

ВЛИЯНИЕ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ

THE IMPACT OF DOLOMITE POWDER ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF DARK GRAY FOREST SOIL IN CROP ROTATION

Гладышева О.В. — кандидат с.-х. наук
Свирина В.А. — старший научный сотрудник
Сухрякова О.А. — младший научный сотрудник

O.V. Gladysheva — Candidate of Agricultural Sciences
V.A. Svirina — Senior Researcher
O.A. Suhryakova — Junior Researcher

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) 390502, Россия, Рязанская обл., Рязанский р-он., п/о Подвьязье, ул. Парковая, д. 1
E-mail: podvyaze@bk.ru

Institute of seed production and agricultural technologies ul. Parkovaya 1, Podvyazie, Ryazansky district, Ryazan region 390502 Russia
E-mail: podvyaze@bk.ru

Представлены данные научных исследований по влиянию CaCO_3 (доломитовой муки) на агрофизические свойства темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте на фоне применения удобрений и без них. Исследования проводили на полях ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ на темно-серой лесной тяжелосуглинистой по гранулометрическому составу почве в зернотравянопропашном севообороте во времени. Цель исследований — изучить влияние известкования в сочетании с минеральными удобрениями на агрофизические показатели плодородия темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы. Объектом экспериментальных исследований является доломитовая мука в качестве мелиоранта, ее влияние на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в севообороте. Одним из направлений улучшения свойств почвы, наращивания плодородия и обеспечения наибольшего положительного эффекта увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур в севообороте служат комплексные приемы совместного применения минеральных удобрений и их сочетание с доломитовой мукой. Рассмотрены изменения агрофизических свойств темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы. Показано, что применение в качестве мелиоранта доломитовой муки на фоне минеральных удобрений НРК90 снижает плотность почвы в слое 0–30 см в среднем по всем культурам севооборота до $1,370 \text{ г/см}^3$ (равновесной для типа почвы). Установлено, что доломитовая мука положительно влияла на увеличение водопрочных агрегатов в зернотравянопропашном севообороте по всем культурам и в среднем составила в варианте по фону минеральных удобрений — 46,3%, на 1,8% больше варианта без известкования и удобрений. Отмечено положительное влияние доломитовой муки, заделанной в дозах 9,46 т/га на варианте без минеральных удобрений и 12,6 т/га с минеральными удобрениями на общую пористость 49,5–50,1%. Наряду с положительным влиянием на агрофизические свойства почвы, внесенная доломитовая мука, минеральные удобрения оказали значительное влияние на продуктивность. Приведена продуктивность культур по годам в зернотравянопропашном севообороте от внесения извести, минеральных удобрений в среднем за 1 год — 10,5 ц к. ед. (14,7%), на варианте без применения минеральных удобрений — 7,6 ц к. ед. (12,0%).

The article presents the study of the impact of CaCO_3 (dolomite powder) on agrophysical properties of dark gray forest heavy loam soil and crop yield in crop rotation with and without fertilizers. The study was conducted in dark gray forest heavy loam soil in grain-grass-tilled rotation. The aim of the research was to study the impact of liming together with mineral fertilizers on agrophysical properties of dark gray forest heavy loam soil. The object of the study was dolomite powder, its impact on soil fertility and crop productivity. The combination of mineral fertilizers and dolomite powder improved soil properties, fertility and crop productivity. The application of dolomite powder with mineral fertilizers NPK90 decreased soil density to 1.370 g/cm^3 for all crops in a 0–30 cm layer. The application of dolomite powder increased water-stable aggregates for all crops. On average it was 46.1% in the option with mineral fertilizers, it was 1.8% higher than in the option without liming and fertilizers. Dolomite powder had a positive effect at a dose of 9.46 t/ha in the option without mineral fertilizers and at a dose of 12.6 t/ha in the option with mineral fertilizers on the total porosity of 49.5–50.1%. Dolomite powder and mineral fertilizers had a positive impact on crop productivity as well. Average crop productivity in a year: the option with mineral fertilizers and dolomite powder — 10.5 c. f. un. (14.7%), the option without mineral fertilizers — 7.6 c. f. un. (12.0%).

Keywords: liming, density, porosity, aeration, water stable structure, crop productivity in rotation.

