

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В. М. КЛЕЧКОВСКОГО — УЧЕНОГО-АГРОХИМИКА В МОСКОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ ИМ. К. А. ТИМИРЯЗЕВА



Вся жизнь Всеволода Маврикиевича Клечковского, его энергия и талант были отданы до конца науке и делу воспитания агрономических кадров в стенах Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Он работал здесь ассистентом, доцентом, профессором, а с 1956 г. в течение 14 лет возглавлял кафедру агрономической и биологической химии, успешно продолжал научные и педагогические традиции своего учителя — академика Д. Н. Прянишникова.

В первые годы работы на кафедре В. М. Клечковский уделял много внимания изучению количественных закономерностей действия доз удобрений. В его статье «О способах вычисления констант в формуле Митчерлиха по результатам опытов с дозированием одного фактора» [2] отмечалась необходимость разработки математических подходов к выражению закона действия факторов роста вообще.

В ряде других работ [3, 4] были представлены результаты, которые послужили основанием для дальнейшего экспериментального изучения явлений смещения коэффициентов действия удобрений и взаимодействия факторов роста. Было подчеркнуто, что на характер зависимости между дозированием одного из элементов и развитием растений, т. е. на форму кривой урожая, оказывают сильное действие факторы фона, указывалось также на более тесную взаимосвязь между действием нескольких перемешанных факторов, например дозировок разных элементов питания.

Как известно, существует представление о необходимости уравновешенности между компонентами питательной смеси. Еще в 1912 г. Мазе сформулировал эту мысль в виде так называемого «закона физиологических соотношений». По этому же вопросу К. К. Гедройц [1] писал: «Все яснее становится зависимость растения, а значит величины и качества урожая, не только от абсолютного содержания каждого из соединений почвенного раствора, но и от соотношений их между собой; но какова величина этих отношений для оптимального развития растений, между какими элементами отношение играет роль в первую очередь, между какими оно имеет второстепенное значение, какова величина этих отношений для различных растений, как меняется величина тех или иных отношений в зависимости от различных факторов вегетации — все это почти незатронутые еще вопросы».

Эти «незатронутые еще вопросы» представляют весьма существенный интерес и по сей день. Решить их — одна из основных задач агрохимии.

Для выяснения характера зависимости между соотношениями питательных элементов и развитием растений В. М. Клечковский проанализировал математические схемы действия факторов роста и провел ряд экспериментов. Было показано [5], что значение оптимального соотношения дозировок азота и фосфора зависит от общей суммы дозировок этих элементов. При увеличении последней растения лучше развиваются при более высоком отношении фосфора к азоту [для культуры овса].

Работы по изменчивости коэффициентов действия удобрений, выполненные В. М. Клечковским, значительно приблизили нас к решению вопросов оптимизации применения удобрений. В разработке наиболее эффективного использования удобрений в сельскохозяйственном производстве активное участие принимает коллектив кафедры агрохимии и в настоящее время. К сожалению, на практике, а иногда и в от-

дельных научных разработках можно встретить упрощенный подход к решению данной проблемы, что наносит производству большой вред.

В. М. Клечковский отмечал, что «в своем развитии агрохимия опирается и, несомненно, будет все более опираться на понимание механизма процессов обмена веществ и энергии до самых глубоких уровней: субмолекулярного, молекулярного, субклеточного, клеточного и т. д. Но при этом нельзя забывать одной важной особенности, отличающей агрохимика, занимающегося изучением питания и обмена веществ у растений, от биохимика... и физиолога. Если биохимик может остановиться в своем исследовании на молекулярном, субклеточном или клеточном уровне, а физиолог на уровне ткани или органа, то агрохимик... всегда должен иметь в поле зрения более высокий уровень, который можно назвать «уровнем урожая». Кроме того, агрохимик должен рассматривать проблему обмена веществ и в еще более широком плане — на уровне севооборота, отдельного хозяйства или даже народного хозяйства в целом. Тогда обычно употребляют другой термин и вместо обмена говорят о круговороте веществ [6].

