

комочки почвы от разрушения их водою, одновременно уменьшая испарение из пахотного горизонта почвы. В этих опытах мы имели средние прибавки урожая в 3 ц с га.

Опыты, поставленные нами совместно с Институтом растениеводства в Гелкаре (Казахстан), указали также на возможность закрепления сыпучих песков путем пульверизации битумной эмульсии на поверхность почвы.

В приходно-расходном балансе почвенной влаги особое значение для питания растений имеет капиллярная влага (вода, находящаяся в тонких порах). В настоящее время нами ведутся испытание и подбор веществ, которые должны оказывать влияние на продвижение капиллярной влаги в почве и благоприятно сказываться на общем состоянии влажности пахотного и подпахотного слоя.

Создавая теорию и проверяя ее в поле на основе точной физической методики, мы можем постепенно подойти к разработке новых и более эффективных приемов агротехники.

ФИЗИКА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО*

В ежемесячных трудах Академии наук за 1757 г. опубликована статья «О пользе, которую ученые физики приносят Економии». В ней подчеркнута первостепенное значение физики для сельского хозяйства. «Физика есть светило Економии», — говорит автор. Он задает вопрос: «...как можно принудить землю, на которой родится только негодная трава и терние, чтоб украсилась цветами и плодами; чтоб произрастали полезные травы, чтоб питала и размножала бесчисленное множество семян себе поверенных, не имея знания о качествах и силах... и о других вещах, которые все зависят от Физики?».**

Творцы русской агрономической науки XVIII в. — М. В. Ломоносов, А. Т. Болотов и И. И. Комов — придавали особенно большое значение физике. И. М. Комов писал в книге «О земледелии», что земледелие «не что

* Статья опубликована в журнале: Природа, 1954, № 7, с. 3—9. Под тем же названием, но в расширенном варианте эта статья была издана отдельной брошюрой в Алма-Ате на казахском языке.

** Ежемесячные сочинения, к пользе и увеселению служащих. СПб., 1757, сентябрь, с. 254.

есть иное, как часть физики опытной, только всех полезнейшая». Таково же было убеждение профессора Московского университета М. Г. Павлова, который, наряду с курсом физики, издал в 30-х годах XIX в. пятитомный курс сельского хозяйства, первый том которого носит показательное заглавие: «Физические основы земледелия».

Эту традицию продолжали передовые русские и советские агрономы — В. В. Докучаев, П. А. Костычев, В. Р. Вильямс. В. Р. Вильямс говорил мне, что мечтой его жизни было сочетание агротехники с физикой.

Со времен Ломоносова прошло 200 лет. Но далеко не в той мере, как можно было ожидать, физика вошла в земледелие.

Агрофизика нашла себе некоторое применение только в почвоведении.

Еще дальше современная физика и от животноводства. А между тем упомянутая уже статья 1757 г. отводит физике такое же решающее место в животноводстве, как и в земледелии. Она приводит пример «славного академика» Реомюра по разведению цыплят, «коими доказывалось лучше, нежели всеми рассуждениями, тесный союз Физики с Экономией», и другой пример Флорентийской Академии, созвавшей совещание для «приведения земледелия в лучшее состояние».*

Существует разительный контраст между участием физики в прогрессе промышленного производства и в сельском хозяйстве. В прошлом это различие в значительной степени можно было объяснить мелкокустарным характером крестьянского хозяйства с преобладанием ручного труда. В таком хозяйстве нужны хорошие семена, нужны удобрения, но физике, казалось, нечего в нем делать. Нельзя пытаться изменить климат на участке в несколько гектаров.

За годы Советской власти характер сельского хозяйства изменился и вместе с тем исчезли препятствия для проникновения физики в сельскохозяйственную практику.

Просторы колхозных и совхозных полей, плановое социалистическое сельское хозяйство открывают путь активному воздействию на почвенные и климатические условия. Требования высокой продуктивности нашего земледелия не позволяют игнорировать такие важные факторы уро-

* Там же, с. 255.

жая, как свет, тепло, снабжение растений водой и углекислотой.

Почти полная механизация и растущая электрификация производственных процессов настоятельно требуют изучения физических явлений, обуславливающих работу орудий и производимые ими операции. Ведь между комбайном и текстильным агрегатом меньше различия, чем между оборудованием химического производства и машиностроительного завода. А между тем все внимание физиков отдано промышленности.

