

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

УДК: 631.4

**ИСТОРИЯ ИЗВЕСТКОВАНИЯ ПОЧВ****А. В. Литвинович***ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт Россельхозакадемии  
14, Гражданский пр., Санкт-Петербург 195220**E-mail: avlavr@rambler.ru**Поступила в редакцию 25 марта 2014 г., принята к печати 30 мая 2014 г.*

В статье приведён краткий обзор истории известкования почв в некоторых странах мира. Рассмотрены основные этапы становления практики известкования в Англии, Германии, странах Западной Европы. Представлены данные об объёмах известкования почв России с 1917 года по настоящее время. Сделано заключение, что альтернативы известкованию почв в России нет. Подчёркнута необходимость восстановления практики известкования в нужных объёмах в самое ближайшее время.

**Ключевые слова:** почвы, мергель, мел, известь, известкование.

**История известкования в Англии**

Первые сведения о применении известковых удобрений на Британских островах содержатся у Плиния Старшего, римского писателя I в. н. э. В 17-й книге «Естественной истории» Плиния помещён пространный трактат о мергеле, применявшемся для обогащения почв Гальских провинций и островов Британии. Плиний описывает шесть типов мергеля, который вносился под зерновые культуры и на пастбища. Тип мергеля, по мнению Плиния, должен соответствовать характеру почвы. Песчаный мергель пригоден для влажных почв, а богатый «жирный» мергель – для сухих. Эффективное воздействие мергеля проявляется в течение длительного времени.

Доказательств, подтверждающих существование практики мергелевания на протяжении длительного периода (от эпохи Римской империи до Средневековья), сохранилось чрезвычайно мало. Они встречаются лишь в некоторых законах. Так, по закону 1225 г. каждому землевладельцу предоставлялось право закладывать на своей земле ямы для добывания мергеля без обложения налогом. Существуют также арендные договоры, относящиеся к XIII в., в которых арендатору вменяется в обязанность мергелевание земель, предоставленных ему в пользование. Вальтер Хенлей, известный писатель XIII в., неоднократно упоминает о мергеле, который считает, наравне с навозом, лучшим средством удобрения почвы.

В середине XVI в. появляется сельскохозяйственная литература, причём в печат-

ной форме. Так, в книге Фитцхерберта «Исследования» встречается утверждение, что применять мергель гораздо выгоднее, чем навоз, так как его воздействие проявляется в течение 20 лет. Одновременно Фитцхерберт сожалеет о том, что мергелевание пришло в упадок из-за опасения, что в случае улучшения качества земли будет повышена арендная плата за неё.

Первые наиболее подробные сведения о мергеле содержатся в книге Бернарда Палисси «Как находить и распознавать землю, называемую мергелем» (1580 г). Автор интересовался происхождением и характером залежи мергелей, а также его влиянием на урожайность сельскохозяйственных культур. Палисси указывает, что в первый год после внесения мергеля его влияние на урожай оказывается незначительным, но в дальнейшем действие известняка проявляется в течение 12–13 лет. Сведения о мергелевании почв в Англии имеются также в книгах Гута Платта (1594) и Георга Оуэна (1603).

В середине XVII в. начинает завоёвывать признание известкование почв негашеной известью, особенно в тех районах Англии, где нетрудно было достать известняк и топливо. В книге Габриэля Платта «Открытие неисчерпаемого клада» (1639) есть следующие строки: «Тот, кто открыл, пусть даже случайно, способ удобрения почв известью и мергелем, оказал большее благодеяние народу, чем если бы он построил все благотворительные учреждения Англии вместе взятые».

Состояние известкования почв в начале XVIII в. в Англии охарактеризовано в сочинении И. Мортимера «Искусство земледелия». Автор пишет, что мягкий мел считался наиболее пригодным для применения в чистом виде на холодных и кислых почвах, однако его многократное использование вызывало обеднение почвы и привело к необходимости в дополнительном унавоживании. На залуженные почвы мел вносился в количестве 35 возов на 1 га (воз составляет около 4,5 ц) за два года до вспашки. Общепринятой нормой внесения извести на 1 га считалось 15 тонн.

