

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ОНТОГЕНЕЗЕ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР)

Н.Е. НОВИКОВА, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»
E-mail: novik302@mail.ru

В обзоре на основании данных, имеющихся в научной литературе, и собственных исследований автора обсуждаются физиологические аспекты оптимизации питания зерновых бобовых культур в онтогенезе растений путем листовых подкормок удобрениями. Рассмотрены современные сведения о соотношении между автотрофным и симбиотрофным питанием в зависимости от содержания в почве доступного азота, энергетические затраты на усвоение молекулярного азота и нитратов. Проанализированы особенности донорно-акцепторных отношений между органами у современных сортов, влияющие на динамику усвоения питательных веществ в онтогенезе растений. Использование листовой подкормки в период формирования бобов, когда симбиотическое усвоение азота падает, дает возможность оптимально сочетать симбиотрофное и автотрофное питание азотом, способствует повышению урожайности бобовых культур, снижает риски значительных потерь урожайности в условиях, ингибирующих формирование симбиотического аппарата.

Ключевые слова: зерновые бобовые культуры, азотное питание, онтогенез, донорно-акцепторные отношения, некорневая подкормка удобрениями, оптимизация питания, урожайность.

Увеличение производства растительного белка является одной из наиболее сложных проблем растениеводства. Одна из причин – отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белков в зерне. Теоретическая и экспериментальная разработка данной проблемы проводится в двух основных направлениях: селекционно-генетическом и технологическом. При этом считают, что генотипические особенности сорта меньше влияют на варьирование содержания белков в зерне, чем климат и технологии выращивания [1].

Зернобобовые культуры занимают особое место в решении белковой проблемы. Но и у них в процессе селекции на урожайность прослеживается тенденция к уменьшению содержания белка в семенах. Например, горох за последние 50-70 лет селекции утратил в среднем 1,5% сырого протеина [2]. В такой ситуации большое значение приобретает разработка элементов технологий, направленных на получение зерна высокого качества у сортов нового поколения.

Оптимизация азотного питания бобовых культур является сложной задачей, поскольку применяемые приемы должны быть с одной стороны максимально эффективными для формирования урожая и накопления белка, а с другой стороны – не должны оказывать отрицательного влияния на способность растений фиксировать молекулярный азот симбиотическим путем.

Бобовые культуры обычно ассоциируются с возможностью получать высокобелковое зерно без использования, или при минимальном использовании, азотных удобрений. При благоприятных условиях до 70% азота, идущего на формирование урожая, зернобобовые культуры могут усваивать из воздуха. Однако мнения исследователей по вопросу использования азотных удобрений при выращивании бобовых культур неоднозначны.

На соотношение автотрофного и симбиотрофного путей питания азотом влияют генотипические особенности растений (виды и сорта), плодородие почвы, условия, оказывающие воздействие на формирование клубеньков и активность симбиоза. При этом отмечается, что внешние факторы могут определять до 80% варьирования симбиотических признаков, и это влияние может быть значительно большим, чем совместное действие макро- и микросимбионта [3].

Тихонович И.А. и Проворов Н.А. (2005) указывают, что у бобовых, прошедших длительный период окультуривания и селекции, таких как горох, люцерна, вика посевная, преобладает автотрофный тип питания азотом; у фасоли, сои эффективность автотрофного и симбиотрофного питания одинаковы. Преобладание симбиотрофного питания азотом характерно для мало окультуренных видов, а преобладание автотрофного – для видов высоко окультуренных. При этом сорта характеризуются широким варьированием реакции на инокуляцию. Одни из них формируют высокую продуктивность при инокуляции, а другие – при использовании азотных удобрений (Проворов, 1996; Rengel, 2002).

Одна из причин снижения симбиотической активности у современных сортов зернобобовых культур, по мнению исследователей, связана с тем, что селекция новых сортов проводилась часто при достаточном или избыточном обеспечении почвы азотом (Тихонович, Проворов, 2005). На этом фоне происходил отбор генотипов, активно усваивающих почвенный азот, то есть питающихся по энергетически менее затратному пути, а симбиотическая фиксация подавлялась.

