

УДК 631.8:001.32(092)

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА

В.Д. НАУМОВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В юбилейной статье, посвященной 150-летию академика Д.Н. Прянишникова, излагается его вклад в развитие отечественной агрохимии. Он разработал концепцию азотного обмена в растениях, теорию и практику минерального питания сельскохозяйственных культур, биологической азотфиксации, применения минеральных удобрений, известкования почв. Огромный вклад он внес в организацию географической сети опытов с удобрениями, обосновал необходимость и явился одним из инициаторов развития химической промышленности по производству минеральных удобрений в нашей стране.

Начав научную деятельность с изучения азотного обмена растений, Д.Н. Прянишников на протяжении всей своей жизни не изменил этому направлению и вошел в историю отечественной биологической науки как «биограф азота». Ему принадлежит знаменитая фраза «Аммиак — альфа и омега обменных веществ в растениях», в основе которой лежит открытие цикла азота в организме высших растений. От магистерской диссертации «О распаде белковых веществ при прорастании» (1896) до капитальной завершающей монографии «Азот в жизни растений и земледелии СССР» (1945) прошло полвека, и за это время Дмитрий Николаевич «вдохнул жизнь» в азот, который до этого принято было называть «безжизненным элементом».

Ключевые слова: азот, аммиак, азотные, фосфорные, калийные, органические, зеленые удобрения, минеральные удобрения, азотфиксация, белковые вещества, аспарагин, полевые и вегетационные опыты.

Когда мы говорим о возникновении агрономической химии как самостоятельной дисциплины, то, естественно, связываем это с классическим трудом Буссенго «Об источниках азота для растений», опубликованным в 1837 г., и с выходом в свет в 1840 г. знаменитой книги Либиха «Химия в приложении к земледелию и физиологии». Д.Н. Прянишников своими трудами доказал, что он является одним из творцов агрохимии. Именно им и его учениками были установлены новые принципы, развиты новые обобщающие идеи фундаментального значения, которые и в настоящее время являются вехами развития науки агрохимии.

Академик Д.Н. Прянишников основал блестящую школу отечественных агрохимиков, разработал концепцию азотного обмена в растениях, теорию и практику

минерального питания сельскохозяйственных культур, биологической азотфиксации, применения минеральных удобрений, известкования почв. Огромный вклад он внес в организацию географической сети опытов с удобрениями, обосновал необходимость и явился одним из инициаторов развития химической промышленности по производству минеральных удобрений. Благодаря работам Д.Н. Прянишникова и его многочисленных учеников русская агрохимия получила мировое признание. Дмитрий Николаевич писал: «Агрономическая химия не есть нечто параллельное с физиологией растений, почвоведением, земледелием, она идет как бы в поперечном направлении, проникая глубоко внутрь этих дисциплин и охватывая в каждой из них все то, что подлежит исследованию химическими методами; это части того же научного материала, объединенные по иному принципу в особую дисциплину» [8].

Дмитрий Николаевич Прянишников обладал глубокими познаниями в области химии, биологии, агрономии, и его по праву считают не только выдающимся ученым в области агрохимии — не меньший вклад он внес в такие фундаментальные науки, как биохимия и физиология растений. В многочисленных воспоминаниях учеников и соратников Дмитрий Николаевич предстает внешне мягким, но исключительно принципиальным, честным и смелым человеком. Он воплощал лучшие душевные свойства: терпимость к чужому мнению и стойкость в своих убеждениях.

Уже с молодых лет, обучаясь в Московском университете, Дмитрий Николаевич проявил способности исследователя. Все свободное время он посвящал работе в химической лаборатории. Его способности к исследованиям обратили на себя внимание профессора Марковникова, предложившего Дмитрию Николаевичу остаться при его кафедре и работать в области химии. В своей работе «Мои воспоминания» Дмитрий Николаевич писал: «Казалось бы, что же лучше: мне был тогда 21 год. Углубившись в химию, при хорошем руководстве можно было к тому возрасту, в каком большинство моих товарищей только оканчивали университет (23–24 года), порядочно вработаться в органическую химию, сдать магистерский экзамен и начать читать приват-доцентский курс» [5].

Однако в молодые годы Д.Н. Прянишников не имел еще четкого и ясного представления о том, чему он должен посвятить свою жизнь. Занимаясь у Марковникова окислением нафтеннов, Прянишников нет-нет, да и возвращался мыслями к вопросу: не важнее ли заниматься наукой о человеке, не следует ли переключиться если не на медицину, то, во всяком случае, на «обществознание», как он называл те науки, которые мы сейчас относим к гуманитарному циклу.