Ученый считал, что «при разработке и научном обосновании мероприятий по химизации сельского хозяйства надо сейчас и в будущем больше внимания уделять изучению круговорота веществ в земледелии в том понимании содержания этой проблемы, которое вкладывал в нее Д. Н. Прянишников, и во всей ее широте, на всех уровнях — от молекулярного, биохимического до уровня урожая и даже до уровня народного хозяйства» [6].

В. М. Клечковского интересовала проблема рационального использования огромного количества шлаков, получаемых в качестве отхода металлургической промышленности. При решении этой важной практической проблемы в его работе с А. В. Владимировым [7] было показано, что доменные шлаки с большим содержанием СаО являются хорошим известковым удобрением. Прибавки урожая от удобрения доменными шлаками часто превышают прибавки от углекислой извести. Особенности действия силиката кальция и доменного шлака в целом как известковых удобрений состоят в ином ходе процесса нейтрализации почвенной кислотности, определяемом образованием в почвенном растворе подвижной кремнекислоты и ее взаимодействием с почвой и растениями.

В настоящее время на кафедре агрономической и биологической химии успешно продолжается изучение использования отходов металлургической промышленности в качестве удобрений и мелиорантов. Показана роль составных компонентов шлака в питании растений.

Большой интерес представляет выполненная В. М. Клечковским серия работ, посвященных сложным взаимоотношениям между почвой, растением и удобрением. Если в многочисленных исследованиях процессов поглощения и обмена у минералов мелкодисперсной фракции почвы, преимущественное внимание уделялось взаимодействию с катионами, то в работах В. М. Клечковского рассматривалось взаимодействие минералов глины с анионами, в частности с анионами фосфорной кислоты [8, 9]. Было показано, что каолинит обладает способностью к поглощению фосфат-ионов; размеры сорбции зависят от степени дисперсности каолинита, концентрации и pH раствора, времени взаимодействия. В вегетационных опытах с томатами и просом наблюдалось понижение усвояемости фосфорной кислоты в результате поглощения ее каолинитом. Теоретические схемы сорбции фосфат-ионов каолинитом, составляемые без учета структуры адсорбента, приводят к неправильным представлениям о размерах сорбционной емкости и одинаковой способности всех гидроксильных групп каолинита к обмену на фосфат-ионы. Предложен простой способ условного изображения адсорбентов типа минералов глины и реакций обмена, происходящих на их поверхности, учитывающий особенности строения и пространственного расположения составляющих решетку компонентов.

Экспериментальные данные, полученные В. М. Клечковским при изучении влияния растений на коллоидно-химические свойства почвы [10], поглощение и изотопное вытеснение фосфат-ионов в почве, позволили сделать вывод, что при взаимодействии фосфатов с почвами происходят как процессы обменного поглощения, так и химического осаждения. Поглощение фосфат-ионов в почвах, насыщенных основаниями, обычно объясняют образованием малорастворимых фосфатов кальция. В исследованиях было показано, что независимо от того, находился ли в почве в поглощенном состоянии кальций или же он был предварительно полностью замещен калием, размеры сорбции меченого фосфора оставались почти одинаковыми и сорбированные фосфат-ионы в одинаковой мере оказывались способными к изотопному вытеснению. Все это противоречит представлениям о специфической роли обменного кальция в сорбции фосфат-ионов в почвах в качестве «мостика», связывающего фосфат-ионы с поглощающим комплексом почвы [11].

В своих исследованиях В. М. Клечковский большое внимание уделял вопросам питания растений и применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры. Результаты этих работ приведены в классическом труде Д. Н. Прянишникова «Агрохимия» (1940) в разделе «Система применения удобрений в специализированных севооборотах». Следует отметить, что они еще не утратили своего научного и производственного значения. Данная тема интенсивно разрабатывается коллективом препо-

давателей и сотрудников кафедры агрономической и биологической химии и в настоящее время.

Многочисленные работы по изучению питания растений — особенностей обмена, распределения питательных элементов в органах растения и закономерностей их поступления из различных почв и удобрений — были выполнены с применением меченых атомов. При этом определялось влияние размеров гранул удобрений и частоты их расположения в рядке, известкования и совместного внесения фосфорных и органических удобрений на поступление фосфора в растения, усвоение фосфора удобрениями в зависимости от глубины заделки и при сочетании разных способов внесения удобрений. Изучались вопросы распределения фосфора в органах растения, особенности обмена фосфорных соединений и т. д. При внекорневом внесении меченого фосфора наблюдалось более медленное его распределение по всем органам растения и более резкие различия в соотношении между общим и меченым фосфором в разных частях, чем при введении меченого фосфора через корневую систему [12]. Эти исследования относились к числу работ, в которых впервые были получены экспериментальные данные, указывающие на особую роль корневой системы в метаболизме фосфора. Изучение локализации этого элемента в различных органах растений позволило заключить, что характер распределения радиоактивного фосфора зависит от состояния растения, связанного с условиями питания. При дефиците фосфора этот элемент в относительно больших количествах поступает в листья [13].

В условиях полевого опыта с помощью  $^{32}\text{P}$  было установлено, что более частое расположение гранул удобрений в рядке (при одной и той же дозе фосфора) за счет уменьшения их размеров обеспечивает более равномерное поступление в растения фосфора удобрения. С течением времени преимущество мелких гранул перед крупными (до 4 мм) исчезает и наблюдается даже лучшее усвоение фосфора из более крупных гранул (за счет ослабления связывания фосфатов почвой).

Полученные данные позволили сделать вывод, что для рядкового, вносимого при посеве, удобрения фосфором, цель которого состоит в повышении уровня питания в самом начале вегетации, следует предпочесть мелкогранулированную его форму, тогда как для основного, вносимого до посева, — укрупненные гранулы.

Необходимо оговориться, что вопросы локального внесения удобрений и применения их различных форм всегда важно решать дифференцированно, с учетом конкретных почвенно-климатических условий. Например, на почвах с незначительно выраженной кислотностью совместное внесение суперфосфата и извести, как правило, несколько снижает усвоение фосфора удобрениями, тогда как на почвах с высокой кислотностью со значительным содержанием подвижного алюминия имеет место обратное явление [15].

Вопрос о малом использовании растениями фосфорных удобрений всегда привлекал к себе внимание агрохимиков. Полученные с применением меченого фосфора данные показали, что, например, в случае внесения рядкового фосфорного удобрения использование фосфора почвы увеличивается в результате лучшего развития растений, а в других случаях присутствие в почве легкодоступных растениям фосфатов удобрения уменьшает использование ими менее подвижных, труднее усвояемых форм фосфора почвы. Таким образом, установлено, что применяющийся способ определения коэффициента использования фосфатов по содержанию общего фосфора в растениях, выращенных при внесении фосфорных удобрений и без них, не дает правильного результата.

В. М. Клечковский писал: «Мы сможем успешно двигаться вперед, если сумеем взять от новой атомной техники в агрономию все то, что она способна дать для более глубокого понимания существа изучаемых этой наукой явлений и процессов, для придания большей точности и объективности наблюдениям и экспериментам» [16].

В настоящее время в исследованиях на кафедре агрономической и биологической химии успешно используется методика с применением стабильного изотопа азота  $^{15}\text{N}$ .

Проводя глубокие теоретические исследования по основным вопросам агрохимии, В. М. Клечковский никогда не забывал о необходимости активного использования агрохимических знаний в практике сельскохозяйственного производства. Об этом свидетельствует, например, работа «К вопросу о применении удобрений в Нечерноземной полосе» [21], написанная по его инициативе коллективом преподавателей кафедры. В ней в полемической форме вскрываются отдельные ошибки, допускаемые в применении удобрений, подвергаются критике неверные рекомендации по данному вопросу, и на основе анализа научных достижений даются рекомендации по наиболее эффективному применению удобрений.

В. М. Клечковский был ближайшим учеником и продолжателем научных традиций Д. Н. Прянишникова. Дмитрий Николаевич сумел привить своим ученикам глубокое уважение к теории, стремление к постоянному совершенствованию методики исследования, к тщательному экспериментальному обоснованию научных выводов и практических предложений. Этот путь в науке далеко не всегда легок и прост. В. М. Клечковский отмечал, что прежде всего необходимо развивать теоретические исследования, иначе нечего будет связывать с практикой. Он вспоминал [17], что Д. Н. Прянишников любил цитировать слова Герцена: «...без науки научной не было бы и науки прикладной». Выступая, как и Д. Н. Прянишников, против необоснованных, поспеш-

ных выводов, против «узкого практицизма» в науке, В. М. Клечковский писал [6]: «Возникновение сельскохозяйственного производства предшествовало научному исследованию, развитию теории. Такая своего рода относительная независимость сельскохозяйственного производства от науки только и могла создавать почву для появления и распространения в этой области человеческой деятельности чисто умозрительных, догматических натурфилософских концепций и представлений, по существу своему имеющих довольно отдаленное отношение к тому, что имеет право называться наукой». И далее он продолжал: «Представители таких концепций, не опирающихся ни на строгую естественнонаучную теорию, ни на тщательный эксперимент, щедры на посулы, они любят похвалиться своей связью с практикой, но мало заботятся о том, что за отсутствием действительно научной теории им нечего связывать с практикой».

Являясь много лет лидером советской школы агрохимиков, В. М. Клечковский отмечал [8]: «Школа Прянишникова — это многочисленный и сильный, хорошо вооруженный теоретически отряд советских ученых, агрономов и агрохимиков. Следуя примеру и заветам Д. Н. Прянишникова, его ученики и последователи в своих научных выводах и в практических предложениях всегда стремятся прежде всего опираться на результаты хорошо продуманных и тщательно выполненных экспериментов и наблюдений. Традиционным для этой школы является постоянное внимание к совершенствованию методики своих исследований, к использованию тех возможностей, которые возникают в результате развития общего естествознания — появления новых теоретических представлений и новых технических средств для осуществления экспериментов».

Такой подход оказался весьма плодотворным, и советская агрохимическая школа является ведущей в мире по многим научным вопросам питания растений, известкования почвы, применения микроэлементов и др. Ей принадлежит также приоритет в развитии и углублении современных представлений о роли происходящих в почве процессов поглощения и превращения соединений элементов пищи для усвоения последними растениями, о значении этих процессов для создания оптимального режима питания растений [19].

Большое внимание В. М. Клечковский уделял вопросам химизации сельского хозяйства. В работе «О настоящем и будущем агрохимии» он писал: «Химизация — это могучий рычаг технического прогресса в сельском хозяйстве. Но в то же время, как и во всякой другой области технического прогресса, конечно, было бы большим заблуждением надеяться, что химизация может успешно развиваться без одновременного, и не только одновременного, но и опережающего развития своей научной основы... агрохимии» [20].

Советское государство вкладывает громадные средства в химизацию сельского хозяйства. Первейший долг наших агрохимиков — всячески содействовать наиболее эффективному, рациональному, технически совершенному использованию этих вложений.

Разработка и научное обоснование мероприятий по химизации земледелия — главный вклад агрохимии в производство, в связь науки и практики. Этим имеет право и должна гордиться научная школа советских агрохимиков — Прянишниковская школа: «Цитадели этой школы — Тимирязевской академии, — отмечал В. М. Клечковский, — принадлежала немалая роль и в ее создании, и в отставании принципиальных научных позиций» [20]. В. М. Клечковский горячо любил Тимирязевскую академию, гордился тем, что его жизнь связана с этим замечательным учебным и научным учреждением. Он писал: «Я хотел бы... сказать свое слово глубокой благодарности тем своим учителям... которые воспитывали у своих учеников чувство высокой ответственности ученого перед народом, перед страной, воспитывали своим примером готовность к борьбе за научную правду, за отстаивание научных позиций и непримиримость к догматизму, начетничеству и верхоглядству. Ибо нет более опасного для авторитета науки, чем облаченное в наукообразную форму невежество» [20].

Обращаясь к студентам, он говорил: «Главная ваша задача теперь — обеспечить наиболее высокую эффективность химизации земледелия — мощного рычага, которым вооружило сельское хозяйство и будет все больше вооружать химическая промышленность» [20].

Свой талант и свои силы он отдавал делу воспитания и обучения студенчества. Замечательный ученый и педагог, обаятельный человек, честный, гордый, принципиальный, Всеволод Маврикиевич был кумиром молодежи.

