

УДК 621.039.8:63

40 ЛЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОТОПНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

В. В. РАЧИНСКИЙ

(Кафедра прикладной атомной физики и радиохимии,
лаборатория атомной техники в сельском хозяйстве)

Одна из характерных особенностей Тимирязевской сельскохозяйственной академии со времени ее основания и по сей день — высокий уровень исследований и преподавания в области фундаментальных наук: математики, физики, химии, биологии и др. Развитие этих наук в академии могло бы быть предметом специального и интересного с точки зрения истории естествознания исследования. «Атомное» направление в академии тоже имеет свою историю. Фактически оно начинается с работ выдающегося русского физика В. А. Михельсона (1860—1927), возглавлявшего в 20-е годы кафедру физики. В частности, В. А. Михельсон задолго до А. Эйнштейна впервые высказал мысль, что скорость света является предельной скоростью движения тел и частиц в природе. Ученый вплотную подошел к формулированию квантовой гипотезы для процесса испускания и поглощения света¹. Ведь не случайно К. А. Тимирязев проводил свои опыты, в которых изучались оптические свойства хлорофилла, на кафедре физики.

В 40-е годы в академии работали крупные советские ученые Д. Д. Иваненко и Е. Н. Гапон — авторы ныне общепризнанной протонно-нейтронной модели атомного ядра. Именно по их инициативе при содействии И. В. Курчатова в академии в 1945 г. были начаты освоение метода изотопных индикаторов и применение его в химии, биологии и сельском хозяйстве. В. М. Ключковский в 60—70-е годы внес значительный вклад в развитие квантовой теории структуры электронных оболочек атомов и теории периодической системы Д. И. Менделеева. Под его руководством проводились агрохимические исследования, в которых впервые стали использовать метод изотопных индикаторов.

До 1957 г. радиоактивные изотопы применялись в исследованиях на различных кафедрах академии — физики, агрономической и биологической химии, физиологии животных, физиологии растений и др. В 1957 г. по решению ректората была создана специальная радиоизотопная лаборатория, а в 1960 г. на ее базе — кафедра прикладной атомной физики и радиохимии.

В 1983 г. радиоизотопная лаборатория была переименована в лабораторию атомной техники в сельском хозяйстве.

Специалистов по атомной технике в сельском хозяйстве начали готовить в академии с 1955 г. В первые годы соответствующие семинары и курсы проводились на отдельных кафедрах. Затем эта работа была сосредоточена в радиоизотопной лаборатории и на кафедре прикладной атомной физики и радиохимии. За 30 лет в академии подготовлено около 1800 советских и иностранных специалистов по атомной технике в биологии и сельском хозяйстве.

В данном сообщении мы можем указать только основные вехи истории развития атомной науки и техники в академии. Подробная библиография работ кафедр академии, в частности кафедры прикладной атомной физики и радиохимии и лаборатории атомной техники в сельском хозяйстве, приведены в ряде публикаций [16—21, 24, 29]. Кроме того, перечни работ депонированы во Всесоюзном научно-техническом информационном центре [25—27].

Следует особо отметить, что атомная наука и техника в академии развиваются не только в упомянутых выше специализированных подразделениях, но и на некоторых других кафедрах. На кафедре физики традиционно сохраняется направление атомной и молекулярной спектроскопии. На кафедре неорганической и аналитической химии проводятся работы в области химии стабильных изотопов: изучение изотопных эффектов, синтез меченных стабильными изотопами соединений. Кафедра органической химии широко использует атомно-физические методы для анализа строения органических соединений. Масс-спектрометрические исследования проводятся на кафедре физической и коллоидной химии ТСХА. Метод изотопных индикаторов используется в исследованиях, проводимых на кафедрах агрономической и биологической химии, виноградарства и виноделия, земледелия и методики опытного дела, лесоводства, луговодства, овощеводства, плодоводства, почвоведения, растениеводства, энтомологии, генетики, селекции и семеноводства полевых культур, в комплексной зоотехнической лаборатории. Основной базой указанных исследований являются кафедра прикладной атомной физи-

¹ Подробности о работах В. А. Михельсона можно найти в обзоре [16].

ки и радиохимии и лаборатория атомной техники в сельском хозяйстве. По нашим оценкам, за 40 лет развития в академии атомной науки, применения изотопной и радиационной техники в химии, биологии и сельском хозяйстве опубликовано около 2500 работ, защищено около 150 кандидатских и 12 докторских диссертаций. Полный обзор такого большого объема исследований сейчас дать уже невозможно. Поэтому целесообразно остановиться на характере деятельности и основных результатах работы указанных выше специализированных подразделений академии, являющихся учебно-научным атомным центром в сельском хозяйстве. Можно отметить ряд особенностей их работы.