Ключевые слова: известкование, плотность, порозность, аэрация, водопрочная структура, продуктивность культур в севообороте.

Введение

При интенсивном сельскохозяйственном использовании земель оптимальные параметры почвенного плодородия в большинстве случаев нарушаются, о чем свидетельствует изменение агрохимических свойств почвы, уменьшение запаса гумуса [8, 9, 12, 13], подкисление почвенной среды. Агрофизические свойства почвы — важнейшие составляющие плодородия почвы, также подвержены изменениям в процессе пользования землей, происходят различные эрозии почв, ухудшение

оструктуренности пахотного слоя, изменяется плотность почвы [1, 2, 9, 11].

Известно, что известкование оказывает многостороннее положительное действие на плодородие почвы, способствует увеличению доступности азота, фосфора и калия [6], улучшает агрофизические свойства почвы, снижает плотность (объемную массу) в почве. Наибольшее снижение плотности сложения (объемной массы) наблюдается при внесении доломитовой муки. Связано это с изменением физико-химических свойств почвы и более

мощным развитием корневой системы растений. За счет снижения плотности несколько увеличиваются запасы почвенной влаги, фильтрационная способность почв, их аэрация, а также уменьшается сопротивление при механических обработках [1, 12].

Известкование кислых почв, особенно в сочетании с внесением органоминеральных удобрений и возделыванием многолетних трав в севооборотах способствует сохранению и восстановлению агрономически ценной структуры почвы [5, 12].

Системный подход в земледелии, приведение к оптимальным показателям агрохимических и агрофизических свойств почвы с помощью различных агротехнических и химических приемов [4, 10, 13], обеспечение растений всеми необходимыми условиями жизни, способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур в 1,8–2,0 раза при высоком качестве и безопасности продукции.

Интерес в настоящее время вызывает изучение влияния известкования в сочетании с минеральными удобрениями на агрофизические показатели плодородия темно-серых лесных почв. В Рязанской области серые лесные почвы занимают значительную часть пашни — 689,7 тыс. га, или 37,4%, среди которых преобладают сильнокислые и среднекислые почвы [7].

Цель исследований — определить влияние доломитовой муки на агрофизические свойства темно-серой лесной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте.

Методика

Исследования проводили на полях ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ на темно-серой лесной тяжело-суглинистой по гранулометрическому составу почве в зерноотравнопропашном севообороте во времени. Исходные показатели плодородия были следующие: содержание гумуса (по Тюрину) в варианте без удобрений — 3,05%, на фоне применения (NPK)90 — 3,104%; P_2O_5 (по Кирсанову) — 10,6 и 19,0 мг/100 г почвы; K_2O (по Кирсанову) — 9,2 и 12,0 мг/100 г почвы; pH_{сол.} — 4,98 и 4,87; Нг — 4,11 и 4,77 мг.экв/100 г почвы; S — 20,0 и 18,5 мг.экв/100 г почвы; V — 81,3 и 75,9%; Ca — 16,9 и 17,5; Mg — 2,2 мг. экв/100 г почвы соответственно. Почва по кислотному режиму относится к сильнокислым — 4,11 — на варианте без удобрений и к среднекислым — 4,77 — на варианте с удобрениями.

Исходные данные по агрофизике: объемная масса после уборки предшествующей культуры — пшеницы яровой в 2011 году в варианте без удобрений — 1,475, в варианте с удобрениями — 1,457 г/см³. Содержание водопрочной структуры в варианте без удобрений — 39,48%, на удобренном — 40,23%. Влажность завядания без удобрений — 10%, на удобренном — 10,3%. Капиллярная влагоемкость: исходное содержание — без удобрений 26,05%, на удобренном — 26,2%. Строение почвы — исходное содержание 37,7–38,4%.

В 2011 году по вариантам под зяблевую вспашку внесена доломитовая мука в дозе 1,5 Нг. Чередуя культуры следующее: ячмень + клевер — клевер 1 г.п. — вико-овес з.к. — озимая пшеница — кукуруза — яровая пшеница. Технология выращивания культур соответствует рекомендованной для данной зоны.

