

*Изложены основные направления исследований Геосети опытов с удобрениями, на которые следует ориентироваться в ближайшее время. Эти исследования должны быть направлены на поиск путей более рационального применения минеральных удобрений с целью повышения их окупаемости прибавкой урожая сельскохозяйственных культур.*

**Ключевые слова:** окупаемость минеральных удобрений, типы почв, агрохимические свойства, минеральный азот, подвижный фосфор и калий.

Необходимость изучения географических закономерностей действия минеральных удобрений для решения теоретических и прикладных задач была осознана в начале прошлого века и начала активно функционировать лишь в 50-х гг. XX столетия. Серьезным этапом в организации сети полевых опытов явилось создание Государственной агрохимической службы. Одно из условий успешного решения поставленных задач – проведение полевых опытов по единым схемам и методикам исследований. Этот принцип неуклонно соблюдали в течение длительного времени. Начиная с 90-х гг. прошлого века, данные традиции были утрачены. Анализ материалов учреждений – участников Геосети за последние годы показывает, что опыты проводят по различным схемам, которые в большинстве случаев не возможно сопоставить и, тем более, свести к единой форме. Это – одна из причин уменьшения публикаций обобщенных материалов. Большинство экспериментальных данных остается не используются.

Исследования по изучению эффективности минеральных удобрений в основных природно-климатических зонах страны в зависимости от агрохимических свойств почв позволили дать оценку базе данных, которой располагает ВНИИА в настоящее время и которую можно использовать для разработки нормативов окупаемости удобрений прибавкой урожая зерновых культур. Специфика данной работы в том, что для обобщения были использованы только полевые опыты, в которых схема опыта позволяла вычленить отдельно действие азотных, фосфорных и калийных удобрений. Кроме того, обязательное условие – наличие сопряженных данных по урожайности культур и агрохимическим свойствам почвы по вариантам опыта. Этим требованиям отвечали далеко не все эксперименты. Поэтому по отдельным зерновым культурам и почвам не представилось возможности разработать упомянутые нормативы. *Почвы Дальневосточного Федерального округа остались неохваченными. Очень мало информации по овсу, недостаточно данных по эффективности азотных удобрений, внесенных под яровую ячмень и др.* Большие затруднения вызвала разработка нормативов окупаемости азотных удобрений в зависимости от содержания минерального азота в почве, так как в подавляющем большинстве опытов данный показатель не определяли. Подобные исследования были проведены в основном с озимыми зерно-

выми культурами с целью установления целесообразности внесения доз азотных удобрений в весеннюю подкормку. Однако даже по этим культурам недостаточно экспериментальных данных. Практически отсутствует информация (за исключением Среднего Поволжья) об эффективности азотных удобрений на яровых зерновых культурах в зависимости от содержания минерального азота в почвах европейской части страны. Напротив, по Зауралью и Сибири собрано достаточно данных, чтобы выявить влияние обеспеченности почв нитратным азотом на эффективность азотных удобрений под яровую пшеницу. В то же время, недостаток информационного материала не позволил установить подобную зависимость на других зерновых культурах этих регионов. В связи с этим, обязательным условием при проведении полевых опытов по изучению эффективности азотных удобрений должно быть определение минерального или только нитратного (в зависимости от региона) азота в почве. В противном случае проведение таких опытов теряет смысл.

Эффективность азотных удобрений в значительной степени зависит от технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые включают в качестве обязательного компонента сорта интенсивного типа и интегрированную систему защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности. Однако научной информации по данному направлению исследований очень мало. В большинстве опытов не вычленили отдельно действие азотных, фосфорных и калийных удобрений и поэтому невозможно выделить влияние каждого из них на урожайность зерновых культур.

