

Использование ядерной технологии в сельском хозяйстве Бразилии

П. Виллстаттер-Грейг*

„Техническая кооперация” — это термин, которым широко пользуются в системе Организации Объединенных Наций. Он применяется для обозначения различного рода взаимоотношений, от простого обмена опытом или оборудованием (что формально называется „технической помощью”) до подлинного сотрудничества и взаимной помощи между всеми участниками кооперации. Именно этот тип кооперации необходимо использовать странам Латинской Америки.

Латинская Америка является регионом контрастов: политических, географических, экономических, климатических, социальных и технологических. В Латинской Америке имеется несколько стран с довольно хорошо развитой технологической инфраструктурой и сравнительно высоким уровнем экономического, социального и научного развития. Например, Аргентина, Бразилия и Мексика находятся на пути превращения в широко развитые индустриальные государства. Некоторые страны региона находятся на очень низкой ступени развития, однако большинство имеет средний уровень развития. Страны со средним уровнем развития должны затратить значительное время, чтобы достигнуть темпов развития стран, занимающих лидирующее положение в регионе.

Уровень развития технологии прочно коррелирует с успехами в ядерной области: в странах с широко развитой индустрией и технологией имеется технологическая база для развития ядерной промышленности. Поэтому не вызывает удивления тот факт, что в латиноамериканском регионе ядерные программы различных типов — включая производство энергии в промышленных масштабах — наиболее успешно развиваются в Аргентине, Бразилии и Мексике. Например, бразильская электростанция Ангра I уже производит электроэнергию в промышленных масштабах. Во всех трех странах успешно продвигается сооружение атомных электростанций. Наиболее характерной чертой таких развитых стран является техническая кооперация в смысле внутреннего сот-

рудничества и внутренней взаимопомощи. Иллюстрацией тому может служить проект, осуществленный недавно в Бразилии.

Концентрация исследований

Около десяти лет назад правительство Бразилии обратилось за помощью в рамках Программы развития ООН (ПРООН) в организации Центра по использованию ядерной энергии в сельском хозяйстве (CENA) для ускорения темпов внедрения ядерной техники в сельское хозяйство. Бразильское правительство представляло потенциальные возможности Центра, в котором и лабораторные исследования и анализ должны были проводиться „под одной крышей”, но ни один институт в стране не специализировался в данном направлении, пока не был создан этот Центр.

Хотя к тому времени Бразилия располагала многочисленными высококвалифицированными научными кадрами и ядерные методы в некоторой степени имели применение, лабораторные исследования и экспертиза были рассредоточены по стране. Для координации деятельности подобного рода в Пирасикаба был учрежден Центр по использованию ядерной энергии в сельском хозяйстве (CENA) как филиал университета в Сан-Паулу. Правительство добилось в рамках ПРООН получения помощи как в обеспечении необходимым лабораторным оборудованием, так и консультативной помощи международных экспертов по решению проблем в сельском хозяйстве. Начальная часть проекта, утвержденная в 1972 г., включала организацию помощи международных экспертов, обеспечение оборудованием и обучение местных специалистов посредством дружественных и научных визитов. На этой стадии развития проекта правительство выделило помещения, землю, оборудование и персонал. Хотя начальная часть проекта была рассчитана до 1978 г., помощь в рамках ПРООН продолжала поступать и на следующем этапе развития проекта вплоть до 1981 г. В 1979 г. МАГАТЭ также начало оказывать Бразилии дополнительную помощь и в некоторой степени продолжает оказывать ее и сейчас. В таблице приводится распределение расходов при осуществлении проекта.

Цифры свидетельствуют, что расходы правительства Бразилии*, включающие рабочие затраты нацио-

* Г-н Виллстаттер-Грейг является председателем Латинско-американской секции в отделе МАГАТЭ по программам технического сотрудничества. Эта статья была написана на основе материала, представленного г-ном П. Воус, который является руководителем совместного проекта Программы развития ООН и МАГАТЭ по использованию атомной энергии в сельском хозяйстве (Центр по использованию ядерной энергии в сельском хозяйстве, Пирасикаба, Бразилия).