В качестве наглядного примера сравним роль физического знания в обработке металлов, с одной стороны, и в обработке почвы — с другой. Нельзя сказать, что пахота имеет меньшее народнохозяйственное значение, чем резание металлов, или что почва менее достойный объект физического исследования, чем металл.

Процессы горячей и холодной обработки металла тщательно изучаются физикой на протяжении многих десятилетий. В постоянном взаимодействии с практикой выросла научная теория и быстро развивается производство; на хорошо проверенной почве научного знания расцветают успехи стахановцев-скоростников. Появляются все новые орудия и приемы: фреза, искровая обработка изделий, химическая полировка, новые приемы сварки. Для контроля качества продукции привлечены все средства физики: спектральный и рентгеновский анализ, магнитная и ультразвуковая дефектоскопия, интерференционные методы.

По сравнению с этим наука об обработке почвы находится еще в начальной стадии развития. Процесс рыхления и оборота пласта мало изучен; основные представления здесь не убедительны, а закономерности не установлены. Имеется только грубая оценка затрачиваемой работы и потребляемого топлива, хотя оно обходится стране во много миллиардов рублей. За две тысячи лет современный плуг не так далеко ушел вперед от его предшественника.

Можно было бы подумать, что в этом деле нет и не может быть новых путей. Но это неверно! Подача электрического потенциала на плуг снижает затраты энергии в зависимости от свойств почвы на 5—15%. Правильно подобранной вибрацией можно уменьшить затрачиваемую работу почти вдвое. Как скажется использование при обработке почвы принципа фрезы или пилы? Каковы пер-

спективы ультразвука как средства рыхления и измерения глубины вспаханного слоя? На эти вопросы нет ответа, хотя успех одного из этих приемов сэкономил бы миллиарды рублей, а может быть, и повысил бы качество обработки.

Важнейшие процессы движения тепла, воды и углекислоты в почве и припочвенном слое воздуха, конечно, знакомы агротехникам, но до недавнего времени не имели своей теории.

Только недавно была разработана математическая теория распространения тепла в такой сложной и неоднородной среде, какой является почва. Изучаются разнообразные пути передвижения влаги со своими специфическими закономерностями, явления внутрпочвенной конденсации, испарения как с поверхности почвы, так и транспирация с растительного покрова.

Взамен теории и за ее отсутствием агротехника довольствуется первой ее стадией — качественным обобщением практического опыта.

Можно ли себе представить и можно ли допустить, чтобы в Советском Союзе, всеми звеньями опирающемся на передовую науку, важнейший участок народного хозяйства и производственная деятельность большинства населения строились на эмпирических данных, не освещенных точной теорией?

А ведь это так! Агрономы не знают физики — она практически отсутствует в системе агротехнического образования, а физики не знают и не интересуются агротехникой. Среди работников сельского хозяйства нет физиков, поэтому чисто физические исследования, когда они необходимы, производятся людьми, слабо знакомыми с основами физических знаний.

Вспомним, например, обработку почвы. Существует ли теория физических изменений, которые вносит плуг в почву, теория резания и рыхления почвы, прилипания и перемещения ее? Первые намеки такой теории были предложены проф. В. П. Горячкиным, но сам он считал, что теория пахотных орудий — дело отдаленного будущего.

Физическая теория агротехники еще только зарождается.

Задача систематического использования достижений физики в земледелии впервые была поставлена в Советском Союзе 20 лет тому назад в связи с осуществлением широкой коллективизации. С этой целью в системе Все-

союзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина был организован Агрофизический институт, пока единственный в мире.

Слабо оборудованный институт с небольшим числом сотрудников, сочетающих агротехнические и физические знания, не мог развернуть проблему агрофизики во всем ее объеме. Тем не менее мне не раз придется ссылаться на опыт Агрофизического института для иллюстрации того, что физика может сделать для сельского хозяйства.

Важнейшая задача физики — это изучение, а потом и активное воздействие на использование растениями света, на тепловой и водный режимы.

С этой целью агротехника выработала целый ряд приемов, проверенных многолетней практикой. Но насколько возрастет наша власть над физическими факторами урожая, когда мы будем точно знать требования растений и когда агротехника получит возможность опираться на количественную теорию процессов, протекающих в почве, в растении, в окружающем воздухе. В такой теории данные биологии и химии сочетаются с законами физики.

Возможно точнее определив потребности определенных культур, нужно разработать агротехнические приемы удовлетворения этих потребностей. Насколько плохо мы изучили потребности растений, наглядно показывает факт неполноценных урожаев овощей, получаемых в наших теплицах и оранжереях. А уж, казалось бы, здесь все в наших руках — и свет, и тепло, и вода, и питание.

До последнего времени считалось, что именно красные лучи ответственны за развитие растений. Опыт же показал, что растения требуют освещения, которое преобладает в солнечном спектре и к которому приспособлен глаз человека. Только при таком освещении получают полноценные овощи. Как и следовало ожидать, исходя из факта приспособления растения к условиям внешней среды, требования к источникам освещения для светокультуры растений те же, что и для животных и человека.

Считалось, что слабое освещение должно сопровождаться низкой температурой. На самом деле, наоборот, при недостаточном освещении нужна высокая температура почвы и помещения. Неправильные представления существовали и о количестве света, о способах обогрева теплиц, о фотопериодизации.

Приспособив к потребностям данной культуры силу и спектральный состав света, длительность искусственного

освещения в сочетании с естественным, подобрав правильные тепловой и водный режимы, в закрытом грунте в короткие сроки можно, как оказалось, получать большие урожаи овощей с повышенным содержанием сахара и витаминов. Из отдельных результатов светокультуры назову: десятикратное ускорение развития древесных культур, получение 5—6 урожаев пшеницы в год, выращивание хлопка за 90 дней, томатов — за 60 дней и редиса — за 15 суток.

Главное препятствие широкому распространению светокультуры — ее дороговизна. Но и она преодолевается по мере овладения спецификой закрытого грунта. Использование точных физических методов открыло ряд закономерностей, определяющих необходимые для светокультуры условия света, тепла и питания. На этом примере можно было проследить, как физические методы вносили ясность в запутанную и мало изученную область явлений и сделали ее доступной количественному расчету. На основе полученных данных можно обосновать экономику закрытого грунта и реально поставить задачу круглогодичного снабжения городов овощами. Можно надеяться, что обогрев неиспользованным теплом заводов и фабрик, газовые светильники, водные культуры еще более снизят расходы и сделают светокультуру экономически выгодной.

Всякому понятна важность изучения условий, в которых протекает жизнь растений, но можем ли мы изменить их в желательную сторону в полевых условиях?

Опыт Агрофизического института позволяет положительно ответить на этот вопрос. Вот несколько примеров. Культура картофеля в северных районах Союза часто страдает от ранних осенних заморозков, губящих ботву и останавливающих рост клубней. Р. Н. Асейкин (погибший в Отечественную войну), развивая идеи основоположника агрометеорологии П. И. Броунова, указал, что в почве и в воздухе во время заморозков еще немало тепла, тогда как температура листьев значительно ниже нуля. Он пришел к заключению, что посадка картофеля на разреженных высоких гребнях, расположенных по направлению ветра, может предохранить ботву от гибели за счет тепла, еще в избытке запасенного в почве.

Действительно, восьмилетние опыты в Карелии и Мурманской области показали, что гибель картофеля на гребнях никогда не превышала нескольких процентов, тогда как рядом на гладком посеве заморозки губили иногда

свыше 90 %. В результате более крупные, дольше развивающиеся клубни давали на гребнях превышение урожая на 30—40 %, несмотря на меньшее количество посадочного материала. Сейчас этот прием принят на севере в производственных масштабах.

Расчет и опыт показали, что на глубине 10 см в верхней части гребня и дном, и ночью на всем протяжении весны и раннего лета температура выше, а водный режим лучше как при недостаточном, так и при избыточном увлажнении и заболачивании. Поэтому использование приема посадки картофеля на гребнях дает и в Ленинградской области большие урожаи раннего картофеля.

Гребневая культура хлопка в Средней Азии в отличие от гладкого посева сохраняет после полива почвенную структуру, улучшает тепловые условия и приводит к повышению урожая хлопка до 20 %. Эти же обстоятельства объясняют успех приема проф. Н. Г. Жучкова в разведении плодовых садов на валах.

Гребневая культура — один из примеров улучшения теплового режима на севере или сохранения структуры почвы при поливах на юге.

Опыт показал, что соответственным выбором рельефа и размещения растений можно изменять энергетический баланс и влиять на световой режим, улучшая микроклимат и приспособлявая его к требованиям возделываемой культуры.

Были предложены и испытаны в полевых условиях различные средства воздействия на почву. Для того чтобы придать почве комковатую структуру и проверить значение такой структуры, были разработаны приемы внесения вытяжек из торфа и отходов производства, например сульфидных щелоков (задолго до шума, поднятого в США вокруг создания искусственной структуры крилиумом). Искусственные почвенные структуры по своей водопрочности не уступают чернозему, и в то же время они служат удобрением, заметно повышая урожай.

При помощи небольших добавок мылонафта можно сделать почвенные частицы несмачиваемыми водой. Получающаяся таким путем гидрофобная земля прекращает фильтрацию и проникновение воды, создает хорошую тепловую и электрическую изоляцию.

Одно из покрытий, испытывавшихся на почве, — распыленная эмульсия битума — оказалось хорошим средством закрепления развеваемых песков и зарастания пу-

стынь растительностью. Многолетние испытания этого приема в Кара-Кумах и на нижнеднепровских песках показали, что образующаяся после разбрызгивания эмульсии битумная пленка прочно закрепляет пески даже при ураганных ветрах, а посаженные под пленкой семена или черенки дают устойчивые всходы; хорошо развиваются в этих условиях и травы. При осмотре посадок, произведенных в Кара-Кумах 15 лет тому назад, на опытных участках были обнаружены сотни деревьев саксаула высотой до 3 м с широкою кроною. На битумизированных участках Нижнего Днепра также хорошо выросла сосна.

Испытание больших органо-минеральных гранул явилось интересной попыткой использования высокого осмотического давления концентрированного раствора, для того чтобы сохранить в грануле влагу и таким образом в течение всего вегетационного периода поддерживать питание растения на достаточно высоком уровне.

Гранула пронизывается корневой системой растения, которую она питает удобрениями, при сравнительно высокой влажности, притягиваемой из окружающей почвы ее гигроскопическими составляющими. Урожай овощей повышается при этом на 50—100 ц с 1 га.

Разумеется, приведенные факты не исчерпывают наших возможностей воздействия на физические факторы — они только иллюстрируют на отдельных примерах реальность поставленной задачи.

Мы еще не научились управлять климатом и делать погоду. Но Центральный институт прогнозов предсказывает ее (удачно, а иногда и неудачно) на ближайшие дни и месяцы. Исходя из этих данных, можно, как оказалось, дать прогноз температуры в пахотном слое почвы на различных глубинах на две недели вперед, что бесполезно знать в периоды сева. Можно с уверенностью предсказать с вечера утренний заморозок. Когда достоверность прогнозов возрастет, можно будет иметь сведения о ходе температуры и влажности не только в воздухе, но и в почве за время вегетации и соответственно этому построить агротехнику.

Изучение в последние годы поливного хозяйства на Волге и в Ростовской области, и в частности влияния мощных однократных осенних поливов (влагозарядки), позволило установить, какая часть поливной воды используется растениями и какая уходит в глубокие горизонты, недоступные для корневой системы; как возникает засо-

ление почв и как его предотвратить. Было изучено взаимодействие теплового, радиационного и водного режимов за весь вегетационный период, развитие растительного покрова и его конечный результат (урожай) по сравнению с лишеными полива массивами.

При этом выяснилось, что когда образовался растительный покров, основным расходом воды оказалась транспирация, которая, как было установлено, не зависит от влажности почвы, пока влажность выше 60 % полевой влагоемкости. В этих условиях необходимая растению вода определяется радиационным балансом, т. е. разностью между поступающей солнечной энергией и излучением растительного покрова. На каждые 600 кал поглощаемого тепла расходуется 1 кг испаряемой воды. Эта связь показывает, какую большую роль в транспирации растений играет требование предотвратить их перегрев. Всего 10 % тепла уходит в почву.

Таким образом, в указанных условиях по радиационному балансу данного района можно судить о необходимом количестве поливной воды.

Агрономы пользуются громоздкими и несовершенными измерительными приборами для таких физических показателей, как влажность воздуха и почвы, температура поверхности, испарение почвой и растениями. Некоторые из общепринятых приборов показывают совсем не то, что интересует агронома. Вообще не существует прибора для учета конденсации, для наблюдения за движением в почве воды и питательных веществ.

Так, например, температуру поверхности почвы и температуры на различных глубинах принято определять при помощи ртутных термометров. Легко представить себе, в каких условиях приходится отмечать положение ртутного столбика, как нужно наклоняться и как повреждается при этом растительность. Так же обстоит дело и с измерением влажности психометрами Ассмана с двумя термометрами при их обдувании воздухом. Все это измерительные приборы XIX в.

Между тем современная метеорология, количественно учитывающая тончайшие изменения, несомненно могла бы справиться с требованиями, предъявляемыми агротехникой и растениеводством. Для этого следовало бы обратиться к богатому арсеналу средств современной физики.

Многие физические измерения чрезвычайно облегчаются применением радиотехнических приемов, широко

пошедших в технику эксперимента. Использование полупроводниковых приборов взамен вакуумных ламп еще больше упрощает задачу. Дешевизна и массовость изготовления, механическая прочность (весь прибор — это камешек размером в 2—3 мм), отсутствие нити накала, необходимой в вакуумных лампах, и вытекающее отсюда малое потребление электроэнергии делают полупроводниковую радиотехнику особенно пригодной в условиях сельского хозяйства.

Полупроводники решают и другие измерительные задачи. Например, прибор в виде крупинки в несколько десятых миллиметра измеряет температуру листа, температуру и влажность воздуха, температуру почвы на любой глубине или на поверхности, причем, как и всякий электрический прибор, он позволяет регистрировать показания и наблюдать издалека.

Полупроводниковые фотоэлементы определяют освещенность как на поверхности, так и внутри травостоя или в лесу.

Физика должна быть также использована для улучшения бытового обслуживания колхозников. Например, термоэлектрическая батарея, помещенная над стеклом керосиновой лампы, питает электроэнергией радиоприемник и приобщает, таким образом, к радиовещанию самые отдаленные, еще лишенные электричества уголки нашей Родины. Радио становится доступным на Крайнем Севере, в горных и пустынных районах, на лесоразработках, при прокладке дорог и т. п. Тысячи колхозов уже снабжены полупроводниковыми термобатареями.

Такие же, но только более мощные термоэлектрические батареи из полупроводников могут обеспечить электроэнергией радиостанции МТС и систему радиоуправления работой тракторов и машин в поле, могут обеспечить полевые работы электрическим освещением.

Полупроводники могут разрешить и другую важную для сельского хозяйства задачу — сохранение скоропортящихся продуктов путем создания холода.

«Как скоро сельские труды будут учреждаемы просвещенными людьми, земледелие также будет в почтении, как и другия художества, и очищенная нами земля не откажет нас наградить изобилием плодов своих»,* — так заканчивается упомянутая статья XVIII в.

* Там же, с. 270.

Сформулируем теперь важнейшие задачи физики в сельском хозяйстве.

Во-первых, приспособление светового, теплового и водного режимов к потребностям выращиваемой культуры, к почве и климату района: в частности, тепловая мелиорация для северных районов, зимняя агротехника, рациональное использование солнечного света и почвенной влаги, борьба с фильтрацией в поливном земледелии. Селекция может еще более успешно содействовать продвижению культур в иные климатические зоны, если ей удастся сознательно изменить оптические, термические и механические свойства и транспирацию.

Во-вторых, изучение процессов, связанных с сельскохозяйственными работами: в частности, теория обработки почвы, механизм и законы движения воды и тепла в почве, изучение почвенной и воздушной углекислоты, влияние физических факторов на растения и микрофлору, процессы сушки зерна и трав, очистка зерна, разработка на основе теории пахотных орудий приемов снижения затрачиваемой орудием работы при помощи электросмазки, вибрации и т. п. приемов, испытание новых путей рыхления и перемещения почвы.

В-третьих, внесение передовых методов и приемов современной физики в изучение процессов в почве и в растениях с целью разработки количественной агротехнической науки. Широкое применение метода радиоактивных индикаторов, математическая формулировка важнейших закономерностей.