Выдающийся вклад в теорию известкования внёс Иозеф Блэк, профессор химии в Эдинбурге, который в 1752 году раскрыл сущность обжига известняка, имевшего к тому времени вековую практику. Блэк показал, что при обжиге известняка с целью получения негашёной извести выделяется «священный воздух» углекислота.

В работе Томаса Хельса «Общее земледелие» (1758) утверждается, что мергель — это клад, где бы он ни находился. Однако, по словам Хельса, в некоторых местностях мергель применялся в таких количествах, что оказывался скорее почвой, чем средством её улучшения. Повторяющиеся у Хельса указания, что мел и подобные ему материалы оказывают благоприятное действие на некарбонатных почвах, свидетельствуют о том, что автор уже более ясно представлял себе цель известкования. Польза от известкования в XVIII в. была настолько общепризнанной, что применение известняков стало в Англии почти повсеместным. Однако в конце XVIII — начале XIX вв. фермеры нуждались скорее в теоретической, нежели в практической помощи.

В начале XIX века великий химик Хэмфрей Дэви сделал выдающееся открытие в области химии извести, выделив элемент кальций (1808 г.). Он высказал правильные взгляды на сущность действия известковых удобрений: «Мел, мергели и молотый известняк проявляют положительное действие при внесении в почву лишь тогда, когда они становятся составной частью почвы, причём их эффективность прямо пропорциональна потребности почвы в известковом материале. Этот материал, по-видимому, в больших или

меньших количествах является неотъемлемой составной частью всякой плодородной почвы, ибо способствует созданию надлежащей структуры и является одной из составных частей органов растений». Дэви разработал методы определения карбоната кальция в почвах путём кислотных вытяжек с последующим осаждением кальция, а также посредством измерения объёма выделившейся углекислоты. Им было определено содержание карбоната кальция в различных почвах.

В XIX в. в Англии все еще широко применялось мергелевание. Общеупотребительной стала доза от 50 до 200 возов на 1 га. Однако вследствие «перемергелевания» данный метод перестал давать положительный эффект. Мергелевание со временем уступило место другим, менее трудоёмким и более надёжным приёмам удобрения почвы.

Мелование было наиболее распространено в тех районах Англии, где имелись залежи обычного и, в особенности, рыхлого, легкокрошащегося под воздействием атмосферных воздействий мела. Он обычно вносился большими дозами (не менее 50 т га<sup>-1</sup>). Излюбленным приёмом являлось разбрасывание мела по полю, занятому травами, или по залежи за два-три года до запахивания. Мел считался необходимым для внесения под горох и клевер, а также для улучшения травостоя на скудных пастбищах. Известный исследователь того времени Артур Маршалл утверждал, что плодородие почв Норфолка обусловлено внесением в почву мела более 100 лет назад.

В конце 40-х годов XIX в. появилась обширная литература по известкованию. К указанному периоду относится книга И. Джонстона (1841). Большое внимание в ней уделено известкованию. Данные экспериментальных работ представлены в систематизированном виде. В книге ясно выражена мысль о том, что почвы постепенно теряют карбонаты, а также представлены данные о количестве карбонатов, выносимых под различные культуры. Отмечается, что присутствие извести стимулирует разложение органического вещества. Джонстон полагал, что в качестве материала для известкования почв можно использовать силикатный шлак,

являющийся отбросом производства металлургических заводов.

В XIX в. в Англии широко использовалась негашеная известь. Применявшиеся нормы извести по сравнению с современными были велики. Норма  $5 \text{ т га}^{-1}$  считалась минимальной, а около  $9 \text{ т га}^{-1}$  – обычной. Не было исключением и использование  $15 \text{ т га}^{-1}$ . Известь разбрасывалась в поле небольшими кучами, где под воздействием метеорологических факторов происходило гашение, затем она раскидывалась и запахивалась.

В Англии применялись наиболее высокие дозы извести, а известкование часто повторялось. Здесь же наиболее ярко проявилось разочарование, ставшее следствием недопонимания различия между действием извести и навоза на почву (XIX век). Дело в том, что внесённые в больших количествах известковые материалы действовали на почву не только как нейтрализатор избытка кислот, но и как сильный химический реактив, разлагающий минералы и высвобождающий питательные элементы. Наряду с этим разложение органических веществ почвы, сравнительно медленное в естественных условиях, становилось более энергичным при переизвестковании благодаря деятельности бактерий после нейтрализации кислот и улучшению физических свойств почвы (аэрации). Таким образом, известкование дополнительно мобилизовало питательные вещества почвы, которые быстро поглощались растениями («Известкование обогащает отцов и разоряет детей»).

С изобретением минеральных удобрений известкование в Англии сократилось. Большая эффективность азотных и фосфорных удобрений на истощённых почвах заставила забыть о значении извести для сохранения определённого уровня плодородия почв. Только с 80-х годов XIX столетия в извести стали видеть средство оздоровления почвы, создания нормального режима для ряда желательных процессов, средство, которое нужно применять не взамен, а наряду с навозом, минеральными удобрениями и культурой азотфиксаторов. Начиная с указанного периода опытные учреждения Англии (прежде всего Ротамстед) изучают влияние извести во всей его сложности с иной точки зрения и снова начинают придавать ей

большое значение при улучшении почв, а также устраняют ошибки прошлого, вызванные грубым эмпиризмом (Гарднер, Гарнер, 1954).

### Известкование почв в Германии

Известкование почв в Германии не имело такого распространения, как в Англии. Однако известно, что мергель использовался еще в XII столетии; имеются сведения также о том, что в нижнерейнских провинциях мергелевание проводилось с середины XVI в., причём мергель сплавлялся по Рейну на судах. Однако длительные войны помешали дальнейшим успехам в данном направлении. В XVIII в. в Силезии, Голштинии, горной Саксонии, области Эгера и других местах применялся жжёный известняк. Причём тогда было известно, что известковая земля смягчает кислоты, умеряет сырость почвы, способствует разложению и улучшает глинистые почвы. Открытие залежей известняка считалось благодеянием для сельского хозяйства, так как благодаря известкованию оно делалось выгодным даже там, где до того было отмечено крайнее падение урожая.

С развитием сельского хозяйства в Германии росло и применение мергеля. В северной Германии использовалась также луговая известь, которая высушивалась, а затем обжигалась. Успехи сельского хозяйства в указанный период были охарактеризованы следующим образом: «Отыскание и применение мергеля привело Северную Германию от бедности к богатству и из бесплодных пустошей создало благословенную землю».

В первой половине XIX века отмечалось, что мергелевание приводит, как правило, к лучшим урожаям, чем навоз; рекомендовалось на «тощие» супесчаные почвы вносить столько мергеля, чтобы он покрыл их полудюймовым слоем. Данный период усиленного мергелевания и известкования характеризуется писателями как эпоха больших успехов сельского хозяйства. Однако в истории сельского хозяйства Германии имеется немало примеров злоупотребления известкованием в те времена, когда не существовало теории питания растений.

Неправильное использование ценных для сельского хозяйства свойств мергеля из-за

широкого и необдуманного его применения во многих случаях приводило к неблагоприятным результатам. В погоне за большими доходами крестьяне мергелевали свои почвы в течение длительного времени, не внося при этом ни минеральных, ни органических удобрений. С течением времени на переизвесткованных почвах урожаи существенно снижались, крестьяне забрасывали землю, а мергель больше не использовали.

Резкая перемена отношения к обогащению почв известью в Германии наступает в середине 80-х гг. XVIII в. На опытных станциях и в лабораториях начинают разрабатываться вопросы о потребности почв в извести, предпринимаются попытки установить объективные признаки почв, нуждающихся в ее внесении. Наряду с этим выясняются достоинства различных сортов извести и мергелей, свойства технических отбросов, имеющих в своём составе известь, уточняются вопросы о времени внесения известковых материалов в почву, об их дозировке, выявляются условия успешного применения извести, а также причины ее неблагоприятного воздействия на урожай.

Одновременно предпринимаются работы по выявлению источников снабжения сельского хозяйства известковыми материалами, отысканию залежей известняков и мергелей, составляется примерная карта районов, где геологические свойства пород позволяют надеяться на успех известкования. Немецкое общество сельского хозяйства добивается понижения тарифов на известь и мергели, идущие на удобрение. Известковые материалы начинают фигурировать в торговле (Соколовский, 1919).

#### **Известкование почв в других странах Западной Европы**

Во Франции (Галлии), где Плиний отмечал употребление извести, в середине XIX века имеются примеры более целесообразного использования данного приёма для улучшения почв, особенно сформировавшихся на граните и, следовательно, бедных известью.

Мюнц, автор широко известной в указанный период книги «Les engrais», описывает резкое улучшение состояния хозяйства в департаменте Луары и Шер, где до 80-х годов XVIII в. существовало трёхполье с рожью и гречихой (самыми нетребовательными

растениям), благодаря проведению железной дороги, удешевившей доставку извести. Применение последней позволило ввести клевер, ранее не урождавшийся, поднять животноводство и (как с помощью навоза, получаемого от скармливания клевера, так и прямого влияния клевера на почву) повысить плодородие земель до возможности выращивания пшеницы. Дальнейший шаг заключался во введении минеральных удобрений, наиболее полно проявляющих своё действие на фоне извести и органических удобрений.

Другим примером использования известняков во Франции, по свидетельству того же Мюнца, является Бретань. Полуостров окаямлён «золотым поясом» высокой земледельческой культуры вдоль берега моря, развитие которой Мюнц связывает с возможностью доставки извести дешёвым водным путём. Внутренняя часть полуострова, куда дешёвая известь не может проникнуть, находится на более низком уровне земледельческой культуры.

Известкование почв сыграло большую роль в сельскохозяйственном освоении очень кислых бесплодных почв Ютландии (Дании). Неоднократные попытки заселения регионов с подобными землями заканчивались неудачей и разорением переселенцев, до тех пор пока не начало систематически проводиться известкование бедных и кислых почв, которое позволило не только возделывать зерновые культуры, но и ввести клеверосеяние. Применение же в дальнейшем минеральных удобрений в сочетании с посевом клевера, известкованием и использованием навоза (которого раньше не было) превратило ранее бесплодные пустоши в плодородные земли, дающие высокие урожаи (Прянишников, 1940).

С начала XX столетия в большинстве европейских государств, а также в США увеличился объём применения извести. Затем известкование широко распространилось в Азии, Австралии и Южной Америке (Кочетков, 1919).

#### **Известкование почв в России**

Вопрос об известковании издавна привлекал внимание русских исследователей. В первый год существования Петровской академии (1865 год) появилась диссертация профессора И. А. Стебута «Известкование

почвы», в которой автор отмечает полное расхождение российской сельскохозяйственной практики с опытом западной Европы, где грамотное применение известняков приносило огромные выгоды.

Д. И. Менделеев подчёркивал возможное значение известкования для российских почв в 1872 году. П. А. Костычев в 80-х гг. XIX в. также указывал на известкование как на средство поднятия урожаев на подзоле. П. С. Косович в экспериментальных работах с 1898 года уделил значительное внимание вопросам известкования, исходя из задачи поднятия плодородия почв оподзоленной зоны. Одновременно (1897–1898 гг.) начались работы по известкованию в лаборатории Д. Н. Прянишникова.

Однако сельское хозяйство России жизнь осталось невосприимчивым ко всем замечаниям по поводу целесообразности известкования. До революции 1917 года известь в России не применялась (Прянишников, 1940).

У истоков научных исследований в области теоретических основ известкования почв в России стояли Д. Н. Прянишников, К. К. Гедройц, О. К. Кедров-Зихман, С. С. Ярусов, Д. Л. Аскинази, Н. П. Ремезов, С. В. Щерба, Н. С. Авдонин, М. Ф. Благовидов.

О.К. Кедров-Зихман сформулировал основное теоретическое положение современного известкования, заключающееся в том, что для улучшения агрохимических свойств кислых почв необходимо, прежде всего, устранить их избыточную кислотность, понизив её при помощи известкования до слабокислой реакции. На основе данного положения были рекомендованы полные или нормальные дозы извести, близкие к рассчитанным по гидролитической кислотности (Шильников, Лебедева, 1987).

За годы второй пятилетки было известковано около 300 000 га, до 1955 г. – около 1 млн. га, в период с 1955 по 1964 гг. – 11,1 млн. га с/х. земель. Тем не менее, до 1960 г. из-за слабой механизации всех работ,

связанных с добычей, подготовкой, транспортировкой и внесением необходимых удобрений, известкование слабо внедрялось в производство. Возник определённый разрыв между достижениями науки в данной области и применением известковых удобрений в колхозах и совхозах.

В конце 60-х и в особенности в 70-х гг. темпы механизации сельскохозяйственного производства резко усиливаются. СССР занимает первое место по производству минеральных удобрений. Многократно возрастают темпы известкования почв. Успешному применению известкования способствует создание во всех областях нечернозёмной зоны крупных хорошо оснащённых оборудованием и обеспеченных квалифицированными кадрами агрохимических лабораторий, в обязанности которых входит исследование кислотности почв, анализ известковых материалов, контроль над их использованием. Обязанности по снабжению колхозов и совхозов известковыми удобрениями и их внесению были возложены на местные органы сельхозхимии. Данные таблицы 1 показывают, что за период с 1966 по 1985 гг. дозы известковых удобрений возросли в 1,7, а поставки известковых удобрений – в 2,7 в раза. При этом среднегодовое поступление  $\text{CaCO}_3$  на 1 га кислых почв увеличилось в три раза.

Рост поставок известковых удобрений продолжался до 1988 года (табл. 2). В период активной практики известкования почв в стране (1970–1990 гг.) прошла апробация научных основ известкования, в которые были введены существенные коррективы. Мероприятие было переведено с уровня рекомендаций на уровень нормативов. Также была разработана современная теория известкования почв с избыточной кислотностью и введены в производство проверенные практикой приёмы добычи, переработки, хранения, транспортировки и внесения различных форм известковых удобрений, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Таблица 1. Известкование кислых почв в 1966–1985 гг. (Шильников, Лебедева, 1987)

Годы	Произвестковано, млн. га		Внесено известковых удобрений, млн. т.		Средняя доза известковых удобрений, т га <sup>-1</sup>	Среднее кол-во СаСО <sub>3</sub> , приходящееся на 1 га кислых почв, кг
	всего	в среднем за 1 год	всего	в среднем за 1 год		
1966– 1970	22,3	4,5	83	16,6	3,7	153
1971– 1975	28,7	5,7	133	26,6	4,7	257
1976– 1980	32,4	6,5	171	34,2	5,3	347
1981– 1985	37,3	7,5	222	44,4	5,9	479

Таблица 2. Поставки известковых удобрений сельскому хозяйству РФ по годам, тыс. тонн (Кузьмич, 2004)

Год	Всего	Известняковая мука	Местные известковые удобрения
1985	35088	22842	5139
1986	38663	25017	4726
1987	40021	25661	5087
1988	43808	28772	5556
1989	38083	24796	5790
1990	32528	21365	5319
1991	28357	18596	5322
1992	20667	11678	4794
1993	15007	7741	4388
1994	7616	3521	3087
1995	5069	1640	2663
1996	3533	664	2656
1997	2498	269	2032
1998	1746	236	1410
1999	2191	269	1784
2000	2328	324	1806
2001	2344	351	1780
2002	2070	222	1636
2003	2313	299	1696

К 1990–1993 гг. впервые на крупных массивах почв кислотность стала оптимальной и близкой к ней. В подавляющем большинстве угодий была устранена наиболее агрессивная обменная форма почвенной кислотности. На повестку дня была выдвинута проблема периодичности известкования. К настоящему времени указанная задача в общих чертах решена. В основном завершены исследования эффективности главной формы известковых удобрений – доломитовой и известняковой муки – в зависимости от нейтрализующей способности и твердости размалываемого сырья, что позволило разра-

ботать новый ГОСТ, учитывающий химическую активность всех природных известняков и доломитов по активно действующему веществу (Шильников, 2002).

Кроме того, определены параметры среднегодовых потерь кальция и магния из почвы, выявлены факторы, влияющие на масштабы данных потерь (Яковлева, 2013). Прделана огромная работа по экспериментальной оценке использования многообразных отходов промышленности в качестве известковых удобрений. Данный перечень отражает только главные итоги проделанной работы и является далеко не полным.

К концу второго тысячелетия экономические условия функционирования сельского хозяйства в России изменились. Резко снизилось государственное финансирование работ по поддержанию почвенного плодородия. Большинство хозяйств не имеет достаточных финансовых ресурсов для организации известкования. Вследствие этого с 1988 года темпы известкования начали резко падать (табл. 2).

К настоящему времени площади произвесткованных земель уменьшились с 6 млн. га до 266 тыс. га (Якушев и др., 2013).

Помимо этого полностью разрушена технология производства, хранения, транспортировки и внесения известковых удобрений. Вся техника, предназначенная для известкования, устарела. В данных условиях продолжается рост площадей кислых почв.

На сегодняшний день деградация плодородия почв, обусловленная отрицательным балансом оснований, набирает темпы. Если в 2000–2004 гг. рН почв в Ленинградской области снижался на 0,015–0,02 ед. в год, то в 2004–2010 гг. ежегодное снижение уже составляло 0,03–0,04 ед. в год (Суханов, 2013). Это может привести к отрицательным экономическим и экологическим последствиям. На 1 января 2000 г. кислые почвы в

Российской Федерации (рН < 5,5) занимали 36,7 млн. га (Кузнецов и др., 2002). На сегодняшний день общая площадь кислых почв в России достигла 50 млн. га.

Деградация плодородия почв – процесс крайне опасный, поскольку он ставит под угрозу продовольственную безопасность и независимость страны. Опыт мирового земледелия показывает, что во всех странах с промывным режимом увлажнения почв, в результате которого идёт процесс обеднения почв основаниями, химическая мелиорация в различной степени, но обязательно поддерживается государством.

Альтернативы использованию известковых удобрений в России нет. Практику известкования почв в нужных объёмах необходимо восстановить в самое ближайшее время. Положительным примером в данном случае является опыт Татарстана. С 2010 г. из бюджета республики на известкование выделяется 400 млн. рублей, что позволяет известковать 140 000 га кислых почв ежегодно. Одна тонна известковых удобрений обеспечивает ежегодный прирост урожая на нечернозёмных почвах на 1,3 ц га<sup>-1</sup>, а на чернозёмах – на 1 ц га<sup>-1</sup>. Все затраты, связанные с известкованием, окупаются за 1,5–2 года (Якушев с соавт., 2013).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аскинази Д.Л. 1949. Фосфатный режим и известкование почв с кислой реакцией. Изд-во АН СССР. 205 с.
- Гарднер Г., Гарнер Г. 1954. Известкование почв в Англии. М. 226 с.
- Гедройц К.К. 1955. Учение о поглотительной способности почв. М. 343 с.
- Голубев Б.А. 1954. Кислые почвы и их улучшение. М., Сельхозгиз. 164 с.
- Кедров-Зихман О.Л. 1957. Известкование почв и применение микроэлементов. М. 429 с.
- Корнилов М.Ф., Благовидов Н.Л., Залесский С.К. 1951. Известкование почв. Л. 185 с.
- Кочетков В.П. 1919. Об известковании почвы и применении его в Америке // Известкование почвы в связи с внесением удобрений. М. С. 28–40.
- Кузнецов А.В., Павлихина А.В. 2002. Кислотность пахотных почв Российской Федерации // Вопросы известкования почв. М., Агроконсалт. С. 109–112.
- Кузьмич М.А. 2004. Агроэкологическое обоснование применения нетрадиционных химических мелиорантов в земледелии России. Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. М., НИИСХ ЦРНЗ. 324 с.
- Небольсин А.Н., Небольсина З.П. 2010. Известкование почв. СПб. 254 с.
- Прянишников Д.Н. 1940. Агрохимия. 643 с.
- Соколовский А.Н. 1919. Известкование в Германии // Известкование почвы в связи с внесением удобрений. М. С. 17–28.
- Суханов П.А. 2013. Научные основы оценки и управления агроресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области). Диссертация на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук. СПб., ГНУ АФИ. 351 с.
- Шильников И.А. 2002. Краткие итоги и задачи научных исследований по проблеме известкования почв в Российской Федерации // Вопросы известкования почв. М., Агроконсалт. С. 4–8.
- Шильников И.А., Лебедева Л. А. 1987. Известкование почв. М., ВО «Агропромиздат». 172 с.
- Яковлева Л.В. 2013. Миграция оснований в дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России. СПб. 105 с.
- Якушев В.П., Осипов А.И., Миннулин Р.М., Воскресенский С.В. 2013. К вопросу об известковании кислых почв в России. Агрофизика. 2 (10): 18–22.
- Ярусов С.С. 1948. Известкование подзолистых почв. М. 80 с.