Во-первых, кафедра прикладной атомной физики и радиохимии и лаборатория атомной техники в сельском хозяйстве — это единый коллектив, осуществляющий учебную и научную работу по единым планам при едином руководстве.

Во-вторых, здесь достигается глубокое сочетание учебной и научной деятельности; практически все основные достижения в области научных исследований затем непосредственно используются в учебной работе — в лекциях и лабораторных занятиях. Так, курс лекций [22, 23] и практикум [30—32] в значительной степени основаны на результатах исследований кафедры и лаборатории. Конечно, в учебном курсе используется также и весь отечественный мировой опыт применения атомной техники в биологии и сельском хозяйстве.

В-третьих, в силу универсальности используемых изотопных и радиационных методов обеспечивается широкая комплексность учебной и научной работы кафедры и лаборатории. Хотя по названию кафедра и лаборатория, казалось бы, являются специализированными подразделениями, но на деле это комплексные подразделения общеакадемического назначения, в которых работают специалисты с самым различным образованием — математическим, физическим, химическим, биологическим, техническим, сельскохозяйственным. Комплексный характер работ кафедры и лаборатории проявляется также в тесном сочетании фундаментальных, теоретических и экспериментальных исследований с прикладными.

Кафедра и лаборатория, оборудованные современными приборами, включая компьютерную технику, служат учебным центром подготовки специалистов по атомной технике в биологии и сельском хозяйстве. Основная форма обучения здесь — 3-месячные курсы, в задачи которых входит ознакомление специалистов, имеющих законченное высшее образование, с фундаментальными положениями в области атомной науки и техники и привитие им умений и навыков в самостоятельной работе с радиоактивными веществами и ионизирующими излучениями.

Кафедрой разработан комплексный учебный план и программы 3-месячных курсов [28], где, кроме того, приведена характеристика курсов, указаны специализация, условия приема. Для слушателей курсов имеются все необходимые учебные пособия [22, 23, 30—32]. Работа по изданию новых и переизданию ранее опубликованных учеб-

ных пособий продолжается непрерывно. Это есть одновременно один из каналов проникновения результатов работ кафедры и лаборатории в практику научных и технологических исследований, а также сельскохозяйственное производство.

Согласно принципу преемственности в развитии фундаментальных и прикладных исследований, направления научных работ, проводимых на кафедре и в лаборатории в 1981—1985 гг., в основном оставались прежними [16—21, 24, 29].

Фундаментальные исследования. Продолжены исследования по теории динамики сорбции и хроматографии [6, 11]. На базе применения методов математического анализа, а также методов численного, компьютерного решения задач получены новые теоретические положения о формировании фронтов динамики сорбции, влиянии различных кинетических и гидродинамических факторов на формирование фронтов хроматограмм.

Обобщены в монографии проведенные на кафедре работы, посвященные явлениям статического и динамического осаждения и соосаждения ионов [4], а также поведение трития во влажосодержащих системах [8, 9].

Продолжено изучение стимулирующего и ингибирующего действия ионизирующей радиации на растения (В. П. Мухин). Проведен комплекс экспериментальных исследований формирования поглотительной функции корневой системы растений (Ю. Я. Мазель). Для обработки экспериментальных данных широко применяется компьютерная и микропроцессорная техника (Б. И. Шкарик).

Прикладные исследования. В результате проведения радиобиологических экспериментов были разработаны технологические режимы использования радиостимуляционного эффекта для повышения урожайности сельскохозяйственных культур закрытого грунта. Оправдалась ранее высказанная идея, что культуры закрытого грунта — наиболее рациональная сфера практического использования радиационной стимуляции [23]. Хотя в ряде хозяйств уже получены хорошие результаты, широкое распространение данного приема сдерживается из-за имеющихся существенных организационных и материально-технических трудностей: нет централизованного руководства работами по его использованию, нет массового производства облучательных установок и организованной системы предпосевного облучения семян.

В истекшей пятилетке кафедра и лаборатория уделяли большое внимание такой важной проблеме, как охрана окружающей среды. Метод радиоактивных индикаторов позволяет проследить миграцию и трансформацию химических загрязнений в почве, воздухе, в живых организмах. Изучалось поведение в условиях сельскохозяйственного производства меченых токсических металлов и гербицидов [2, 34—36]. Основная задача указанных исследований — получить многолетние экспериментальные данные о поведении токсикантов в почвах и растениях и на этой основе установить закономерности распределения токсических веществ в системе почва — растение. Полученные экспериментальные данные и ус-

тановленные закономерности могут быть использованы для прогнозирования химического загрязнения сельскохозяйственных угодий и продукции сельского хозяйства. Такое прогнозирование осуществляют соответствующие службы ГК СССР по гидрометеорологии и охране природной среды.

Кафедра прикладной атомной физики и радиохимии совместно с кафедрой почвоведения провели широкие исследования роли органических веществ почвы в увеличении ее плодородия [5, 10, 13]. Работы в этом направлении будут продолжены. Наша кафедра успешно сотрудничала и с кафедрой агрономической и биологической химии [14, 33], кафедрой химических средств защиты [3], микробиологии [7] и другими учреждениями [1, 2, 15] в применении метода радиоактивных индикаторов для решения ряда технологических задач сельскохозяйственного производства и микробиологического синтеза кормовых и пищевых веществ.

В последние годы все шире и шире развертываются работы в области биотехнологии — промышленном производстве кормовых и пищевых веществ — главным образом на основе их микробиологического синтеза. Кафедра прикладной атомной физики и радиохимии включилась в эти работы практически с начала их становления. С 1965 г. мы сотрудничаем в этой области исследованиями с ВНИИсинтезбелок. Кафедра приняла непосредственное участие в разработке теоретических, физиологических и биохимических основ микробиологического синтеза БВК при выращивании кормовых дрожжей на парафиновых углеводородах. В истекшей пятилетке проводились также исследования ассимиляции газообразных углеводов и спиртов. Метод

радиоактивных индикаторов на порядок сокращает время проведения исследований, затрачиваемое при использовании классических химических методов анализа. Этот метод позволяет решать и такие технологические задачи, которые нельзя решить с помощью других методов, как, например, изучение ассимиляции углерода дрожжами из различных источников углеродного питания, находящихся в смеси. Метод позволяет также проследить химический путь углерода в процессе ассимиляции, т. е. изучить биохимическую трансформацию углерода при микробиологическом синтезе кормовых и пищевых веществ. Итоги работ за 1981—1985 гг. изложены в статьях, депонированных во ВНТИнформцентре. Исследования в области биотехнологии будут продолжены в двенадцатой пятилетке.

Комплексность работы кафедры и лаборатории четко вырисовывается, если проанализировать перечень выполненных в 1981—1985 гг. на их базе кандидатских диссертаций [1—3, 5—7, 10—15, 33—36]. Коллектив кафедры и лаборатории опубликовал в 1981—1985 гг. около 200 печатных работ, около 250 приоритетных работ депонировано во ВНТИнформцентре². За эти годы кафедра подготовила 270 советских и иностранных специалистов по атомной технике в биологии и сельском хозяйстве.

Непрерывно идет модернизация оборудования, совершенствуются методы проведения экспериментальных работ и обработки экспериментальных данных.

² Полные списки опубликованных кафедрой и лабораторией работ будут депонированы во ВНТИнформцентре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенес Агаптус Тибайджуна. Влияние обеспеченности кальцием на функциональную активность клеток корней фасоли при температурных стрессах. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 2. Васильева Г. К. Трансформация некоторых ариламидных гербицидов и их метаболитов в почве, воде и культурных средах. — Автореф. канд. дис. М., 1984. — 3. Гунар Л. Э. Действие одно- и многолетних обработок гербицидами ряда репродукций на пшеницу при различных уровнях минерального питания. — Автореф. канд. дис. М., 1984. — 4. Жукова Л. А. Теория статического и динамического осаждения и соосаждения ионов. — М.: Энергоиздат, 1981. — 5. Ибрагимов К. Ш. Поступление органических и минерально-органических соединений в растения на почвах подзолистого типа. — Автореф. канд. дис. М., 1982. — 6. Каменев А. С. Феноменологическое решение некоторых задач неравновесной динамики ионного обмена и осаждения с использованием аппроксимирующих функций. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 7. Ладатко А. Г. Микробиологические процессы и трансформация органических веществ в почвах рисовых полей. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 9. Ленский Л. А. Тритий во влагосодержащих системах. — М.: Энергоиздат, 1981. —