* Особенно Комиссии по ядерной энергетике, Бразилии (CNEN) по соглашению между CNEN и Университетом в Сан-Паулу.

Распределение расходов при осуществлении проекта CENA за период 1972—1981 гг.

Источник финансирования	Оборудование (амер. долларов)	Эксперты	Обучение	Профессиональный персонал	Местный дополнительный персонал	Строительство и земля (амер. долларов)	Всего (амер. долларов)
Программа развития ООН	804 999	216,3	207,8	—	—	—	2 010 878*
МАГАТЭ	42 637	17	10*	—	—	—	143 734
Правительство Бразилии	1 514 700	—	—	4533	5013	1 277 400	2 792 100**
Всего	2 362 336	233,3	217,8	4533	5013	1 277 400	4 946 712**

Цифры, характеризующие экспертов, обучения, профессиональный и местный дополнительный персонал, даны в человеко-месяцах.

* Приблизительно.

** Исключая национальные кадры, обеспечивающие реализацию проекта.

нального персонала почти в 10 000 человеко-месяцев, значительно превосходят международную помощь. Таким образом, международная помощь служит дополнением к основной национальной программе. Руководство проектом совместно осуществляли Директор CENA и международный руководитель проекта, который одновременно был и советником и посредником между правительством Бразилии и МАГАТЭ. Конкретные исследовательские программы, для выполнения которых подбирались международные эксперты, в большинстве своем составлялись и выполнялись взаимодополняющим друг друга персоналом. Таким образом, этот национальный подход к внедрению ядерной технологии, с одной стороны, способствовал развитию научной самостоятельности CENA, а с другой стороны, направлял научные разработки на решение практических сельскохозяйственных проблем.

Самостоятельные исследования

Наряду с решением основных проблем по применению ядерной энергии в сельском хозяйстве, работа по которым осуществляется в Центре, в ходе выполнения проекта была достигнута высокая степень самостоятельности. Персонал, привлеченный к реализации проекта, способен находить не только применение уже существующей технологии, но и разрабатывать новые технологические методы и применять их для решения практических проблем. Например, была проведена полезная работа по изучению водных ресурсов в бассейне реки Амазонки, исследования по генетическому улучшению основных продовольственных культур (таких как бобовые, рис и пшеница); работа по сохранению пищевых продуктов; исследовались вопросы, связанные с применением удобрений и повышением их эффективности; решается проблема кормовых растений для животных и паразитологии животных. Ниже приводится краткая

характеристика работ по основным направлениям исследований.

Удобрения и плодородие почвы. Значительный прогресс достигнут в изучении органического слоя почвы, и проводятся исследования влияния жидких отходов рафинирования сахара на микрофлору почвы. Для выбора наиболее эффективного способа использования удобрений была проведена их маркировка. С помощью изотопа азот-15 успешно проводятся исследования по фиксации азота в урожае стручковых и нестручковых культур. Закончены лабораторные исследования по определению наличия цинка и магния в фасоли (бобах), а также разработаны аналитические методы определения полного содержания цинка и магния.

Микробиология почвы. Поскольку была возможность увеличить лабораторные площади для изучения микробиологии почвы, то в настоящее время имеются соответствующие исследовательские лаборатории для переноса культур и подготовки сред. При изучении фасоли оказалось, что пик азотной деятельности в процессе развития растений имеет место перед тем, как абсорбируется максимальное количество нитратов, тем самым отражая процессы восстановления нитратов. Другая работа показывает, что подвергшийся радиационной стерилизации торф обладает наибольшей способностью ускорять рост культуры (задерживающей азот). В 1979 г. проводился международный семинар по задержке соединений азота; труды семинара были опубликованы.

