системы жимолости сорта Золушка

варианты опыта	Количество точек роста на 1 п.м. корней		Диаметр активного корня, мкм	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Контроль	106	202	124	137
PK (фон)	111	154	131	126
PK + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	102	120	92	115
PK + NaNO <sub>3</sub>	102	129	91	116
PK + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	99	126	78	131
PK + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	91	134	93	117
НСП <sub>05</sub>	12	16	9	11

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 2004 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 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.

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

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

варианты опыта	УАПКС, см <sup>2</sup> /м		КП/ФП	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Контроль	2,14	1,54	2,16	1,10
PK (фон)	2,17	1,48	1,49	0,83
PK + NH <sub>4</sub> N0 <sub>3</sub>	1,59	1,41	0,50	1,63
PK + NaN0 <sub>3</sub>	1,50	1,41	0,35	1,57
PK + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,65	1,41	0,86	0,71
PK + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,64	1,42	0,89	0,42
HCP <sub>05</sub>	0,16	0,09	0,22	0,12

Сопоставление активных поверхностей растения (активной поверхности корней и площади листьев) показало, что уровень и форма азотного питания оказывали значительное влияние на соотношение 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 сильное влияние на этот показатель. В условиях 2003 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 2004 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 сильное влияние на норму реакции растений на вносимые формы азота. Количество осадков за весну 2004 года было на 34 % выше нормы. В 2003 году весенние месяцы были отмечены почвенной и воздушной засухой, выпало лишь 59 мм осадков при средней многолетней норме 120 мм, 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 Золушка

варианты опыта	Поглощение азота, мг/м <sup>2</sup> сутки		Поглощение фосфора, мг/		Поглощение калия, мг/м <sup>2</sup> сутки	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Контроль	21	20	27	38	28	41
PK (фон)	46	74	21	39	30	65
PK + NH <sub>4</sub> N0 <sub>3</sub>	114	115	59	57	101	74
PK + NaN0 <sub>3</sub>	78	152	38	78	63	84
PK + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76	156	39	55	71	95
PK + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	134	125	95	132	105	96
НСП <sub>05</sub>	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 2003 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 2004 года интенсивность поглощения этого элемента при удобрении растений карбамидом и нитратом аммония находилась на уровне 2003 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 2003 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 более засушливом 2003 году 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 2004 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2003 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2004 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 2003 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). Следует отметить при этом невысокие значения коэффициентов корреляции между данными показателями (табл. 5).

Таблица 4 - Влияние уровня и формы азотного питания на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и биологическую продуктивность (БП) жимолости сорта Золушка

варианты опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> день		Биологическая продуктивность, раз	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Контроль	8,30	7,81	1,50	2,06
PK (фон)	8,21	8,26	1,54	2,10
PK + NH <sub>4</sub> N0 <sub>3</sub>	8,24	8,24	2,22	2,49
PK + NaN0 <sub>3</sub>	7,52	8,44	1,95	2,47
PK + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,04	9,66	1,92	2,54
PK + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	8,20	9,32	2,24	2,56
НСР <sub>05</sub>	0,48	0,68	0,30	0,27

Таблица 5 - Коэффициенты корреляции между показателями чистой продуктивности фотосинтеза и минеральной продуктивностью корневой системы жимолости сорта Золушка

элементы питания	коэффициенты корреляции	
	2003 г.	2004 г.
азот	0,427	0,496
фосфор	0,490	0,184
калий	0,413	0,295

### Выводы.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Уровень и форма азотного питания оказывали 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 ( $r = 0,611 \dots 0,977$ ). Форма азотного питания существенно влияла на поглотительную деятельность корней, но практически не изменяла биологической продуктивности растений жимолости.

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 ( $r = -0,808 \dots -0,868$ ).
4. Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости. В более засушливых условиях 2003 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 2004 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2003 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2004 году - при аммонийно-нитратном и амидном питании.
5. Выбор соответствующей формы и уровня азотного питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая жимолости в конкретных экологических условиях.