Исследования проводили в 2012–2017 году в двухфакторном опыте: фактор А — удобрения (NPK)0 и (NPK)90; фактор В — внесение извести (доломитовой муки). Повторность опыта четырехкратная. Площадь учетной деланки 90 м². Минеральные удобрения вносили под каждую культуру фоном под основную обработку осенью. В качестве мелиоранта использовали доломитовую муку с содержанием Ca — 55%, Mg — 33%, с остатком на ситах с размером ячеек 10 мм — 0,5 мм — 5%; 3 мм — 9%; 1 мм — 19%, влажность — 12%. Доломитовая мука соответствует

ГОСТу 14050-93 мука известковая (доломитовая) марки В, первый класс [10].

Метеорологические условия в годы исследований были различны, что оказало влияние на урожайность культур в севообороте. Более благоприятными были погодные условия 2012, 2015, 2016 годов. Температура воздуха в мае — июне отмечена с небольшим превышением среднееголетних значений — на 3,2–4,8 °С, а количество осадков с отклонением от среднееголетнего значения на 19–100 мм в большую сторону. В течение вегетации 2013, 2014 годов — температура воздуха была выше среднееголетней на 4,3–4,8 °С, сумма осадков ниже среднееголетних значений на 28%. Условия весенне-летнего периода 2017 года по температурному режиму отмечены на уровне среднееголетних значений — 15–17 °С, с общим количеством осадков за апрель — май — июнь — июль в 86% от среднееголетних.

Результаты исследований и их обсуждение

Некоторые исследователи [2,12] считают, что плотность является первичным и определяющим фактором всей агрофизики почв, то есть это интегральный и динамичный показатель физического состояния корнеобитаемого слоя почвы, характеризующий ее структурное состояние и обуславливающий многие почвенные процессы — водный, воздушный, тепловой режимы.

Величина равновесной плотности для темно-серых лесных почв Рязанской области находится в пределах 1,37–1,42 г/см³, на деградированных почвах плотность сложения еще выше — 1,40–1,45 г/см³. Оптимальный же показатель плотности почвы для сельскохозяйственных культур составляет 1,0–1,3 г/см³. Поэтому возникает необходимость в разрыхлении почвы с помощью различных приемов, в том числе известкования [11].

Результаты исследований, представленные в таблице 1, показывают, что значения плотности колебались по годам. Величины объемной массы в отдельных случаях выходили за пределы оптимальных значений, так, в 2013 году под клевером 1 г.п. отмечено заметное переуплотнение почвы — 1,519 г/см³. Однако это носило сезонный характер и запашка клевера в дальнейшем снизила этот показатель до 1,415 г/см³.

Установлено положительное влияние доломитовой муки на фоне применения минеральных удобрений на агрофизические свойства темно-серой лесной почвы зерноотравнопропашного севооборота.

В наших исследованиях наиболее высокие показатели объемной массы почвы в слое 0–30 см в течение вегетации отмечены в варианте без применения минеральных удобрений и без химического мелиоранта — показатель в среднем за 6 лет составил 1,497 г/см³. Внесение доломитовой муки способствовало снижению плотности почвы до 1,405 г/см³, что меньше на 6,15 %.

На фоне минеральных удобрений в варианте с доломитовой мукой значение плотности пахотного слоя было ниже практически по всем культурам севооборота. Мелиорант снизил показатель плотности за севооборот на 0,05 ед. по сравнению с вариантами без внесения $CaCO_3$ — 1,420–1,370 г/см³.

По сообщению Е.И. Ломако, Ш.А. Алиева [3], проведенный учет затрат тяговых усилий при вспашке показал, что затраты на известкованной почве на 10–15% меньше, чем на не известкованной. Уменьшение плотности почвы связано с улучшением структуры почвы и с увеличением содержания органического вещества [1, 2, 7].

Важное агрономическое и противоэрозионное значение для темно-серых лесных почв имеет водопрочность агрегатов (мокрое просеивание), которая в значительной мере определяет способность почвы противостоять разрушающему воздействию падающих капель дождя и водного потока. Считается, что для обеспечения устойчивого во времени сложения пахотного горизонта в поч-

Таблица 1.

Плотность почвы в среднем в слое 0–30 см в годы исследований, г/см³

Вариант	Система известкования	Ячмень + клевер 2012 г.	Клевер 1 г.п. 2013 г.	Вико-овес 2014 г.	Озимая пшеница 2015 г.	Кукуруза 2016 г.	Яровая пшеница 2017 г.	Среднее
Без удобрений	-	1,441	1,519	1,453	1,411	1,440	1,415	1,497
	CaCO ₃	1,401	1,477	1,400	1,395	1,399	1,361	1,405
	-	-	-	-	-	-	-	-
Удобрения	-	1,455	1,436	1,434	1,406	1,418	1,410	1,420
	CaCO ₃	1,374	1,389	1,390	1,373	1,376	1,320	1,370
	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP _{0,5}	-	0,040	0,04	0,04	0,02	0,08	0,01	-
HCP'' _{0,5}	-	0,042	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	-

Таблица 2.

Влияние доломитовой муки на состояние общей пористости в слое 0–30 см, %

Система удобрений	Система известкования	Ячмень + клевер 2012 г.	Клевер 1 г.п. 2013 г.	Вико-овес 2014 г.	Озимая пшеница 2015 г.	Кукуруза 2016 г.	Яровая пшеница 2017 г.	Среднее
Без удобрений	-	48,0	49,3	47,8	47,4	46,2	47,4	47,7
	CaCO ₃	50,3	49,0	49,1	50,1	49,2	49,4	49,5
Удобрения	-	48,3	49,8	48,5	49,1	46,7	48,0	48,4
	CaCO ₃	51,1	49,6	51,0	50,6	50,7	53,3	51,1
HCP _{0,5}	-	-	-	3,02	2,15	3,07	2,12	2,01
HCP'' _{0,5}	-	-	-	1,85	1,7	2,15	1,60	1,55

ве должно содержаться не менее 40–45% водопрочных агрегатов. В наших исследованиях обогащение пахотного слоя (доломитовой мукой) благотворно сказалось на содержании водопрочной структуры на фоне минеральных удобрений (по методу И.Н. Саввинова).

Так, применение кальцийсодержащих мелиорантов способствует агрегации (склеивание частиц за счет коагуляции коллоидов, наличия гуматов) в более крупные размеры водопрочных агрегатов.

В первый год действие извести способствовало значительному увеличению содержания водопрочных агрегатов на фоне минеральных удобрений в слое 0–30 см — 38,6%, без извести — 32,7%; на фоне без удобрений с мелиорантом — 35,6%. Положительное влияние извести на увеличение водопрочных агрегатов сохранялось в течение 2013–2017 годов. Количество водопрочных агрегатов было практически одинаково по годам и находилось в пределах 47,4–48,4% в варианте с внесением CaCO₃ и применением минеральных удобрений. В варианте без минеральных удобрений, но с CaCO₃ — 46,9–46,4%. В среднем за 6 лет водопрочность в варианте с доломитовой мукой по фону минеральных удобрений находилась в пределах 46,3%, что на 1,8% больше, чем в варианте без внесения минеральных удобрений, но с применением известкования.

В течение севооборота водопрочность в варианте без минеральных удобрений изменялась с 35,6 до 46,9%, что больше, чем в вариантах без химического мелиоранта.

По содержанию водопрочных агрегатов можно судить и о строении почвы (пористости), характеризующей ее воздушный режим и потенциальную влагоемкость [2] (табл. 2).

В наших исследованиях выявлено увеличение порозности по всем культурам в севообороте в варианте без применения минеральных удобрений с CaCO₃ и в варианте

сочетания минеральных удобрений и известкования; показатель порозности находился в пределах 49,5–50,1%.

В варианте без удобрений пористость аэрации (некапиллярная) — 13,3%, с внесением доломитовой муки — 14,6%. Лучший показатель некапиллярной пористости (аэрации) в вариантах с внесением извести по фону минеральных удобрений — 16,3%, что на 1,4% больше, чем без внесения CaCO₃ — 14,9%.

Внесение извести, минеральных удобрений способствовали не только улучшению агрофизических свойств темно-серой лесной почвы, но и оказали значительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте (табл. 3). По результатам дисперсионного анализа, достоверная прибавка урожайности от внесения доломитовой муки получена по всем культурам севооборота. Применение доломитовой муки способствовало увеличению урожайности ячменя по удобренному фону на 4,3 ц/га, клевера — на 59 ц/га, вико-овсяной смеси — на 31,0 ц/га, озимой пшеницы — на 5,3 ц/га выше, кукурузы (зеленой массы) — на 51,0 ц/га, яровой пшеницы — на 6,6 ц/га. Прибавка от внесения доломитовой муки в вариантах без удобрений составила: на ячмене — 1,9 ц/га, клевере 1 г. п. — на 49 ц/га, вико-овсе — 18 ц/га, озимой пшенице — 3,2 ц/га, кукурузе — 43,0 ц/га, яровой пшенице — 4,3 ц/га.

Совместное применение минеральных удобрений и известкования позволяет повысить продуктивность звена севооборота до 136,6% от контрольного варианта, где не внесены минеральные удобрения и CaCO₃. На удобренном фоне внесение доломитовой муки обеспечивает 114,5% урожайности по сравнению с контролем.

Доломитовая мука достоверно увеличивала продуктивность зерновых культур по сбору в ц к. ед. в севообороте на фоне применения минеральных удобрений. Прибавка в 2012 году на ячмене + 5,7 ц к. ед., 2015 году на озимой

Таблица 3.

Продуктивность культур в зернотравянопропашном севообороте, ц. к. ед./га

Система удобрений	Система известкования	Ячмень + клевер 2012 г.	Клевер 1 г.п. 2013 г.	Вико-овес 2014 г.	Озимая пшеница 2015 г.	Кукуруза 2016 г.	Яровая пшеница 2017 г.	В среднем за год	Отклонение от контроля, ±
Без удобрен.	-	28,4	95,1	27,8	48,4	57,2	38,6	49,3	100,0
	CaCO ₃	30,8	102,4	32,1	54,1	70,9	44,1	55,7	114,5
Удобр.	-	40,4	93,0	32,7	65,6	68,2	54,6	59,0	116,7
	CaCO ₃	46,1	108,6	41,4	72,9	84,6	61,9	69,2	136,6
		+5,7	+15,6	+15,6	+7,3	+17,0	+7,3		
HCP _{0,5}		1,64	6,57	23,03	0,54	25,35	5,81		
HCP _{0,5}		0,97	4,57	13,69	2,84	25,3	4,04		

пшенице — 7,3 ц к. ед., в 2017 году на яровой пшенице — 7,3 ц к. ед. Эффективность известкования проявилась в увеличении зеленой массы вико-овса и кукурузы, прибавка составила соответственно — 15,6 ц к.ед. и 17,0 ц к. ед.

Выводы

Проведенные исследования показали, что известкование полуторной дозой мелиоранта оказывает положительное влияние на агрофизические свойства темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы и способствует улучшению агрофизических параметров, особенно в сочетании с минеральными удобрениями, увеличивая эффективность их применения. Количество водопрочных

агрегатов в слое почвы 0–30 см стало на 1,4–3,1% больше, порозность общая возросла на 1,8–2,7% по сравнению с вариантом без мелиоранта.

Применение доломитовой муки в сочетании с минеральными удобрениями в зернотравянопропашном севообороте увеличивало продуктивность в среднем за год на 10,5 ц к. ед. (14,7%), в варианте без применения минеральных удобрений — на 7,6 ц к. ед. (12,7%).

В среднем за ротацию севооборота условно чистый доход от внесения доломитовой муки составил в варианте без минеральных удобрений 3260,83 руб./га и в варианте с применением минеральных удобрений — 5049,17 руб./га.