Биохимия растений. Работа в этой области была сосредоточена на исследовании протеина и культуры растительной ткани. С помощью фасоли был проведен анализ протеина и аминокислот, содержащихся в семенах различного происхождения. Продолжается работа по определению семенного протеина и уровня протеина в различных сортах риса. Работа по культуре тканей сосредоточена на регенерации растений сахарного тростника из наплывов, и к настоящему времени разработана определенная методика. Продол-

жаются усилия по выращиванию эмбрионов фасоли, и недавно полученные результаты обнадеживают предполагаемым благоприятным завершением этой работы; эта работа должна позволить использовать многообразные гибриды фасоли, которые обычно не дают жизнеспособных растений. В октябре 1980 г. были проведены международные курсы по исследованиям культуры растительной ткани с точки зрения повышения урожая в зоне тропиков.

Энтомология. Исследования по энтомологии касаются вопросов защиты зерна от вредных насекомых путем применения радиоактивного облучения зерна. Кроме этого проводилось изучение *Diatraea saccharalis* — вредителя сахарного тростника; эта работа показала, что минимальный инсектицидный контроль в критический период может быть усилен примерно на 10%.

Размножение и генетика растений. Опыты по мутации с целью получения высокоурожайных сортов были проведены на пшенице, рисе, сорго, сахарном тростнике и фасоли. При экспериментах на пшенице ставилась задача определения генетической основы для низкорослых и ранозревающих сортов. При исследованиях риса основной упор делался на выявление сортов, подходящих для безводных районов. Делаются попытки получить сорта сахарного тростника и фасоли, устойчивые к мозаичному вирусу. В сентябре 1980 г. проводились национальные курсы по воспроизводству мутационных растений.

Наука о животных. Первым достижением явилось создание хорошо оборудованной лаборатории и скотного двора. Успешно продолжается работа по созданию радиационно-смягченной вакцины против легочного червя у крупного рогатого скота. Что касается вопросов корма скота, то были проведены исследования влияния фосфорной диеты на овец и крупный рогатый скот. В скором времени начнется изучение возможностей использования отходов при переработке сахарного тростника для питания животных. В целом деятельность CENA в области науки о животных в последние несколько лет характеризуется весьма плодотворным сотрудничеством с зоотехническим институтом в Нова Одесса.

Электронная микроскопия. Продолжается изучение бактериофага *Xanthomonas campestris* (патоген томатов): были восстановлены основные этапы жизненного цикла. Была закончена работа по выяснению влияния Viramide на вирус NPV, который воздействует на тутовый шелкопряд, а в настоящее время исследования направлены на изучение воздействия глицерофосфатных гибридов на различные сорта сахарного тростника.

Инструментальная группа. Это подразделение работает над изучением связи между годичными кольцами и климатическими условиями и с использованием гамма-облучающей техники определяет движение жидкости в дереве. Для идентификации годичных колец была разработана система автоматического сканирования, состоящая из компьютерного запоминающего устройства и анализатора.

Физика почвы. Основной интерес сосредоточен на вопросах, связанных с перемещением и преобразованием азота в почве, с динамикой азотистых соединений и с их влиянием на движение воды. Эти вопросы совместно с проблемой наиболее эффективного использования воды изучались в связи с решением задач по выращиванию бобовых, кукурузы и сахарного тростника.

Гидрология/экология. Гидрология бассейна реки Амазонки привлекает внимание специалистов всего мира с точки зрения возможных экологических последствий от уменьшения занятых лесом площадей. CENA совместно с Национальным институтом по проблемам Амазонки (INPA) в Манаусе проводит исследования водных и азотных циклов, а также цикла двуокиси углерода, и можно ожидать, что результаты этой работы будут весьма значительными. В ходе недавних исследований выяснилось, что большая часть дождевой воды в этом районе (48%) проходит повторный цикл. Это может означать, что обширное прореживание лесов может оказать заметное влияние на микроклимат. Кроме того изучение проблемы загрязнения рек, что особенно относится к реке Пирасикаба, используется для создания методов контроля.