С благодарностью вспоминая свое пребывание на естественно-математическом отделении Московского университета, Дмитрий Николаевич отмечал, что наибольшее влияние на формирование научных вкусов из числа профессоров того времени оказали А.Г. Столетов «строгим кристаллически ясным изложением» основ физики, К.А. Тимирязев «блестящей формой и горячим порывом своих лекций» по физиологии растений, В.В. Марковников «подчас суровой, но ценной школой лабораторной практики», И.Н. Горожанкин и М.И. Коновалов «простым ласковым словом, иногда дружеской беседой вперемежку с работой» в ботанической и химической лабораториях. Ему казалось, что для России в то время было важнее распространение и приложение имеющихся знаний, чем их дальнейшее накопление. Но не от кого иного, как от своего любимого учителя, Климента Аркадьевича Тимирязева, он услышал пламенную отповедь «негодующим моралистам», всегда готовым «превозносить материальное и нравственное превосходство так называемого прикладного

знания, перед знанием теоретическим». Под влиянием К.А. Тимирязева, на которого Прянишников прямо ссылается в своих воспоминаниях, он сохранил веру в науку как в могучую созидательную силу преобразования природы на благо людей, и эта убежденность сыграла большую роль во всех дальнейших перипетиях его большой и сложной жизни.

Все это побудило молодого Д.Н. Прянишникова после получения степени кандидата естественных наук в университете поступить в Петровскую земледельческую и лесную академию. Он с радостью убедился, что влияние К.А. Тимирязева на студенчество Петровской академии, где Климент Аркадьевич возглавлял кафедру ботаники и физиологии растений, было еще более ощутимо, чем в университете. «Именно здесь чувствовалось, — писал в своих воспоминаниях Прянишников, — что Тимирязев не просто ботаник. Тимирязеву были близки интересы земледелия» [4, 5].

Еще будучи студентом Петровской академии, Д.Н. Прянишников в 1889 г. принимал участие в проведении полевых и вегетационных опытов с минеральными удобрениями под сахарную свеклу во время производственной практики при Боринском сахарном заводе (Липецкая область). Результаты опытов показали, что азотные, фосфорные и калийные удобрения, внесенные в правильном сочетании, почти удвоили урожай свеклы и в 2,5 раза увеличили сбор сахара. Д.Н. Прянишников с первых же своих самостоятельных шагов на исследовательском поприще в полной мере проявил свою научную позицию. Уж коль он взялся за свеклу, то должен был узнать об этой культуре все, что только было возможно. И не просто узнать — прочитать или услышать, а обязательно увидеть своими глазами, пощупать, потрогать. Эта неутолимая любознательность, неугомная пылливость объясняли его неусидчивость. Ему всегда тесно было в пределах одной лаборатории. Результаты исследований в Бориинской экономии легли в основу печатной работы в 1889 г. в «Известиях Петровской Академии». Эту работу можно считать знаменательной не только потому, что это была первая научная публикация Дмитрия Николаевича, но и еще потому, что она была посвящена применению минеральных удобрений, вопросу, который занял едва ли не наибольшее место в его последующей научной работе.

Уже в те годы интуитивно он стремился оставить себе возможность свободно выбора между научной и практической деятельностью. И через всю дальнейшую творческую жизнь Д.Н. Прянишникова четко прослеживаются два направления его деятельности: научные исследования и практический результат их применения.

Получив прекрасную химическую подготовку у корифея органической химии того времени В.В. Марковникова, а также имея базовые знания в области биохимии и физиологии растений, агрохимии, полученные в Петровской академии, Прянишников являл собой тот уникальный тип ученого, который был способен работать на стыке наук — в областях, имеющих наибольшую скорость роста.

Весной 1892 г. Петровская академия командует его на два года за границу для ознакомления с работами виднейших агрохимиков. Экспериментальную работу он вел в лабораториях А. Коха (Геттинген), Ж. Дюкло (Пастеровский институт в Париже) и Э. Шульце (Цюрих). Основные исследования Прянишников проводит в одном из крупнейших центров в Цюрихе у Эрнеста Шульце.

Проф. Э. Шульце был одним из крупнейших биохимиков того времени, который руководил кафедрой агрохимии в политехникуме Цюриха. Он был крупным

специалистом по азотистому обмену в растениях, и, как вспоминает об этом периоде своего творчества Д.Н. Прянишников, «ему не приходилось жаловаться». Несомненно, не приходилось жаловаться и проф. Шульце. Дмитрий Николаевич включился в исследования со всей энергией, огромным желанием и со своей стороны внес в эту известную в Европе школу высокую научную культуру русской физиологии растений профессора К.А. Тимирязева. В агрохимической лаборатории Шульце Д.Н. Прянишников начал исследования в области превращения белковых веществ в растениях, которая была продолжена им в Москве. Результатом исследований была публикация в 1895 г. работы «О распадении белковых веществ при прорастании», которая вылилась в магистерскую диссертацию, успешно защищенную им в 1896 г. в Московском университете.