В-четвертых, выращивание овощей в закрытом грунте и при искусственном освещении для получения ранних овощей и круглогодичного снабжения городов свежими овощами. Рациональная экономика светокультуры, выбор источников света, использование отходов тепла, гидротеплицы, искусственные почвенные структуры.

В-пятых, создание физических приборов, измеряющих важнейшие показатели сельскохозяйственного производства. Автоматизация и телеуправление производственными процессами.

В-шестых, улучшение и автоматический контроль за условиями хранения и транспортировки продуктов сельского хозяйства с использованием холодильной техники, рациональных приемов сушки, защиты от действия влаги и кислорода воздуха.

Можно наметить аналогичные формы участия физики

в живогноводстве — эти вопросы принято относить к биофизике. Если в растениеводстве физика имеет в нашей стране свою историю и некоторые, хотя и небольшие, достижения, то в животноводстве до последнего времени физика не принимала почти никакого участия.

Научная основа как растениеводства, так и животноводства — биология. Но нельзя рассматривать организм в отрыве от условий его существования. Поэтому биолог вынужден обращаться к почвоведу, агрохимику, агрофизику.

Тем более невозможно оторвать физические явления в живой природе от их биологической основы: тепловые и водные свойства почвы, ее структуру от действия микрофлоры, от влияния корневой системы. Карикатурой на агрофизику выглядит попытка представить почву как собрание капилляров или губку, снабжающую растение водой.

Как ни велика, по нашему убеждению, роль физики в сельском хозяйстве, не следует забывать, что физические воздействия — только вспомогательное средство для лучшего произрастания растений. Поскольку урожай определяется условиями внешней среды, физика и химия — мощное средство повышения урожайности полей.

Социалистическое земледелие быстрыми темпами оснащается все новыми машинами и орудиями, сельскохозяйственная практика все теснее связывается с физикой и механикой.

Нетерпимо поэтому такое положение, когда сельскохозяйственная практика игнорирует такое мощное орудие своего роста, как достижения физики. Когда индустриализированное сельское хозяйство ограничивается традиционными приемами тысячелетней давности. Не приходится доказывать, что, приспособив световой, тепловой и водный режимы к потребностям растения, мы повысим урожай, при этом в новые районы продвинулись южные культуры, оживут обширные пространства нашего Севера и пустынные области Юга.

Наши физики своим участием в промышленности, успешным решением порученных им актуальных и трудных задач уже доказали, что они могут принять деятельное участие и в подъеме нашего сельского хозяйства. Социалистическая система устраняет все препятствия, стоящие на пути к достижению этих целей. Необходимо направить физику и советских физиков на великое дело

помощи сельскому хозяйству; необходимо широко открыть новый сельскохозяйственный фронт физического знания. Агрофизика не менее необходима, чем радиофизика, металлофизика.

В систему сельскохозяйственного образования нужно ввести изучение основ физики, издав учебник физики для сельскохозяйственных вузов, и в университетах и сельскохозяйственных вузах готовить кадры ученых-агрофизиков. Тематику исследовательской работы кафедр физики сельскохозяйственных вузов нужно направить в сторону интересов сельского хозяйства.

Нужно организовать производство рациональных физических приборов для сельского хозяйства и снабдить ими зональные и опытные станции, а по мере роста кадров агрофизиков направлять их на эти станции.

Советская агрофизика должна во всех своих звеньях изучать и обобщать опыт передовиков сельского хозяйства, тысячелетний опыт прошлого и достижения агротехники как в СССР, так и за рубежом.

Чем скорее и полнее удастся включить в агрономическую науку физические знания, физические методы и физические приборы, тем скорее и успешнее будут решены задачи дальнейшего развития сельского хозяйства нашей страны.

СОВЕТСКАЯ АГРОФИЗИКА *

Начиная со времен Ломоносова лучшие русские агрономы всегда подчеркивали роль физики в земледелии. И тем не менее только в Советском Союзе впервые была четко поставлена задача развития агрофизики как составной части агрономической науки.

25 лет тому назад в системе Всесоюзной ордена Ленина академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина был организован Агрофизический исследовательский институт. В начальный период его деятельности трудно было создать кадры агрономов, владеющих современной физикой, и подыскать физиков, склонных посвятить себя решению агрономических задач.

* Статья опубликована в кн.: Материалы юбилейной сессии ВАСХНИЛ, посвященной 40-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. М., 1958, с. 207—211.