Аналитическая химия. Аналитическая лаборатория стала центром многих программ как для CENA, так и для смежных институтов. Лаборатория ежегодно проводит для различных исследовательских программ тысячи анализов проб почвы, растений и воды. Особые успехи достигнуты в проведении поточно-инъекционных анализов, и CENA сейчас считается признанным мировым авторитетом в этой области. Значительную помощь лаборатория получила на первом этапе развития от Danish International Development Authority.

Модель для создания других центров?

В течение последних 10 лет CENA превратился из небольшого, слабо оснащенного национального исследовательского института в ведущий международный центр по изучению проблем сельского хозяйства, в котором весьма успешно проводятся важные исследования. Это является значительным достижением, учитывая короткий срок, прошедший с момента организации центра. Показателем научного уровня центра является тот факт, что в настоящее время ведущие специалисты этого центра часто в качестве экспертов принимают участие в реализации международных проектов. Как базовый специализированный институт университета в Сан-Пауло CENA играет важную роль в подготовке студентов и молодых специалистов. Обычно около 40 студентов различных курсов в течение трех лет обучения проходят стажировку в CENA и более 50 выпускников прослушивают двухгодичный курс для молодых специалистов „Ядерная энергия в сельском хозяйстве“. Специалисты из других стран региона также совершенствуются в CENA. Таким образом, CENA обладает самостоятельностью для достижения всех практических целей.

Здесь достигнуты выдающиеся успехи по сравнению со многими другими развивающимися странами. Нужно отметить, что правительственный вклад в столь успешное развитие CENA значительно превосходит помощь, полученную от международных источников, и именно усилиями правительства Бразилии объясняются такие высокие темпы развития. Однако, некоторые национальные законы, касающиеся вопросов использования иностранной валюты, не позволяют более рационально использовать оборудование и услуги иностранных экспертов. Именно этим обстоятельством объясняется небольшой размер помощи, оказанной до сих пор CENA со стороны МАГАТЭ.

Сотрудничество с другими институтами характерно для деятельности CENA с момента его основания. За 14 лет существования CENA установлены контакты более чем с 40 институтами в Бразилии и за ее пределами, и имеет место значительный взаимный обмен со многими из этих институтов.

Постоянное сотрудничество, например, поддерживается с INPA в Манаусе, IDESP* в Белеме, с Planalçar**, различными центрами EMBRAPA*** CATI****, с Агрономическим институтом в Кампинас

* Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará.

** Programa Nacional de Melhoramento da cana de açúcar (Instituto do Açúcar e do Alcool).

*** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**** Coordenadoria de Assistência Técnica e Informação.

и Лондрина, с Институтом зоотехники в Нова Одесса и CIAT***** в Колумбии.

На международном уровне в добавление к различным научным контактам и соглашениям, имеющим место между CENA и МАГАТЭ, Центр часто организует региональные и межрегиональные встречи и семинары. Более того, CENA заключает с другими странами двусторонние соглашения на стажировку специалистов в CENA.

Руководители CENA осознали необходимость координированного развития различных групп и лабораторий для решения первоначальных задач. В настоящее время деятельность CENA характеризуется сотрудничеством со многими институтами и это оказывается весьма ценным с точки зрения проблемной тематики работ, исключения дублирования усилий и ускорения исследований по различным направлениям. Все эти факторы определяют успешное выполнение проекта.

Хотя условия в других развивающихся странах иногда весьма отличаются от условий, существующих в Бразилии, и хотя во многих случаях отсутствуют такие финансовые и трудовые ресурсы, какими располагал CENA, однако, генеральный курс бразильского правительства и руководителей Центра достоин пристального внимания, если не подражания, со стороны руководителей других стран.

***** Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali.