

влияние на ход динамики N, P в почве. Вместе с тем, имелись разнонаправленные тенденции.

Из таблицы 3 видно, что наибольшая урожайность получена в 2020 г. Полагаем этому поспособствовали осенние и майские осадки. В варианте с твердыми минеральными удобрениями получена урожайность больше контроля на 35,63 %. Из вариантов с жидким удобрением Изагри можно выделить варианты 4 и 6 с урожайностью выше контроля на 29,89 и 28,74 % соответственно.

3. Урожайность озимой пшеницы сорта Хасыр при применении минеральных удобрений и гуматов, т/га

Номер делянки	Урожайность, т/га			Среднее	Прибавка к контролю
	2019 г.	2020 г.	2021 г.		
I	3,20	2,79	1,84	2,61	-
II	3,45	4,59	2,59	3,54	0,93
III	3,30	4,08	2,51	3,30	0,69
IV	3,66	3,92	2,58	3,39	0,78
V	3,61	3,73	2,54	3,29	0,68
VI	3,65	3,90	2,52	3,36	0,75
HCP ₀₅	0,31	0,48	0,24		

На контроле в среднем за 3 года (2019-2021) урожайность равна 2,61 т/га. Затраты на производство составляют 10000 руб/га, минимальная стоимость 1 кг зерна в среднем была 12 руб. Таким образом получена прибыль в размере 21320,00 руб. Наибольшая урожайность от-

мечена в варианте 2 (N₃₀P₃₀) за минусом затрат на производство и минеральные удобрения была получена прибыль 29046,6 руб. что больше по отношению к контролю на 7726,56 руб., или на 36,2 %. Наибольшую прибыль получили в варианте 4 (Изагри Азот некорневая обработка в фазе кущения, 2 л/га + Изагри Азот некорневая обработка в фазе выхода в трубку, 2 л/га) – 29680 руб., что больше контроля на 8360,0 руб. Также можно выделить вариант 3, где использовали только обработку семян (1 л/т), прибыль составила 29542,8 руб., что по отношению к контролю больше на 38,6%.

Заключение. Применение жидкого удобрения Изагри в аридных условиях Республики Калмыкия позволяет получить урожай зерна выше, чем на естественном агрономическом фоне и немного ниже, чем на удобренном фоне. Однако, по затратам применение жидких удобрений экономически выгодно и позволяет поддерживать плодородие почвы.

Литература

1. Методические рекомендации проведения осеннего сева. – Элиста: Калмыцкий НИИС им. М.Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2021. – С. 9-11.
2. Эффективность применения жидких удобрений в аридных условиях Республики Калмыкия. Даваев А.В., Гольдварг Б.А., Унканжинов Г.Д.// Агрохимический вестник. – 2021. – №3. – С. 7-10.
3. Урожайность и качество озимой пшеницы при применении жидкого удобрения Изагри в аридных условиях Юга России// Плодородие. – 2020. – №4. Сост.: А.В. Даваев, Б.А. Гольдварг. В.И. Козырчук.

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF LIQUID FERTILIZER "IZAGRI" IN THE CULTIVATION OF WINTER SOFT WHEAT OF THE VARIETY "KHASYR" IN ARID CONDITIONS OF THE CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

A.V. Davaev – Senior Researcher of the Department of Arid Agriculture, Forage Production, Breeding and Seed Production, PhD Agricultural, B.A. Goldvarg – Leading Researcher of the Department of Arid Agriculture, Forage Production, Breeding and Seed Production, PhD Agricultural, V. I. Kozyrchuk – Senior Researcher of the Department of Arid Agriculture, Forage Production, Breeding and Seed Production.

FSBSI «PAFNC RAS» Address: O.I. Gorodovikov Square 1, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, 358011, tel.: +79093994457, e-mail: davaev.a.v@mail.ru

The results of testing the Izagri liquid fertilizer when growing winter wheat of the Khasyr variety are presented. The data for 2019-2021 are presented. in arid conditions of the central zone of the Republic of Kalmykia. The use of fertilizers contributed to enhanced growth and development of plants, improved nutritional regime, increased yields, and economic efficiency was calculated.

Key words: winter wheat, productivity, mineral, liquid fertilizers.