В связи с изменившимися условиями сельскохозяйственного производства, произошедшими за последнее время в нашей стране, поменялся взгляд на фосфатную проблему. Во-первых, резко снизилось применение фосфора в земледелии, во-вторых, за годы интенсивной химизации существенно повысился фосфатный уровень большинства пахотных почв России. Следовательно, работа научно-исследовательских учреждений, входящих в Геосеть ВНИИА, должна быть направлена на поиск путей более экономного расходования фосфора удобрений и почв, на получение единицы растениеводческой продукции. Один из таких путей – разработка нормативов окупаемости фосфорных удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур, привязанных к основным почвенным разновидностям с учетом их агрохимических свойств. Подобные исследования проведены только с зерновыми культурами, хотя и здесь осталось много невыясненного. Так, из-за отсутствия исходной информации невозможно провести такие исследования по Дальневосточному округу. Практически по всем регионам мало информации по овсу, что вызвало затруднения в разработке полноценных нормативов. Не изучено влияние содержания подвижного фосфора на урожайность озимой ржи на черномземных почвах Центрального и Приволжского окру-

гов, где посевные площади этой культуры довольно значительны. Следовательно, исследования по данной тематике необходимо уделить должное внимание.

Одна из актуальных проблем современного земледелия – последствие удобрений и, в первую очередь, фосфорных. Анализ рассмотренных материалов показал, что исследований по данному вопросу крайне мало. Наибольшее число опытов проведено на дерново-подзолистых почвах, причем в основном – на почвах тяжелосуглинистого гранулометрического состава, не охвачены средне- и легкосуглинистые, а также супесчаные и песчаные разновидности. Не попали в поле зрения исследователей серые лесные и каштановые почвы, большинство разновидностей черноземных почв Центрального и Приволжского округов. Учитывая важность проблемы, целесообразно расширить исследования в данном направлении. Определить степень и длительность последствия фосфорных удобрений можно только в длительных полевых опытах, в которых при изучении влияния разных по интенсивности систем удобрения на продуктивность культур севооборота созданы различные уровни содержания подвижного фосфора в почве. Обязателен систематический контроль за фосфатным режимом почв и балансом фосфора в изучаемых вариантах, поскольку эти показатели находятся в определенной взаимозависимости. Если вынос фосфора урожаем намного превышает его поступление в почву, в ней происходит снижение содержания  $P_2O_5$ . При более высокой обеспеченности почв подвижным фосфором величина выноса, снижающая удельное содержание  $P_2O_5$  в почве значительно ниже по сравнению с низкообеспеченными почвами. Наличие таких данных позволит выявить факторы, влияющие на убыль содержания подвижного фосфора, определить величины выноса фосфора, вызывающие удельное снижение его запаса в различных почвах. Это позволит в итоге составить научно обоснованный прогноз изменения содержания подвижного фосфора при разработке системы удобрения в севооборотах, в целом по хозяйству и в региональном масштабе.

Один из приемов, повышающих эффективность фосфорсодержащих удобрений, – их припосевное внесение. При таком способе использования значительно повышается отдача от удобрений. По обобщенным данным ВИУА и НИУИФ, окупаемость 1 кг фосфора, внесенного в рядки при посеве озимой ржи на дерново-подзолистой почве, составила 16,7 кг, на черноземах оподзоленных и выщелоченных 24,7, яровой пшеницы, соответственно, 8,7 и 11,3, озимой пшеницы на оподзоленных и выщелоченных черноземах 23,3, на черноземах обыкновенных, карбонатных и южных 10,0 кг [1], что значительно выше по сравнению с разбросным способом.

Наряду с суперфосфатом, высокий эффект дает припосевное внесение комплексных гранулированных удобрений. Во всех опытах прибавка урожая зерновых культур от аммофоса, диаммофоса, нитроаммофоса, как правило, превосходила суперфосфат. Аналогичную закономерность отмечали в опытах как научно-исследовательских учреждений так и агрохимической службы [1, 2].