10. Мишина И. Ю. Растительные остатки как фактор плодородия дерново-подзолистых почв. — Автореф. канд. дис. М., 1984. — 11. Низаметдинова М. А. Статика и динамика формирования фронта ионообменной сорбции. — Автореф. канд. дис. Ташкент, 1984. — 12. Николаенко А. Н. Моделирование и определение параметров физико-химических процессов в почвогрунтах для мелиоративных прогнозов. — Автореф. канд. дис. М., 1983. — 13. Платонов И. Г. Влияние органических веществ на сорбцию и миграцию ионов кальция в подзолистых почвах Архангельской области. — Автореф. канд. дис. М., 1985. — 14. Плешков А. С. Влияние удобрений на протеолитические ферменты озимой пшеницы. — Автореф. канд. дис. М., 1982. — 15. Попова Н. И. Липогенез у некоторых представителей микроскопических грибов. — Автореф. канд. дис. М., 1981. — 16. Рачинский В. В. Атомная наука и техника в исследованиях Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — Изв. ТСХА, 1966, вып. 2, с. 152—182. — 17. Рачинский В. В. Опыт применения изотопов в почвоведении, мелиорации и гидротехнике. — Изотопы в СССР, 1968, № 12, с. 32—39. — 18. Рачинский В. В. Применение атомной физики и радиохимии в сельск. хоз-во. — М.: ТСХА, 1971. —

19. Рачинский В. В. Применение радиоактивных индикаторов в биолог. и с.-х. исследованиях. — *Изотопы в СССР*, 1971, № 21, с. 14—18. — 20. Рачинский В. В. Радиохроматографический анализ и его применение. — *Журн. аналит. химии*, 1972, т. 27, № 5, с. 948—951. — 21. Рачинский В. В. Исследования в области теоретической и прикладной хроматографии. — В сб.: *Успехи хроматографии*. М.: Наука, 1972, с. 80—90. — 22. Рачинский В. В. Методические разработки по курсу атомной техники в сельск. хоз-ве. Ч. I—VII. — М.: ТСХА, 1976. — 23. Рачинский В. В. Курс основ атомной техники в сельском хозяйстве. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1978. — 24. Рачинский В. В. Изотопная техника в биологических исследованиях. — *Изв. ТСХА*, 1977, вып. 6, с. 180—192. — 25. Рачинский В. В. Работы кафедры прикладной атомной физики и радиохимии Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, опубликованные в печати. 1947—1980 гг. — Деп. во ВНИИЦ, Б 917044, 19 февр. 1981 г. — 26. Рачинский В. В. Работы кафедры прикладной атомной физики и радиохимии Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, зарегистрированные в ГК СССР по изобретениям и открытиям. — Деп. во ВНИИЦ, Б 917046, 19 февр. 1981 г. — 27. Рачинский В. В. Работы кафедры прикладной атомной физики и радиохимии Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, депонированные во ВНИИЦ. 1970—1980 гг. — Деп. во ВНИИЦ, Б 917047, 19 февр. 1981 г. — 28. Рачинский В. В. Комплексный учебный план и программы подготовки специалистов по атомной технике в сельск. хоз-ве. — М.: ТСХА, 1981. — 29. Рачинский В. В. Атомная техника в сельск. хоз-ве — ее настоящее и будущее. — *Изв. ТСХА*, 1982, вып. 6, с. 114—119. — 30. Рачинский В. В. Метод. указания по оформлению результатов измерений. — М.: ТСХА, 1985. — 31. Рачинский В. В., Фурман А. О., Лурье А. А. и др. Практикум по применению изотопов и излучений в сельск. хоз-ве. Вып. I—X. — М.: ТСХА, 1960—1982. — 32. Рачинский В. В., Чиков В. С., Фокин А. Д. и др. Методические разработки по с.-х. радиологии. Ч. I—X. — М.: ТСХА, 1973—1975. — 33. Сазонов Ю. Г. Фиксация молекулярного азота культурой люпина в зависимости от условий освещения при различных уровнях обеспеченности минеральным азотом. — Автореф. канд. дис. М., 1982. — 34. Сюняев. Х. Х. Радиоиндикаторное исследование трансформации и миграции симазина в почвах подзолистого и черноземного типов. — Автореф. канд. дис. М., 1984. — 35. Талдыкин С. А. Исследование трансформации и перемещения цинка и прогноз его миграции в почвах подзолистого типа. — Автореф. канд. дис. М., 1982. — 36. Труонг Динь Ханг. Радиоиндикаторное изучение поведения 2,4-Д в почвах. — Автореф. канд. дис. М., 1983.

Статья поступила 11 июля 1985 г.