УДК 631.445.24.:631.85:631.821.1

DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.06

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНЫХ И МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ

*Н.А. Кирпичников, д.с.-х.н., С.П. Бижан, к.с.-х.н., ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
e-mail: kziek@yandex.ru*

Работа выполнена по государственному заданию (0429-2021-0002) на 2022 г.

На кислой дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с высоким уровнем подвижного алюминия в длительном полевом опыте выявлена высокая эффективность совместного применения фосфорных и магниевых удобрений при известковании. Без известкования фосфорные удобрения повышают урожайность ярового ячменя на 65%. При известковании дозами по 1,5 и 2,5 Нг (в сумме за все годы) она увеличивается в 2,1 и 2,5 раза, а в сочетании с магниевыми удобрениями – в 2,5 и 2,9 раза соответственно по сравнению с уровнем урожайности на фоне азотно-калийных удобрений 15,5 ц/га. При известковании и применении магниевых удобрений повышается окупаемость минеральных удобрений (N₉₀P₆₀K₉₀) прибавкой зерна в 3 раза, достигая 13,0 кг/кг, а также использования фосфора растениями в 3,4 раза. Содержание белка при этом повышается на 1,3%.

Ключевые слова: урожайность, яровой ячмень, дерново-подзолистая почва, качество, удобрение, известь, магний.

Для цитирования: Кирпичников Н.А., Бижан С.П. Эффективность магниевых удобрений в посевах ячменя на дерново-подзолистой почве различной кислотности// Плодородие. – 2022. – №5. – С. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.06.

С повышением доз вносимых минеральных удобрений и ростом урожайности применяемых новых сортов зернового ряда в настоящее время увеличивается вынос питательных веществ из почвы, при этом потребность растений в магнии, как необходимого элемента в их питании, возрастает. Необходимость применения магниевых удобрений связана прежде всего с увеличением площадей почв с низким содержанием подвижного магния (до 7-8 мг MgO/100 г почвы). Так в Московской области, где интенсивно применяли традиционные минеральные удобрения (NPK), площадь почв пашни с низким и средним содержанием подвижного магния составляла около 70% [1]. Причинами увеличения площадей с низким содержанием подвижного магния являются не только возрастающий вынос магния с урожаем при внесении удобрений, но и усиление процессов выщелачивания этого элемента из пахотного слоя при отсутствии известкования и многолетнем применении в основном только калийных и азотных удобрений, особенно тех из них, которые вызывают подкисление почвы [2-6]. Некоторыми исследованиями установлено, что магниевые удобрения повышают урожайность и качество не только высокотребовательных культур к магнию (картофель, овощи), но и зерновых культур, повышая их устойчивость к полеганию [1, 6, 7].

Эти и другие опыты проведены в условиях лёгких почв, однако на средних и тяжелых по гранулометрическому составу подзолистых суглинистых почвах исследований по изучению эффективности магниевых удобрений в сочетании с фосфорными в зависимости от известкования в посевах ярового ячменя явно недостаточно, тем более в условиях длительного полевого опыта при использовании современных высокоурожайных сортов.

Цель исследований – изучить эффективность магниевых удобрений на различной по уровням кислотности дерново-подзолистой почве длительного полевого опыта при возделывании ярового ячменя сорта НУР.

Методика. Изучение эффективности магниевых удобрений в сочетании с фосфорными проводили в длительном полевом опыте СШ-27, где базовыми вариантами являются фосфорные удобрения и дозы извести, вносимые периодически. Исходная почва слабоокультуренная: рН_{KCl} 3,4-4,2, P₂O₅ и K₂O (по Кирсанову) 3,9-5,0 и 110 мг/кг соответственно, гумус 1,5%. Минеральные удобрения состояли из аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия. Магниевые удобрения применяли в форме сульфата магния из расчета 30 кг/га MgO, как и другие удобрения под предпосевную культивацию. Эффективность магниевых удобрений изучали в сочетании с фосфорными на трех фонах: 1 – без извести, 2 – известь по 1,5 Нг (по 0,5 Нг в первых трёх ротациях), 3 – известь по 2,5 Нг (по 1,0 Нг в первой и третьей и 0,5 Нг в восьмой ротациях) на общем фоне азотно-калийных удобрений. В соответствии с этим в 12-й ротации почвы имели различные агрохимические свойства:

1. рН_{KCl} 4,0; Нг 5,32 ммоль/100 г, S – 6,8 ммоль/100 г, АІ подвижный – 130,0 мг/кг.