Д.Н. Прянишников внес в исследования азотистого обмена столько свежей инициативы, оригинальности и смелости фронтального наступления на трудные вопросы, что немедленно многие из этих вопросов приблизились к разрешению. Дмитрий Николаевич оказался скоро общепризнанным авторитетом в этой области.

Интерес Д.Н. Прянишникова к азоту нельзя считать случайным. Вопрос об источниках азота для растений в то время имел различную трактовку в работах Либиха и Буссенго. Либих в своей теории минерального почвенного питания растений основную роль отводил фосфору, калию и кальцию. Источником азота для растений он принимал углекислый аммиак воздуха, считая, что количество аммиака в воздухе достаточно для питания растений. Буссенго, наоборот, оценивал удобрения в первую очередь с точки зрения содержания в них азота. Опыты Лооза, проведенные в Англии, разрешили это противоречие в пользу Буссенго. Эти противоречия во взглядах на источники азота для растений, по-видимому, и побудили молодого Прянишникова к изучению этого вопроса.

Уже в первых работах Д.Н. Прянишниковым было установлено, что в процессе прорастания идет распад сложных органических соединений, в том числе белковых веществ, на более простые соединения, а затем из этих простых соединений вновь синтезируются белковые вещества. Промежуточным продуктом распада белковых веществ, как это выяснили Буссенго и Шульце, является аспарагин.

В своих исследованиях Д.Н. Прянишников опроверг воззрение признанного авторитета в научном мире проф. Пфелфера на аспарагин как на транспортную форму белковых веществ. Дмитрий Николаевич установил, что аспарагин является побочным продуктом, образующимся в результате вторичного синтеза из аммиака, получающегося при окислении аминокислот и остатков углеводов. Д.Н. Прянишников выдвинул новую гипотезу, согласно которой аспарагин в организме синтезируется из аммиака, образующегося при распаде белка. Д.Н. Прянишников отмечал, что и у животных, и у растительных организмов глубокий распад белков приводит к образованию аммиака. Животный организм не способен к обратному синтезу аминокислот и белка из аммиака и безазотистых соединений, поэтому он связывает аммиак в виде мочевины с тем, чтобы удалить его из своего тела в виде ненужного отброса. Растительный же организм обладает большой синтетической способностью, он «бережет» азот и связывает аммиак в виде аспарагина, который сохраняется в теле растения и, будучи безвредным и легко передвигающимся по различным органам растения, служит снова основным материалом для синтеза аминокислот и белков, отщепляя аммиак.

Таким образом, аспарагин является первым продуктом синтеза и выполняет роль связывающего звена между распадом и синтезом, непрерывно протекающими в растительной клетке.

На основании результатов своих экспериментальных исследований он доказал, что аспарагин в прорастающих семенах бобовых растений является продуктом вторичного синтеза за счет аммиака, а не первичным, как считалось ранее. Другой не менее важный вывод из результатов опыта состоял в предположении: если аммиак, образующийся при распаде белка, растения используют для синтеза новых аминокислот, то и аммиак, поступающий через корни, тоже может включаться в азотный обмен и синтез без предварительной нитрификации.

Блестящее разрешение вопроса об аспарагине дало возможность Д. Н. Прянишникову правильно понять и вопрос об аммиаке как источнике азота растений. В самом деле, пишет Дмитрий Николаевич [11], «Если аммиак, образовавшийся при регрессивном метаморфозе, растение может использовать для нового синтеза, то отсюда нужно было заключить, что и извне поступающий аммиак тоже может потребляться растением непосредственно без предварительной нитрификации».

Результаты работ Прянишникова были подвергнуты резкой критике со стороны признанного авторитета в физиологии растений — проф. Пфеффера, однако последующая проверка показала, что Пфеффер был неправ. Правоту Д.Н. Прянишникова в 1920 г. признал преемник Пфеффера проф. Руланд.

Предположение Д.Н. Прянишникова о том, что аммиак является альфой и омегой азотного обмена, не было, на первый взгляд, в согласии с общепринятым учением о круговороте азота в природе. Как известно, согласно этой теории считалось, что круговорот азота начинается с нитратов почвы, всасываемых корнями растений, которые превращают их в белки.

В этот сложный для молодого ученого период его учитель, проф. К.А. Тимирязев, который был официальным оппонентом при защите его магистерской диссертации, поддержал своего ученика и заявил, что «данная Прянишниковым картина прорастания должна войти в учебник». Это действительно впоследствии и произошло.

Дальнейшая разработка вопросов азотного обмена привела к публикации в 1889 г. работы «Белковые вещества и их распадение в связи с дыханием и ассимиляцией» и к успешной защите докторской диссертации на эту же тему (1900).

Нужно отметить, что спор об аспарагине не был узкоакадемическим, он имел и более общее значение. Д.Н. Прянишников настойчиво поддерживал взгляд на то, что образование аспарагина у растений имеет тот же физиологический смысл, что и образование мочевины в животном организме, а это было существенным для познания общих закономерностей эволюции живых организмов.

Д.Н. Прянишников был первым представителем русской науки, который в своих, исключительно важных исследованиях, доказал единство основных превращений азотистых веществ в растительном и животном организмах.

Начав научную деятельность с изучения азотного обмена растений, Д.Н. Прянишников на протяжении всей своей жизни не изменил этому направлению и вошел в историю отечественной биологической науки как «биограф азота». За полвека свой творческой деятельности Дмитрий Николаевич «вдохнул жизнь» в азот, который до этого принято было называть «безжизненным элементом». Но Д.Н. Прянишников был не только известным ученым в области агрохимии. Классические исследования

Дмитрия Николаевича принесли разгадку и пролили свет на одну из самых сложных сторон жизни растений — круговорот азота в растении, превращение белковых веществ, составляющих основу всякого жизненного процесса.

Исследования вопроса о том, как образуются и какую роль играют аспарагин и глутамин в азотистом обмене высших растений — вклад в изучении минерального соединения азота, поступающего в организм растений, входящего затем в состав органических азотистых веществ и позволяют считать его одним из основателей отечественной биохимии.

Для Прянишникова как ученого характерна и еще одна особенность: от этих общетеоретических построений он находит путь к жизни, к средствам воздействия на растительный организм в целях лучшего его развития и получения более высокого урожая. «После того, — пишет Д.Н. Прянишников [1], — как было доказано участие в синтезе аспарагина аммиака, образующегося при окислении аминокислот, наше внимание было обращено на отношение растения к аммиаку, вводимому извне», что привело как к констатированию новых черт параллелизма между растительным и животным организмом, так и к сравнительному изучению аммиачного и нитратного питания растений, т.е. к вопросу, непосредственно связанному с практикой применения различных азотистых удобрений.

В науке тогда безраздельно господствовало мнение о том, что культурные растения могут питаться только нитратным азотом. Этому способствовали три обстоятельства: широкое применение чилийской селитры (нитрата натрия) давало хорошие результаты; результаты опытов свидетельствовали, что нитратный азот усваивается лучше, чем аммонийный; и, наконец, в почве были открыты нитрифицирующие бактерии, превращающие аммиак в нитраты. Прянишников же считал, что если растение может обезвреживать и использовать аммиак, высвобождающийся при конечном распаде белка в организме, то не логично ли допустить, что и аммиак, поступивший в растение из внешней среды, оно также в состоянии сперва перевести в безвредный аспарагин, а затем пустить в новый синтез аминокислот и белка.

Для доказательства своей правоты Прянишников провел опыты с молодыми растениями, в которых источником азота служил нитрат аммония (аммиачная селитра). Он обнаружил, что довольно быстро становилось заметным подкисление раствора, окружавшего корни. Поскольку химически нейтральная соль нитрата аммония при растворении в воде легко диссоциирует на ионы NH_4^+ и NO_3^- , в растворе могут находиться только аммиак и азотная кислота: $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3$, подкисление раствора могло быть вызвано только тем, что растение поглощает аммиак быстрее, чем азотную кислоту, которая накапливается. Это доказывает, что растения поглощают больше азота в форме аммиака, а не нитратов.

Ученый установил, что в процессах синтеза органических азотсодержащих соединений растения непосредственно могут использовать только аммиак. Поступающий в растения азот, прежде чем вступать в реакции биосинтеза, превращается в аммиак. На это требуется много энергии, поэтому аммиачный азот — более экономичный источник азота, чем нитратный. Но это правило соблюдается лишь при определенных условиях: нитратные формы азотных удобрений дают лучший эффект на кислых почвах, а аммиачные — на нейтральных. Дмитрий Николаевич называл азотнокислый аммоний удобрением будущего, имея в виду высокое содержание азота в этой соли (почти 35%) и наличие в ней одновременно двух форм азота — вос-

становленной (NH_4^+) и окисленной (NO_3^-), что дает растениям возможность выбора той формы, которая им наиболее подходит.

В свете этих опытов получили разъяснения и прежние неудачи с применением аммиачных соединений в водных культурах. Болезненные явления, наблюдаемые при аммиачном питании, получались в действительности не в результате влияния аммиака, а в силу повышающейся кислотности внешнего раствора в связи с поглощением аммонийного иона и накоплением в растворе кислотного остатка. Дмитрий Николаевич писал: «В итоге мы можем сделать такое заключение: если неправильно было мнение об абсолютном преимуществе нитратного питания перед аммиачным, точно так же неправильно было бы сделать и обратный общий вывод об абсолютном преимуществе аммиачного питания перед нитратным, так как в зависимости от условий (внутренних и внешних) результат будет различен и оптимальные комбинации этих условий для аммиака и нитратов не совпадают... Если и физиолог будет прав, признавая принципиальную равноправность аммиачного и нитратного питания, то агроном будет тоже прав, если скажет, что ему легче было бы работать с нитратами. Однако он должен иметь в виду, что химическая промышленность в настоящее время идет в основном по пути получения синтетического аммиака и что производство аммиачных солей требует меньших затрат, чем производство азота нитратного» [8].

В настоящее время можно считать общепринятым физиологическую равноценность аммиачных и нитратных форм азотных соединений для основных сельскохозяйственных культур. Аммонийные соединения менее растворимы, чем нитратные формы, поэтому меньше вымываются из почвы, они слабее денитрифицируются. Аммиачные удобрения дешевле нитратов, получаемых при окислении аммиака, при котором часть азота теряется. Д.Н. Прянишников предостерегал агрономов: решая вопрос о преимуществе той или иной формы применения азотных удобрений, нужно руководствоваться в каждом случае условиями их применения.

Основные выводы из исследований по азотному обмену в растениях Д.Н. Прянишников выразил в виде кругового процесса: правая половина круга отвечает процессам распада, происходящим в темноте, а левая — процессам синтеза (преобладание) на свету.

Понимая высокую значимость минерального азота в земледелии, Дмитрий Николаевич придавал исключительно большое значение биологическому азоту. Он писал: «Во всех странах Запада и теперь продолжают идти комплексным путем и используют два пути связывания азота воздуха, а именно путь технический, осуществляемый при помощи дорогой аппаратуры только в определенных пунктах, где сосредоточены источники энергии (залежи угля, водопады), и путь биологический, возможный везде, потому что при нем используется солнечная энергия и не нужно никакой аппаратуры, ее заменяют клевер, люцерна и другие азотособиратели... Оба пути расширения азотного вопроса имеют свои положительные стороны и свои трудности, они взаимно друг друга дополняют, но друг друга совсем заменить не могут» [6].

Д.Н. Прянишников всегда стоял за расширение посевных площадей под культурами-азотособирающими (клевер, люцерна и др.) и люпином в зоне достаточного увлажнения. На бедных песчаных почвах, где многолетние бобовые травы не удаются, особая важная роль принадлежит люпину, культура которого в занятых парах восполняет недостаток навоза, повышает урожай и подготавливает почвы для введения многолетних трав.

Наряду с вегетационными опытами Д.Н. Прянишников придавал большое значение полевому опыту, указывая, что как бы ни были хороши и совершенны вегетационные опыты, они не дадут того, что дает полевой опыт. Д.И. Менделеев в свое время писал, что «в обосновании удобрения на первом плане должен быть опыт». Дмитрий Николаевич писал в 1945 г. [3]: «Только на пути познания взаимной связи и обусловленности между внутренним состоянием организма и внешней средой мы можем получать правильное представление о значении условий питания растений и надежное теоретическое обоснование таких приемов воздействия на растения, которые имеют целью изменить не только высоту урожая, но и его химический состав».

Еще на заре развития химизации земледелия было установлено, что характер трансформации элементов питания в почве существенно влияет на процессы поступления и доступность их растениям, продуктивность и качество урожая. Поэтому направление его научных интересов складывалось из трех разделов теории минерального питания растений: изучение важнейших агрохимических свойств почвы; изучение процессов превращения удобрений в почве и условий их эффективного применения.

Широта научных интересов, глубокая эрудиция и многоплановость Дмитрия Николаевича как ученого порождали курьезы. Его ученик и многолетний сотрудник И.И. Гунар вспоминает о поездке во Францию в 1958 г.: «Мне как главе делегации каждый раз приходилось представляться самому и представлять других членов делегации. В подавляющем числе случаев мне было достаточно сказать, что я агрохимик и физиолог, ученик Д.Н. Прянишникова, чтобы нам был оказан самый предупредительный и радушный прием. Французам, как правило, было знакомо имя Прянишникова — советского академика и члена-корреспондента Французской академии наук. Но многие были убеждены, что есть несколько известных ученых Прянишниковых: Прянишников-агроном, Прянишников-агрохимик, Прянишников — физиолог и биохимик, и каждый думал, что он знает труды одного из этих Прянишниковых. После разъяснения, что это один и тот же Дмитрий Прянишников, неизменно следовало: «О! Это — непостижимо: на это способен только русский!» [2].

Большое внимание Д.Н. Прянишников уделил и второму важному элементу для питания растений. — фосфору. «Когда нам в 1896 г. пришлось, — пишет он, — впервые организовать занятия студентов по ознакомлению с вегетационным методом, то естественным образом темы по фосфоритному вопросу заняли при этом видное место». В тот период в отношении такого удобрения, как фосфоритная мука, были притиворечивые мнения. «Не имелось хорошего объяснения, — пишет Дмитрий Николаевич [1], — почему фосфориты одних залежей имели известный успех... в других случаях применение фосфоритной муки было большей частью безрезультатно, — почему даже фосфориты одного и того же происхождения у одного хозяина давали положительный результат, у другого же вызывали полное разочарование. В связи с этим одни видят в фосфоритах могущественное средство для поднятия наших урожаев, а другие находят возможным поставить даже вопрос, заслуживают ли фосфориты названия фосфорнокислых удобрений. Эти резкие различия в мнениях проистекают, конечно, от того разнообразия результатов, какое было получено при полевых опытах с фосфоритами».

Поставив перед собой эту задачу, исследуя эту проблему через серию опытов, где во внимание принимались и свойства растения, и свойства почв, и особенности

самого удобрения, Д.Н. Прянишников блестяще ее решает. Подводя итоги проведенных исследований, он пишет [1]: «Нужно отличать две группы растений (конечно, связанных между собой переходами) по их отношению к фосфорной кислоте фосфорита, — одни способны хотя отчасти ею пользоваться, независимо от содействия почвы, другие же только при наличии такого содействия. Точно так же нужно различать среди почв такие, которые способны воздействовать растворяющим образом на фосфорит, и такие, которые лишены этой способности. Следовательно, для того, чтобы фосфорит действовал, необходима наличность или известных свойств почвы, или известных особенностей культурного растения (не говоря, конечно, об условиях общих, как нахождение фосфорной кислоты в минимуме и т.д.)».

Д.Н. Прянишников установил, что на усвояемость растением фосфора из фосфорита весьма существенное влияние оказывает совместное его внесение с аммиачными удобрениями, где физиологическая кислотность этих удобрений оказывает растворяющее действие на фосфорит. «Конечно, для применения фосфоритной муки нужно больше знания, — писал Д.Н. Прянишников, — значит, больше работы опытных учреждений, большее инструктирование населения; но это для нас неизбежно, ибо... *«нам нельзя заменять недостаток знания (особенностей фосфатов, особенностей местных почв, культивируемых растений и пр.) избытком суперфосфата»* [9].

Большое внимание Дмитрий Николаевич уделил проблеме калия и калийных удобрений. До открытия соликамских залежей калийных солей (1926 г.) единственным источником калийных удобрений были страсфурские соли, которые обходились очень дорого. В лаборатории Тимирязевской академии, начиная с 1901 г., Дмитрий Николаевич развернул целую серию лабораторных и вегетационных опытов. Изучались возможности применения в качестве калийных удобрений не растворимых в воде калийсодержащих минералов: полевошпатных пород, слюд, глауканита, лейцита, а также больших ресурсов водорастворимого удобрения — древесной золы. Проведенные исследования позволили впервые выяснить влияние калийных солей на физиологическую реакцию и урожай растений, а также влияние на агрохимические свойства почв. Под его руководством были развернуты масштабные исследования по всесторонней оценке отечественных калийных удобрений в различных почвенно-климатических зонах. Это позволило Дмитрию Николаевичу сделать прогноз потребности в них сельского хозяйства страны и развития калийной промышленности.

Изучая вопросы питания растений, Д.Н. Прянишников, помимо азотных, фосфорных и калийных удобрений, исследовал и другие элементы, в которых нуждаются растения. Большой раздел работ Д.Н. Прянишникова и его учеников составляют темы, относящиеся к периодическому питанию растений и установлению сроков, когда то или иное питательное вещество нужно в наибольшей степени или количестве.

Исследования Д.Н. Прянишникова обогатили науку новыми методами вегетационного опыта. Впервые были созданы методы текущих культур, стерильных культур, изолированного питания растений. Эти методы позволили агрохимикам разгадать многие тайны питания растений не только азотом, но и фосфором труднорастворимых соединений, раскрыть способность растений выделять через корневую систему минеральные и органические соединения. Тонкий аналитик, Дмитрий Николаевич был непревзойденным экспериментатором с растениями в водных, песчаных, водно-текущих, почвенных культурах.

К решению многих проблем агрономической химии и растениеводства Дмитрий Николаевич подходил с точки зрения протекающих физиологических и биохимических процессов. Под его руководством широко изучалось действие удобрений в зависимости от их анионного и катионного состава. Были проведены многочисленные опыты по изучению влияния разных форм азотных, фосфорных и калийных удобрений на углеводный, белковый и липидный обмен в разные фазы роста и развития растений, а также на процессы сахаронакопления у свеклы. Но не только минеральными удобрениями интересовался Д.Н. Прянишников. Он отдавал должное и местным органическим ресурсам азотистых веществ в земледелии — отстаивал применение навоза и залежей торфа, расширение посевов бобовых культур с их замечательной способностью усваивать молекулярный азот атмосферы с помощью клубеньковых бактерий. Он ввел в культуру многолетний люпин — прекрасное зеленое удобрение для северных областей России.

Дмитрий Николаевич был большим поборником применения органических удобрений и всячески их пропагандировал. Он считал, что местные органические удобрения, в особенности навоз, являются важным резервом питательных веществ для растений. Он сравнивал действие органических удобрений с минеральными, искал пути увеличения их производства в сельском хозяйстве. В многочисленных статьях и его классическом учебнике «Агрохимия» он подчеркивал, что навоз является важным источником азота, фосфора и калия как по количеству содержащихся в нем элементов питания, так и по дешевизне и равномерности распределения по всей с.-х. территории. Д.Н. Прянишников писал: «Навоз является самым важным источником азота, фосфора и калия как по громадным абсолютным их количествам, в нем содержащихся, так и по их дешевизне, по равномерности распределения по всей территории сельскохозяйственного использования (а не в отдельных точках, как залежи фосфорита и калийных солей). Он важен и потому, что для бедных почв со скудным поглощающим комплексом органическое вещество навоза является средством улучшить физические свойства и повысить поглотительную способность и буферность почвы, чем одновременно создается лучший фон для применения минеральных удобрений. Кроме того, внесение навоза оказывает влияние на микробиологическую деятельность в почве» [7].

Д.Н. Прянишников следующим образом определил главную задачу агрономической химии: «Изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растениях, которые могут повышать урожай или изменять его состав». Именно с этих позиций Дмитрий Николаевич рассматривал применение минеральных и органических удобрений, а также возделывание бобовых культур как биологических фиксаторов атмосферного азота.

Анализируя опыт развитых стран, он прекрасно понимал, что без минеральных удобрений невозможно поднять и стабилизировать урожайность. Целенаправленную и систематическую работу во имя «химизации» земледелия Д.Н. Прянишников вел в течение столетия. Термин «химизация» (или первоначально — «химификация») впервые им применен в 1924 г.

Д.Н. Прянишников безгранично верил в возможности молодой науки агрохимии. Его замечательная речь, произнесенная 8 марта 1925 г. на тему «Мальтус и Россия», является образцом научной публицистики: «на 150 лет вперед Россия может не думать о недостатке средств продовольствия, если она даже будет удваивать населе-

ние через каждые 50 лет... Мы можем при помощи введения пропашных культур, клевера и минеральных удобрений поднять продукцию в 6–7 раз, а удваивая еще и запашку — в 12–14 раз» [6].

С именем Д.Н. Прянишникова связан почти 60-летний период развития науки о питании растений и применении удобрений в нашей стране. Он сделал фундаментальный вклад в учение об удобрении. На его трудах воспитано не одно поколение агрохимиков, агрономов, научных работников.

Научная деятельность Д.Н. Прянишникова началась в 1889 г. и продолжалась до конца жизни (1948 г.). Исследования его отличались оригинальностью в поиске путей разрешения вопроса, поставленного всегда четко и ясно, они были актуальны в теоретическом и практическом аспектах, выводы основывались на экспериментальном материале. Характерной особенностью Д.Н. Прянишникова было умение разрешать трудные вопросы чрезвычайно простыми средствами и минимальными затратами.

Всю свою жизнь Дмитрий Николаевич «спрашивал мнение самого растения и внимательно слушал ответ». В поле, в саду или в теплице он очень пристально смотрел на растения, склонив к ним голову, и глубоко думал о том, что они говорят. Он никогда не был «односторонним удобрением» и отмечал, что нет такого агрохимика, который бы не учитывал плодородие почвы и протекающие в ней процессы трансформации удобрений.

Дмитрий Николаевич часто говорил словами Д.И. Менделеева: «Я восстаю против тех, кто устно или письменно проповедует, что все дело в удобрениях, что хорошо удобрявая почву можно кое-как пахать» (Кидин, 2013, с. 176). По этому поводу Д.Н. Прянишников отмечал, что важнейшей особенностью химизации земледелия является существенная зависимость ее эффективности от конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условий, технологий применения удобрений, приемов обработки и ухода за посевами. «Такое общее явление, — писал Дмитрий Николаевич [3], как «сельскохозяйственные культуры, всегда повышает плодородие почвы или, напротив, снижает плодородие, всегда требует конкретизации. Только точное знание о количественном состоянии различных элементов питания в почве, обуславливавших ее плодородие и влияние на него отдельных сельскохозяйственных культур, обработки почвы или удобрения, может быть положено в основу научного планирования высоких урожаев».

Д.Н. Прянишников придавал исключительное значение сочетанию учебной и научной работы. Он был глубоко убежден в том, что успех преподавателя высшей школы неразрывно связан с тем, каковы его успехи в исследовательской работе, насколько он котируется в своей области в науке. По этому поводу он напоминал слова великого хирурга и педагога Николая Ивановича Пирогова о том, что в случае отделения научного от учебного «научное без учебного все-таки светит и греет, а учебное без научного только блестит» [10].

Библиографический список

1. Голубев Б.А. Жизнь и деятельность академика Д.Н. Прянишникова. // Сб. «Академик Дмитрий Николаевич Прянишников»; Под ред. В.С. Немчинова. М.: Изд-во ТСХА, 1948. С. 264.
2. Добровольский Г.В., Минеев В.Г., Лебедева Л.А. Дмитрий Николаевич Прянишников. Изд-во МГУ, 1991. С. 49.

3. Кидин В.В. История агрохимии. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. С. 270.
4. Кидин В.В., Дерюгин И.П. Дмитрий Николаевич Прянишников / Сер. Выдающиеся ученые (выпускники, профессора). М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2015. С. 122.
5. Прянишников Д.Н. Мои воспоминания. М.: Госиздательство «Сельскохозяйственная литература», 1957. С. 332.
6. Прянишников Д.Н. Избранные соч. Т. IV. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 596.
7. Прянишников Д.Н. Избранные соч. в трех томах. Т. I. М.: Госсельхозиздат, 1952. С. 519.
8. Прянишников Д.Н. Агрохимия. 1940. С. 334
9. Прянишников Д.Н. Статьи и научные работы. Т. II. М., 1928. С. 302.
10. Шандуренко Г.В. Дмитрий Николаевич Прянишников (1865–1948) // Журнал «Биология». Главная страница. № 16. 2000 г. // [http: 1septembre.ru](http://1septembre.ru).
11. Шестаков А.Г. Физиологические и биохимические исследования Д.Н. Прянишникова. // Сб. Под ред. В.С. Немчинова. «Академик Дмитрий Николаевич Прянишников». М.: Изд-во ТСХА, 1948. С. 264.

SCIENTIFIC HERITAGE OF ACADEMICIAN D.N. PRYANISHNIKOV

V.D. NAUMOV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The anniversary article dedicated to the 150th anniversary of academician D.N. Pryanishnikov presents his contribution to the development of the domestic agricultural chemistry. He developed the concept of nitrogen metabolism in plants, the theory and practice of crops mineral nutrition, biological fixation of nitrogen, mineral fertilizers application, liming.

D.N. Pryanishnikov made the huge contribution to the organization of the geographic network of experiments with fertilizers, substantiated the need of the chemical industry for the production of mineral fertilizers in the country and he was one of the initiators of its development. Starting with a study of the scientific research on nitrogen metabolism of plants, D.N. Pryanishnikov throughout his life has not changed this direction and entered the history of Russian biological science as "the biographer of nitrogen." He owns the famous phrase: "Ammonia is alpha and omega of the metabolism of a plant," which is based on the discovery of the nitrogen cycle in the body of higher plants.

Half a century passed from the master's thesis "On the decomposition of proteins during germination" (1896) to the capital and the final monograph "The nitrogen in plant life and agriculture of the USSR" (1945), during this time Pryanishnikov "breathed life" into nitrogen, which until then was called a "lifeless element".

Key words: nitrogen, ammonia, nitrogen, phosphorus, potassium, organic, green manures, fertilizers, nitrogen fixation, protein substances, asparagine, field and pot experiments.

Наумов Владимир Дмитриевич — д. б. н., проф., декан факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-41-57; e-mail: naumovsol@timacad.ru).

Naumov Vladimir Dmitrievich — Doctor of Biological Sciences, Dean of the Faculty of Soil Science, Agricultural Chemistry and Ecology, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: +7 (499) 976-41-57; e-mail: naumovsol@timacad.ru).