В настоящее время, когда практически полностью прекращен выпуск суперфосфата, применение комплексных удобрений в рядки при посеве зерновых культур наиболее целесообразно. Однако эффективность данного агроприема на практике может сдерживаться отсутствием экспериментальных данных о влиянии гранулированных фосфорсодержащих удобрений на прибавку урожая сельскохозяйственных

культур на почвах с разным содержанием подвижного фосфора. В приведенных выше источниках эти данные не представлены, поэтому не ясно, каков эффект от рядкового внесения фосфора при низкой или высокой обеспеченности почв фосфором, как при этом поведут себя комплексные удобрения, которые благодаря наличию в них азотного компонента могут быть эффективнее на высокообеспеченных подвижным фосфором почвах. Все это требует дальнейшего изучения.

Кроме того, со времени проведения упомянутых опытов произошла значительная сортосмена сельскохозяйственных культур и, конечно, изучение эффективности комплексных фосфорсодержащих удобрений нужно проводить на современных районированных сортах сельскохозяйственных культур. Нельзя обойти и новые формы удобрений, предлагаемые сельскому хозяйству.

Необходимо остановиться на прикорневом способе внесения комплексных удобрений, который получил широкое распространение при проведении азотной подкормки озимых зерновых культур. Вместе с тем, исследования агрохимической службы показали, что и фосфор может дать высокий эффект, если его внести весной в подкормку прикорневым способом в составе комплексных удобрений. Так, на черноземах выщелоченных и обыкновенных от внесения нитроаммофоса в дозе  $N_{34}P_{34}$  прибавка урожая озимой пшеницы составила 5,4 ц/га по сравнению с  $N_{34}$  [3]. К сожалению, таких данных очень мало и получены они 30 лет назад. Полагаем, что изучение данного вопроса – одна из задач Геосети ВНИИА.

В потреблении минеральных удобрений в настоящее время наблюдается значительная дифференциация. Быстродействующие азотные удобрения еще имеют относительно благоприятную конъюнктуру, а потребление фосфорных и, особенно, калийных снизилось наиболее существенно. В связи с этим, решение о применении калийных удобрений должно приниматься на основании величины окупаемости калийных удобрений прибавкой урожая.

Проведенное нами обобщение результатов опытов Геосети и агрохимической службы показало, что применение калийных удобрений может быть успешным под зерновые культуры на дерново-подзолистых и серых лесных почвах только, если они характеризуются низким содержанием  $K_2O$  в европейской части страны, очень низкой обеспеченностью подвижным калием в Зауралье и Сибири. Таков общий взгляд на проблему. В связи с нехваткой исходной информации, остались невыясненными многие вопросы. Среди в том числе: скорость снижения содержания подвижного калия при превышении его выноса урожаем над внесением на различных типах почв в зависимости от их гранулометрического состава и обеспеченности  $K_2O$ . Выяснение данного вопроса, как и для фосфора, возможно только в длительных полевых опытах.

До конца невыяснен вопрос о методе определения подвижного калия в почвах. Так, агрохимическая служба при проведении мониторинга почв земель сельскохозяйственного назначения использует в Нечерноземной зоне метод Кирсанова, а в исследованиях Геосети – Масловой. Это одна проблема. Вторая – затруднения в обобщении результатов опытов Геосети и агрохимической службы. Поэтому в ближайшее время надо решить, какой метод использовать при проведении исследований. На наш взгляд, целесообразно проводить определение по методу Кирсанова, поскольку его применяют при массовом обследовании почв. Кроме того, в выборке, которую использовали при обобщении

нии опытов с калийными удобрениями, большая часть принадлежала агрохимической службе. Определение подвижного калия следует проводить по Масловой в чисто научных целях.

Переход отечественного земледелия на адаптивно-ландшафтную основу предполагает определенные изменения в системе применения удобрений. Это связано с тем, что внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия влечет за собой изменения в обработке почвы, сокращая глубокую вспашку и переходя на мелкую и нулевые обработки. В связи с этим внесение удобрений должно быть адаптировано к этим факторам. В первую очередь это касается фосфорсодержащих удобрений. Как известно, поверхностное внесение фосфора малоэффективно и при нулевой обработке в нет смысла. Ему нужно найти место в севообороте, где будет применена глубокая вспашка или культивация. Дозу  $P_2O_5$  при этом рассчитывают уже не под одну, а под несколько культур, идущих перед культурой, под которую намечена нулевая обработка. Все эти вопросы еще недостаточно проработаны и должны быть изучены применительно к почвенно-климатическим зонам страны. Географическая сеть опытов с удобрениями должна участвовать в обсуждении данной тематики.

Высшей формой адаптивно-ландшафтного земледелия является координатное земледелие, в основе которого заложен принцип точного учета внутрипольной неоднородности почв по агрофизическим, агрохимическим и фитосанитарным свойствам. Обработка почвы, дозы удобрений и пестицидов должны быть дифференцированы в зависимости от показателей, характеризующих эти свойства. Согласно имеющимся методическим указаниям и рекомендациям, дозы фосфорных удобрений устанавливают по результатам анализа почв, образцы которых отбирают с каждого поля во многих точках и затем объединяют в один образец, по результатам анализа которого судят об обеспеченности поля подвижным фосфором, т.е. по средней величине устанавливают дозу фосфора. В таких случаях на одних участках поля, имеющих более высокое содержание  $P_2O_5$  по сравнению со средней величиной вносят избыточное количество фосфора, а на других, менее обеспеченных – недостаточное. В итоге в одних случаях допускается перерасход удобрений, в других – недобор урожая. Результаты исследований ВНИПТИХИМ

показали, что эффективность дифференцированного внесения удобрений зависит от величины вариabельности содержания питательных веществ в почве: чем выше вариabельность, тем больше эффект от дифференциации доз [4].

Оценка фактического состояния внутрипольной неоднородности содержания питательных веществ свидетельствует о том, что в дерново-подзолистых почвах коэффициенты вариации содержания минерального азота составляли 32-69%, в черноземе выщелоченном – 24-52, в черноземе типичном – 22-59%. Вариabельность содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистых почвах 22-99% и подвижного калия – 12-64%, в черноземах, соответственно, – 20-25 и 8-12% [5]. Однако это единичные данные, которые не охватывают всего многообразия почв России. Поэтому исследования в данном направлении целесообразно продолжить с участием Геосети.

Для успешной реализации намеченных направлений исследований необходимы изменения в организации опытной работы, касающиеся методического руководства и планирования исследований. Усилия научных учреждений надо сконцентрировать на решении приоритетных общегосударственных задач, а не распылять на второстепенные вопросы.

#### Литература

1. Комплексные удобрения /Под ред. Минеева В.Г. – М.: Агропромиздат, 1986. – 252 с.
2. Шафран С.А. Влияние простых и комплексных удобрений на урожай и химический состав некоторых культур в Нечерноземной зоне //Агрохимия. – 1978. – № 10. – С. 75-79.
3. Шафран С.А. Эффективность комплексных удобрений при разных способах внесения //Химия в сельском хозяйстве. – 1981. – № 8. – С. 14-17.
4. Шафран С.А., Пупынин В.М. Оценка эффективности дифференцированного внесения азотных удобрений с учетом внутрипольной неоднородности плодородия почвы. Совершенствование методов почвенно-растительной диагностики азотного питания растений и технологий применения удобрений на их основе. М., ВНИПТИХИМ, 2000. – С. 127-131.
5. Шафран С.А., Леонова Е.В., Пупынин В.М. Внутрипольная вариabельность элементов питания в почвах и ее влияние на урожайность озимых зерновых культур //Агрохимия. – 2011. – № 2. – С. 15-23.

## BASIC RESEARCH GEONETWORK FOR IMPROVING PAYBACK FERTILIZERS

*The basic directions of research Geonetwork experiments with fertilizers, should be targeted in the near future. These studies should be aimed at finding ways to make more rational use of mineral fertilizers to increase their return on the addition of crop yields.*

*Key words: return on fertilizer, soil types, agro-chemical properties, mineral nitrogen, available phosphorus and potassium.*