В. М. Клечковский — интеллигент советской формации, коммунист, крупный ученый, много сделавший для развития агрохимической науки и практического использования ее результатов. Его труды — образец поиска и строгого научного мышления, они стали весомым вкладом в научное наследие Тимирязевской академии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гедройц К. К. О взаимоотношении между почвенным поглощающим комплексом, растением и удобрением. — Справочник по удобрениям. НИУ, 1933, с. 517. —
2. Клечковский В. М. О способах вычисления констант в формуле Митчерлиха

по результатам опытов с дозировкой одного фактора.—О законах количественного действия удобрений.—Тр. НИУ, 1930, вып. 60, с. 28—62.—3. Ключковский В. М., Железнов П. А. О коэффициентах действия азота и фосфора.—Агрхим. сб., 1935, вып. 7, с. 86—130.—4. Ключковский В. М. О постоянстве и о смещениях коэффициентов действия в формуле урожая Митчерлиха.—Из результатов вегетационных опытов и лабораторных работ. Т. 15. М.: Гостехиздат, 1930, с. 25.—5. Ключковский В. М. Об оптимальном соотношении между элементами питания растений.—Сб.: Фосфорные удобрения, 1935, с. 62—100.—6. Ключковский В. М. Современные проблемы агрономической химии.—Докл. ТСХА, 1968, вып. 118, с. 57—65.—7. Ключковский В. М., Владимиров А. В. Опыты с удобрением доменными шлаками.—Химизация землед., 1939, № 7, с. 55—68.—8. Ключковский В. М., Каширкина Н. В. Поглощение фосфорной кислоты каолинитом и изменение ее доступности для растений.—Докл. ТСХА, 1948, вып. 7, с. 55—61.—9. Ключковский В. М. О взаимодействии фосфорной кислоты с каолинитом.—Докл. ТСХА, 1949, вып. 11, с. 159—163.—10. Ключковский В. М. К вопросу о влиянии растений на коллоидно-химические свойства почвы.—Докл. ТСХА, 1950, вып. 12, с. 170—174.—11. Ключковский В. М., Жердецкая Г. Н. К вопросу о роли обменного кальция в связывании фосфат-ионов в почвах.—Докл. АН СССР, 1951, т. 79, № 5, с. 843—846.—12. Ключковский В. М., Столетов В. Н., Евдокимова Г. П. Обмен меченого фосфора

у привитых растений.—Изв. АН СССР, 1951, № 3, с. 73—85. 13. Ключковский В. М., Иваненко Д. Д., Багаев В. Б., Рачинский В. В. Распределение фосфора в органах растения в опытах с радиоактивным изотопом  $^{32}\text{P}$ .—Докл. АН СССР, 1947, т. 58, № 1, с. 93—95.—14. Ключковский В. М., Каширкина А. В. Применение изотопа  $^{32}\text{P}$  для наблюдения за поступлением в растения фосфора из гранулированного удобрения в условиях полевого опыта.—В кн.: Меченые атомы в исследованиях питания растений и применения удобрений. М., 1955, с. 5—21.—15. Ключковский В. М. Изотопы в современной агрохимии.—Матер. сессии, посвящ. 40-летию Великой Октябрьской соц. революции. М.: МСХ СССР, 1957, с. 1—20.—16. Ключковский В. М. Изотопы и излучения в агрономии.—Докл. АН СССР, 1957, № 3, с. 3—21.—17. Ключковский В. М., Д. Н. Прянишников и советская агрохимия.—Докл. ТСХА, 1958, вып. 39, с. 18—29.—18. Ключковский В. М. Академик Дмитрий Николаевич Прянишников (к 100-летию со дня рождения).—Почвоведение, 1965, № 12, с. 1—6.—19. Ключковский В. М. Пятьдесят лет советской агрохимии. Итоги и перспективы развития с.-х. науки СССР. М.: Колос, с. 103—110.—20. Ключковский В. М. О настоящем и будущем агрохимии.—Агрохимия, 1972, вып. 9, с. 3—11.—21. Шестаков А. Г., Петербургский А. В., Ключковский В. М., Гулякин И. В., Смирнов П. М. К вопросу о применении удобрений в Нечерноземной полосе.—Реф. докл. ТСХА, вып. XXI, 1955, с. 91—113.

Зав. кафедрой агрономической и биологической химии  
проф. Б. А. ЯГОДИН