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) относят к бобовым культурам с наиболее значительным снижением баланса между симбиотрофным и автотрофным питанием азотом (Проворов, 2013). Соответственно этому у современных сортов гороха, по сравнению со стародавними, отмечается более высокая активность нитратвосстанавливающей ферментативной системы [4].

Главной целью селекции является высокая продуктивность растений, но в процессе формирования урожая, как и в процессе становления симбиотической системы, роста и жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий, используется один и тот же источник энергии – продукты фотосинтеза растения-хозяина. Затраты энергии для использования молекулярного азота значительно выше, чем для использования нитратной формы азота. Образование одной молекулы NH_4^+ при восстановлении N_2 требует затраты не менее шести молекул НАДН, а для восстановления NO_3^- требуется только четыре энергетических эквивалента – НАДФН. Значительная метаболическая энергия затрачивается также на образование и поддержание клубеньковой ткани. Поэтому для бобовых растений экономичнее ассимилировать нитрат, чем N_2 для удовлетворения потребностей в азоте [5]. Еще более выгодным с точки зрения затрат энергии является аммонийный азот почвы и удобрений, который, поступая в растения, сразу вовлекается в синтез аминокислот и амидов.

Соотношение между типами азотного питания у бобовых регулируется содержанием в почве доступного азота, избыток его может подавлять как нитрогеназную активность, так и непосредственно образование клубеньков (Проворов, 2013). По этой причине внесение азотных удобрений в почву признается во многих случаях экономически не выгодным, так как они отрицательно влияют на азотфиксирующую способность бобовых, затрагивая все этапы формирования и функционирования бобово-ризобиальных структур [6-9]. В результате зернобобовые культуры становятся такими же потребителями минерального азота, как и остальные не бобовые культуры, а затраты на их выращивание увеличиваются.

На почвах с низким содержанием азота запускается процесс активного формирования бобово-ризобиального симбиоза, и симбиотрофные растения получают преимущество перед другими растениями. В этой связи, совершенствование систем удобрений имеет большое значение в сохранении активности процессов синтеза биологического азота (Минеев, 1988).

Формирование активных клубеньков на корнях бобовых и начало симбиотического усвоения молекулярного азота происходят примерно через 3-4 недели после всходов. Поэтому в начале роста растений, до образования и начала активного функционирования

клубеньков, признаются эффективными небольшие (стартовые) дозы минерального азота (N_{30-45}). Отмечается, что они не вредят развитию симбиотических взаимоотношений между ризобиями и бобовыми растениями, а нередко стимулируют их [10].

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-востока Беларуси внесение азота под сою в дозе 40 кг/га совместно с $P_{60}K_{90}$ способствовало увеличению фиксации атмосферного азота в сравнении с контрольным вариантом (P_{10} в рядки) у сорта Омская 3 на 29,6 кг/га (55%) и у сорта Магева – на 37,6 кг/га (139%). У люпина узколистного стартовая доза N_{30} не снижала азотфиксирующую способность (Персикова и др., 2003). Для гороха признается целесообразным использование стартовой дозы азота на бедных супесчаных дерново-подзолистых [11], и на серых лесных почвах [12]. Однако другие авторы не обнаруживали на супесчаных почвах Нечерноземной зоны положительного влияния азотных удобрений на урожайность гороха (Рахимова, Храмой, 2010). Не эффективен этот прием был и на черноземах, так как в пахотном слое достаточно азота для начального роста растений [9].

Известно, что в процессе развития бобового растения интенсивность симбиотической фиксации азота изменяется. В период вегетативного роста растений клубеньки активно используют продукты фотосинтеза, и к цветению достигают самых высоких показателей функциональной активности (Вавилов, Посыпанов, 1983; Cheema, 2000; Персикова и др., 2003; Литвинцев, 2007). При переходе к репродуктивному развитию главными аттрагирующими центрами растений становятся формирующиеся семена, к которым направляется основной ток фотосинтетических продуктов. В это время у однолетних бобовых наблюдается наиболее сильное ослабление транспорта углеводов из листьев в корни и клубеньки (Herridge, Pate, 1977; Pate, Herridge, 1978). В результате клубеньки стареют и резко снижают свою активность.

В.Л. Кретович отмечает, что интенсивность азотфиксации в большей степени контролируется интенсивностью фотосинтеза, а не активностью нитрогеназы. Поступление из листьев в клубеньки углеводов, как энергетических субстратов и сахаров, необходимых для связывания аммиака, рассматривается как один из главных факторов, ограничивающих процесс азотфиксации у бобовых [13]. Для симбиотической фиксации 1 г азота клубенькам требуется 15-20 г глюкозы. Поэтому из вегетативных органов для нужд азотфиксации в корни поступает значительная часть фотосинтетических продуктов. Она может достигать 25% всего ассимилированного растениями углерода (Pate, Herridge, 1978). Е.П. Старченков (1987) указывает на еще большие значения аттракции углеводов корневыми системами: 32% углеводов передается клубенькам, 42% – корням и только 26% используется надземной частью растений. Причем на образование в клубеньках азотистых соединений тратится меньше трети поступающего в них количества углеводов, а основная часть их используется на дыхание (Кретович, 1994)

Усвоение азота симбиотическим путем у бобовых растений в целом продолжается сравнительно недолго. У гороха этот процесс длится всего 20-30 дней, а в других случаях – менее трех недель и к фазе бутонизации прекращается [14].

Сорта гороха зернового использования имеют относительно короткий период вегетации (65-75 суток) и размеры накопления биомассы и азота у них ограничены. У современных сортов этой культуры, по сравнению с сортами ранней селекции, масса растений не увеличилась, а рост урожайности произошел в результате увеличения доли зерна в биомассе в 1,5-2 раза [2, 15]. Одновременно в таком же размере увеличилось использование семенами азота, аккумулированного в биомассе целого растения (Зеленов, Лаханов, Новикова, 1988).

Источниками накопления веществ в семенах являются фотосинтез, корневое питание в период налива семян, а также реутилизация веществ, аккумулированных в вегетативных органах в предшествующий период. По нашим данным, основная часть азота (70-80%) поступает в растения гороха до начала налива семян и только 20-30% – в последующий период [2]. Поэтому в репродуктивный период растения максимально используют для

формирования семян собственные внутренние резервы азота посредством мобилизации его из вегетативных органов. В зависимости от погодных условий реутилизация может обеспечить от 55 до 100% азота, необходимого развивающимся семенам. Наиболее значителен её вклад в формирование урожая в засушливые годы по причине угнетения корневой деятельности и раннего прекращения поступления азота в растения (Новикова и др., 1986).

Эти результаты показывают, что у высокоурожайных сортов в период репродуктивного развития и налива семян складываются напряженные донорно-акцепторные отношения между вегетативными и репродуктивными органами в отношении распределения ассимилятов. После цветения происходят переориентации транспорта веществ к бобам. Отток азота и других элементов питания из листьев вызывает их ускоренное старение. Вследствие снижения потока фотосинтетических продуктов в корневую систему ослабляется ее поглотительная и азотфиксирующая деятельность. В свою очередь, как отмечает T.G. Behairy (1988), недостаточное поступление азота из корневой системы в надземные органы негативно влияет на фотосинтез, ускоряет процессы старения листьев, сокращает время их активного функционирования. Причем такая последовательность перечисленных взаимообусловленных процессов подчиняется общим онтогенетическим закономерностям вне зависимости от обеспеченности растений питательными элементами.

Таким образом, изменение направленности транспорта фотосинтетических продуктов из листьев в семена и создание дефицита углеводов для поддержания жизнедеятельности клубеньков является причиной снижения симбиотической фиксации азота в процессе онтогенеза бобового растения. Оптимизация питания посредством некорневой подкормки в период налива семян может минимизировать истощение запасов азота в листьях, интенсивность фотосинтеза может быть сохранена на более высоком уровне, что, в свою очередь, приведет к увеличению урожайности семян. К тому же внесение удобрений через листья является более экономичным, а для растений – менее энергозатратным для усвоения питательных элементов, по сравнению с традиционными способами применения удобрений.

Для бобовых растений характерна донорно-акцепторная система, образованная несколькими относительно автономными подсистемами. Растения имеют метамерную структуру: каждому ярусу листьев соответствует плод или несколько плодов, к которым направляется основной поток ассимилятов. С использованием метода меченых изотопов установлено, что до 2/3 углерода, необходимого для созревания семян гороха, поступает к ним из листьев, прилистников и фотосинтезирующих частей плода того же узла при максимальном количественном вкладе листа (Pate, Flinn. 1977). Это предопределяет возможную высокую эффективность использования питательных веществ, поступающих с листовой подкормкой для формирования семян.

Некорневая подкормка может также снижать риск значительных потерь урожайности в годы с ранними весенне-летними засухами. Последствия действия засухи на бобовые культуры являются более сложными, чем на другие растения, так как затрагивают процессы формирования бобово-ризобиальных структур. При недостатке влаги в почве клубеньки на корнях бобовых не образуются или разрушаются, угнетается поглотительная деятельность корневой системы, а возникающий дефицит азота в растениях, отрицательно влияет на рост, развитие растений и формирование продуктивности. В подобных ситуациях листовая подкормка может быть наиболее эффективным средством устранения нарушения питания растений. Например, согласно рекомендациям ВНИИ масличных культур, при выращивании сои в условиях, ингибирующих развитие клубеньков (засуха, переувлажнение, избыток минерального азота в почве, повышенная кислотность почвенного раствора) эффективна некорневая подкормка растений путем опрыскивания по 20-30 кг/га азота (Лукомец и др., 2008). Подкормка карбамидом также способна повышать устойчивость сельскохозяйственных растений к окислительным повреждениям при неблагоприятных погодных условиях (Шупинская, Самсонова, 2015).

Особого внимания заслуживает вопрос влияния поздней некорневой азотной подкормки на симбиотическую деятельность бобовых растений. Накоплено немало данных об угнетающем действии на этот процесс предпосевного внесения удобрений в почву, особенно в повышенных дозах, но влияние листовых подкормок на азотфиксацию изучено ещё недостаточно.

В.Т. Синеговской установлено, что некорневая подкормка сои в период образования бобов жидким комплексным удобрением, включающим азот в дозе 64 кг/га, в годы с достаточным количеством осадков активизировала симбиотическую фиксацию, увеличивала максимальное накопление азота растениями в среднем на 17% и урожайность семян – на 3,5 ц/га [16]. По данным А.В. Дозорова и О.В. Костина (2003), поздние некорневые подкормки сои жидким комплексным удобрением не оказывали влияния на продолжительность активного симбиоза. Проведенные в период налива семян, они улучшали фотосинтетическую деятельность, существенно повышали биологический урожай (на 0,12–0,25 т/га) и содержание белка в семенах (на 1,3%).

Применение карбамида для некорневой подкормки кормовых бобов в период цветения оказывало меньшее угнетающее действие на симбиотическую фиксацию азота, чем внесение ее в почву (Кокон, 2010). При этом считают, что некорневая подкормка, наряду с глубокой заделкой азотных удобрений, ниже зоны нодуляции, может служить альтернативным приемом использования азотных удобрений при выращивании зернобобовых культур (Персикова и др., 2003).

Таким образом, использование поздней некорневой подкормки дает возможность оптимально сочетать симбиотрофное и автотрофное питание бобовых растений.

Большинство микроэлементов, а также сера, железо обладают слабой подвижностью в растениях, не могут использоваться в растениях повторно. Если приток этих элементов из почвы прекращается, то страдают молодые, вновь образующиеся органы, включая репродуктивные. Даже на почвах с достаточным содержанием микроэлементов растения могут испытывать голодание, поскольку многие почвенно-климатические условия влияют на их подвижность и усвояемость. Недостаток микроэлементов негативно отражается на азотном, фосфорном, нуклеиновом обмене, нарушает синтез хлорофилла, угнетает репродуктивную функцию [17]. В результате снижается урожайность, ухудшается его качество.

Некорневая подкормка комплексными удобрениями может существенно восполнить недостаток микроэлементов. Так, у гороха обработка растений соединениями железа, цинка, марганца повышала урожайность и накопление белка, улучшила структуру урожайности (Ионова, 2007). Подкормка сои в начале цветения смесью хелатов Zn, Cu, Co, Mn с борной кислотой и молибденом существенно повышала урожайность и содержание белка в семенах. По влиянию на урожайность отдельно взятых микроэлементов самым эффективным был молибден (Тишков и др., 2007).

На дерново-подзолистой почве показана эффективность подкормки гороха бором, молибденом, кобальтом в фазе бутонизации. Содержание сырого протеина наиболее существенно возросло при применении кобальта и молибдена, а при совместном использовании микроэлементов отмечалось их синергетическое действие (Цыганов, Вильдфлуш, 2004). На выщелоченном черноземе эффективность микроудобрений при некорневой подкормке сои в период бутонизация – цветение располагалась в следующем порядке: молибден > кобальт > цинк. Увеличение урожайности под влиянием молибдена достигало 7,5 ц/га, а содержание белка в семенах – до 2,5% (Хадиков, 2012).

В последние годы к некорневому внесению удобрений как приему коррекции питания в ответственные периоды развития растений проявляется все больший интерес. Созданы и показали высокую эффективность на различных сельскохозяйственных культурах новые комплексные удобрения, которые содержат кроме азота, фосфора и калия микроэлементы в хелатной форме и предназначены для листовой подкормки растений. К ним относятся кристалон, террафлекс, фолика, агромастер, басфолиар, полифид, интермаг, ультрамаг и

другие. Многие комплексные удобрения можно применять совместно с пестицидами, что существенно снижает затраты на проведение технологических мероприятий и увеличивает доходность производства продукции растениеводства.

В ООО «Дубовицкое» Орловской области при урожайности гороха свыше 5 т/га технологией выращивания предусматривается внесение 100 кг аммиачной селитры под предпосевную культивацию и двукратная листовая подкормка комплексными удобрениями (интермаг профи, интермаг молибден, ультрамаг бор, биостим масляный) в фазах 6-7 листьев и бутонизации (<http://www.betaren.ru/prensa/117/>).

Положительная роль некорневых подкормок азотными и комплексными удобрениями при выращивании зернобобовых культур в разных почвенно-климатических условиях установлена целым рядом исследователей в нашей стране и за рубежом. Имеются данные об эффективности поздней некорневой подкормки при выращивании сои (Куркаев и др., 1971; Синеговская, 2001; Odeleye et al., 2007; Баранов и др., 2013), вигны (Таюо. 1986), нута (Palta et al., 2005; Bahr, 2007), кормовых бобов (Zeidan, 2003). Т.О. Таюо (1986) установил, что подкормка вигны карбамидом в репродуктивный период способна повысить урожайность на 30-70% относительно контрольных растений. Прием увеличивал продолжительность жизни листьев и аккумуляцию сухих веществ в листьях, стеблях и корнях. Сильнее отзывались на подкормку сорта с более высоким потенциалом продуктивности. По данным N.I. Gul et al. (2006), при выращивании гороха эффективно применение полной дозы азота (80 кг/га) в форме карбамида в два срока – 25% (20 кг/га) при посеве и 75% (60 кг/га) во время цветения.

В условиях правобережной лесостепи Украины на серой лесной почве, некорневая подкормка гороха комплексным удобрением «КОДА Фол 7-21-7» в фазах бутонизации, зеленых бобов и удобрением «КОДА Комплекс» в фазе налива семян приводила к существенному повышению урожайности, прибавка к контролю достигала 5,8 ц/га. Ее влияние на урожайность было выше в сравнении с инокуляцией семян перед посевом: трехкратная подкормка обеспечивала формирование 55% урожая, а инокуляция семян – 20% [18].

Аналогичные данные получены при выращивании сои в западной лесостепи Украины: листовая подкормка ее комплексными микроудобрениями нутривант Плюс масляный, реаком-Р-соя и басфолиар 6-12-6 двукратно – в фазы цветения и формирования бобов существенно увеличивала урожайность культуры. При этом обращает на себя внимание, что максимальные прибавки у всех сортов (0,2-0,39 т/га) получены при использовании удобрения басфолиар 6-12-6, которое кроме микроэлементов содержит и азот (Грач, 2014).

На сое и на нуте показана более высокая результативность некорневой подкормки карбамидом или комплексом питательных веществ в начале налива бобов, по сравнению с подкормкой в начале цветения (Odeleye et al., 2007; Bahr, 2007).

Анализ научной литературы свидетельствует, что в аспекте возможности повышения урожайности путем применения некорневых подкормок при выращивании зерновых бобовых культур, наиболее изучена соя.

В технологиях выращивания гороха до настоящего времени поздние некорневые подкормки удобрениями не применялись. Очевидно, это связано с тем, что до 80-х годов XX века сорта гороха были листочковыми, относительно длинностебельными полегающими, с низкой технологичностью возделывания. В современной селекции гороха и в производстве приоритет получили безлисточковые (усатые) низко- и среднестебельные сорта гороха, устойчивые к полеганию, высокотехнологичные. Это открывает возможности применения поздних листовых подкормок на посевах гороха.

В наших опытах на серых лесных почвах центрального черноземья некорневая подкормка гороха сорта Фараон в фазе формирования бобов азотом в форме карбамида (45 кг/га) и комплексом питательных веществ в форме террафлекса (марки 17-17-17), 3 кг/га, повышала урожайность семян в среднем за 3 года на 3,8 и 3,7 ц/га. Подкормка улучшала процессы роста, фотосинтетические показатели, увеличивала биомассу растений и

уборочный индекс. При этом рост урожайности при подкормке карбамидом достигался без снижения содержания белка в семенах [19, 20].

Таким образом, подкормка зерновых бобовых культур, в том числе гороха, проведенная в период формирования бобов – начале налива семян, когда симбиотическая фиксация азота падает, является резервом повышения их урожайности. Использование листовой подкормки в этот период дает возможность оптимально сочетать симбиотрофное и автотрофное питание бобовых растений азотом, а также уменьшать риск значительного снижения урожайности в случае неблагоприятных погодных условий, негативно влияющих на формирование симбиотического аппарата и его функциональную способность.

Литература

1. Созинов А.А. Проблемы улучшения качества зерна // В сб. «50 лет ВАСХНИЛ». – М., 1979. – С. 7-12.
2. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха: автореф. дис. докт. с.-х. н. – Орел, 2002. – 46 с.
3. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / ред. И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. – СПб.: Наука, – 1998. – 194 с.
4. Амелин А.В., Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: автореф. дис. докт. с.-х. н. – М., – 2001. – 46 с.
5. Хелдт Г.-В. Биохимия растений; пер с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, – 2011. – 471 с.
6. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. – М.: Наука, – 1973. – С. 143-155.
7. Сидорова К.К., Шумный В.К., Назарюк В.М. и др. Симбиотическая азотфиксация: генетические, селекционные и эколого-агрохимические аспекты. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», ИЦИГ СО РАН. – 2006. – С. 109-117.
8. Глянько А.К., Митанова Н.Б. Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минеральных удобрений на бобово-ризобияльный симбиоз // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія, – 2008. – вип.2 (14). – С. 26-41.
9. Литвинцев П.А. Азотфиксация и продуктивность сортов гороха и сои в зависимости от источника азотного питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №9. – С. 27-34.
10. Биологическая фиксация азота / Отв. ред. В.К. Шумный, К.К. Сидорова. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, – 1991. – 270 с.
11. Курилович В.В., Кухарчик В.М., Рыбак А.Р. Оптимизация режима азотного питания семеноводческих посевов гороха овощного // Образование, наука и производство. - 2014. - №2. – С. 60-63.
12. Зотиков В.И., Голопятов М.Т., Акулов А.С. и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации. – Орел: ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, 2009. – 57с.
13. Кретович В. Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. – М.: Наука, – 1987. – 485 с.
14. Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Влияние препаратов клубеньковых бактерий и комплексного микробного удобрения (КМУ) на симбиотическую азотфиксацию и урожай гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2017. – № 1 (21). – С. 23-28.
15. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Амелин А.В. Физиологические изменения в растениях гороха в процессе длительной селекции на семенную продуктивность // Доклады ВАСХНИЛ. – 1989. – №9. – С. 16-19.
16. Синеговская В.Т. Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья: Автореф. дис. докт. с.-х. н. – Благовещенск, 2001. – 43 с.
17. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, – 2011. – 318 с.
18. Телекало Н.В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №1 (9). – С. 16-22.
19. Новикова Н.Е., Грошелев С.Н., Бобков С.В. Отзывчивость гороха на удобрения и регуляторы роста // Земледелие. – 2014. – №2. – С. 32-40.
20. Новикова Н.Е., Косиков А.О., Бобков С.В., Зеленев А.А. Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность гороха (*Pisum sativum* L.) // Агрохимия. – 2017. – № 1. – С 32-40.

PHYSIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF FOLIAR FERTILIZATION FOR OPTIMIZING THE NUTRITION OF GRAIN LEGUMES IN PLANT ONTOGENY (REVIEW)

N.E. Novikova

FGBOU HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

Abstract: In the review, based on the data available in the scientific literature and the author's own research, the physiological aspects of optimizing the nutrition of grain legumes in

plant ontogeny by means of foliar application of fertilizers are discussed. Current data on the relationship between autotrophic and symbiotrophic nutrition, depending on the content of available nitrogen in the soil, the energy costs of assimilating molecular nitrogen and nitrates are considered. The features of donor-acceptor relations between organs in modern varieties that affect the dynamics of assimilation of nutrients in plant ontogeny are analyzed. The use of foliar top-dressing during the pods formation, when the symbiotic assimilation of nitrogen falls, makes it possible to optimally combine symbiotrophic and autotrophic nutrition with nitrogen, contributes to an increase in the yield of legumes, reduces the risks of significant yield losses under conditions that inhibit the formation of nodules.

Keywords: grain legumes, nitrogen nutrition, ontogeny, donor-acceptor relations, foliar top dressing with fertilizers, nutrition optimization, yield.

УДК 635.657:631.526

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗУ КОЛЛЕКЦИОННОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НУТА

В.И. СИЧКАРЬ, О.В. БАБАЯНЦ*, доктора биологических наук

С.М. ПАСИЧНИК, научный сотрудник

А.И. КРИВЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

М.А. БУШУЛЯН*, старший научный сотрудник

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
НААН, УКРАИНА

*СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ – НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
СЕМЕНОВЕДЕНИЯ И СОРТОИЗУЧЕНИЯ, ОДЕССА

E-mail: opitna@te.net.ua

В последние годы значение нута в аграрном секторе Украины резко возросло вследствие высоких цен на его товарные семена и благоприятное воздействие на плодородие почвы. Главными препятствиями для его выращивания в крупных объёмах является отсутствие мер борьбы с сорной растительностью и возбудителями болезней. В настоящей работе исследованы показатели всхожести семян и начальных этапов роста проростков, а также формирование семенной продуктивности рекомендованных для выращивания сортов и перспективных селекционных линий при использовании искусственно созданного фузариозного инфекционного фона. Лабораторные и полевые исследования выявили довольно сложные ростовые реакции на воздействие патогена. Заметное снижение всхожести семян и начальных этапов роста проростков и первичных корешков, а также семенной продуктивности, наблюдали только у перспективной селекционной линии Л 46/87. У некоторых генотипов имело место падение показателей всхожести и начального роста в начале проращивания, хотя в процессе дальнейшего онтогенеза растений они восстанавливались, и семенная продуктивность достигала уровня контрольного варианта.

Ключевые слова: нут, фузариозный фон, всхожесть семян, рост проростков, рост первичных корешков.

Зернобобовые культуры являются главным источником высококачественного белка, как для питания людей, так и кормления сельскохозяйственных животных и птицы. В зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей их размещение на земном шаре различно.

В последние десятилетия мы являемся свидетелями значительных изменений климатических условий на нашей планете. Из года в год имеет место повышение летних температур, длительные бездождевые периоды на протяжении вегетации, осадки в виде ливней и града. В связи с этим возникает необходимость подбора засухоустойчивых видов