ЛИТЕРАТУРА

- Биккин М.М. Влияние применения доломитовой муки на структурно-агрегатное состояние выщелочного чернозема / М.М. Биккин // Достижения науки и техники АПК. — 2014. — № 6. — С. 15–16.
- Борин А.А. Обработка почвы, агрофизика, засоренность и урожайность с/х культур / А.А. Борин, О.А. Коровина // Владимирский земледелец. — 2011. — № 1. — С. 14.
- Васильев И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев. — М.: Изд-во Колос, 2004. — 424 с.
- Гладышева О.В. Влияние мелиоранта на урожайность и плодородие темно-серой лесной почвы / О.В. Гладышева, А.М. Пестряков // Проблемы формирования комплексов машин и оборудования для агрохимического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции. — Рязань: ВНИМС, ноябрь 2014.
- Гладышева О.В. Химическая мелиорация в системе мер повышения плодородия и продуктивности почв / О.В. Гладышева, А.М. Пестряков, С.Я. Полянский // Вестник АПК Верхневолжья. — 2016. — № 2 (34). — С. 25–30.
- Гладышева О.В. Влияние известкования на физико-химические свойства темно-серой лесной почвы и продуктивность возделываемых культур / О.В. Гладышева, А.М. Пестряков, В.А. Свирина // Плодородие. — 2015. — № 6. — С. 17–19.
- Гладышева, О.В. Известкование для улучшения плодородия темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы / О.В. Гладышева, А.М. Пестряков, В.А. Свирина, Н.Г. Красников // Вестник РАСХН. — 2014. — № 6. — С. 26–27.
- Ильина Л.В. Комплексное воспроизводство плодородия серых лесных почв / Л.В. Ильина. — С. 13.
- Ильясов М.М. Энергосберегающие системы обработки почвы на выщелочном черноземе / М.М. Ильясов // Агрохимический вестник. — 2003. — № 4. — С. 18.
- Ломако Е.И. Известкование почв республики Татарстан / Е.И. Ломако, Ш.А. Алиев // Казань: Центр инновационных технологий, 2004.
- Пестряков А.М. На принципах разноглубинности и вариативности / А.М. Пестряков // Земледелие. № 2. — 2007. — С. 19–20.
- Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности с/х культур и их взаимосвязь / В.Г. Сычев. — М.: Изд-во ЦИНАО, 2003. — 288 с.
- Сычев В.Г. Состояние и эффективность химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации / В.Г. Сычев, И.А. Шильников, Н.И. Аканова // Плодородие. — 2013. — № 1. — С. 9–10.

REFERENCES

- Bikkin M.M. Influence of the application of dolomite flour on the structural-aggregate state of leached chernozem / M.M. Bikkin // Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. 2014. № 6. P. 15–16.
- Borin A.A. Soil cultivation, agrophysics, weed and yield of agricultural crops / A.A. Borin, O.A. Korovin // The Vladimir farmer. 2011. № 1. P. 14.
- Vasiliev I.P. Workshop on agriculture / I.P. Vasiliev, A.M. Tulikov, G.I. Bazdyrev. Moscow: Kolos Publishing House, 2004. 424 p.
- Gladysheva O.V. Influence of meliorant on yield and fertility of dark gray forest soil / O.V. Gladysheva, A.M. Pestryakov // Problems of formation of complexes of machines and equipment for agrochemical provision of agricultural production. Ryazan: VNIMS, November 2014.
- Gladysheva O.V. Effect of liming on the physico-chemical properties of dark-gray forest soil and the productivity of cultivated crops / O.V. Gladysheva, A.M. Pestryakov, V.A. Svirina // Fertility. 2015. № 6. P. 17–19.
- Gladysheva O.V. Liming for improving the fertility of dark gray forest heavy loamy soil / O.V. Gladysheva, A.M. Pestryakov, V.A. Svirina, N.G. Krasnikov // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2014. № 6. P. 26–27.
- Ilyina L.V. Complex reproduction of fertility of gray forest soils / L.V. Ilyina. P. 13.
- Ilyasov M.M. Energy-saving systems of soil cultivation on leached chernozem / M.M. Ilyasov // Agrochemical Herald. 2003. № 4. P. 18.
- Lomako E.I. Soil liming of the Republic of Tatarstan / E.I. Lomako, Sh.A. Aliev. Kazan: Center for Innovative Technologies, 2004.
- Pestryakov A.M. On the principles of disagreement and variability / A.M. Pestryakov // Agriculture. № 2. 2007. P. 19–20.
- Sychev V.G. The main resources of crop productivity and their interrelation / V.G. Sychev. Moscow: Publishing House of CINAО, 2003. 288 p.
- Sychev V.G. State and effectiveness of chemical land reclamation in agriculture in the Russian Federation / V.G. Sychev, I.A. Shilnikov, N.I. Akanova // Fertility. 2013. № 1. P. 9–10.