2. рН_{KCl} 4,7; Нг 5,00 ммоль/100 г, S – 7,7 ммоль/100 г, АІ подвижный – 34,6 мг/кг.

3. рН_{KCl} 5,4; Нг 3,60 ммоль/100 г, S – 9,4 ммоль/100 г, АІ подвижный – 14,2 мг/кг.

Содержание подвижного фосфора в вариантах с внесением фосфорных удобрений 102-104 мг/кг.

Исследования проводили со следующим чередованием культур: 1 – озимая пшеница; 2 – яровой ячмень; 3 – горох (13-я ротация). Агротехника – принятая в Московской области, математическую обработку данных производили дисперсионным методом по Б.А. Доспехову.

Метеорологические условия в годы проведения опыта были менее благоприятными, чем например в 2017, 2018 г., когда урожайность ярового ячменя в лучших вариантах составила 55-62 ц/га. Так вегетационный период 2020 г. отмечался резким недостатком влаги в июне и июле. В 2021 г. наблюдался избыток осадков в первой и третьей декадах апреля, когда их количество превышало среднееголетнюю норму в 4 и 12 раз соответственно. Во второй декаде июня и июля 2021 г. отмечалась высокая температура воздуха (30-34⁰С) при отсутствии осадков. Сложившиеся неблагоприятные условия весны и лета отрицательно сказались на развитии растений ярового ячменя.

Результаты и их обсуждение. Урожайность ярового ячменя сорта НУР возрастала в зависимости от степени окультуренности почвы и применяемых магниевых удобрений (табл. 1)

1. Урожайность ярового ячменя и окупаемость NPK прибавкой зерна при применении магниевых удобрений и известковании (в среднем за 2020-2021 г.)

Вариант	Удобрения	Урожайность, ц/га	Прибавка от применяемых удобрений, ц/га		Окупаемость NPK, кг/кг
			от P ₂ O ₅	от P ₂ O ₅ + Mg	
4,0 (без применения извести)	Контроль (без удобрений)	14,8	-	-	-
	N ₉₀ K ₉₀	15,5	-	-	-
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	25,7	10,2	-	4,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	27,2	-	11,7	4,9
4,7 (с известью по 1,5 Нг)	N ₉₀ K ₉₀	25,9	-	-	-
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	34,1	8,2	-	7,8
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	38,0	-	12,1	9,4
5,4 (с известью по 2,5 Нг)	N ₉₀ K ₉₀	33,9	-	-	-
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	39,4	5,5	-	9,9
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	44,3	-	10,4	13,0
НСР		2,8			

При внесении в почву минеральных удобрений в форме аммиачной селитры и хлористого калия в варианте НК, когда не применяли фосфорные удобрения и известкование, содержание подвижных, токсичных для растений ячменя, форм алюминия за все годы исследований возросло более чем в 10 раз. Это негативно сказалось на уровне урожайности данной культуры в этом варианте, который не превышал контрольный. Значительный рост урожайности ярового ячменя при известковании, так же как и без известкования, отмечался в вариантах с применением фосфорных удобрений на

дерново-подзолистой почве: при pH_{KCl} 4,0 урожайность ярового ячменя повысилась на 66%. На известкованной почве (дозой по 2,5 Нг) при pH_{KCl} 5,4, прибавки урожая от применения фосфорных удобрений снижались и составили 17%. Уменьшение прибавок урожая от фосфорных удобрений в вариантах с применением известкования обусловлено мобилизирующим действием извести на почвенный поглощающий комплекс. Это приводит к увеличению обеспеченности растений фосфором, особенно при внесении высокой дозы, которая в 2 с лишним раза увеличивала среднюю урожайность ячменя по сравнению с вариантом НК. Столь высокая эффективность известкования обусловлена, видимо, и неблагоприятными условиями погоды, а также высоким содержанием подвижного алюминия в сильноокислой почве на фоне азотно-калийных удобрений, что отмечают также другие исследователи [8, 9].

Эффективность магниевых удобрений также зависела от известкования. На неизвесткованной почве магниевые удобрения не приводили к достоверному росту урожайности ярового ячменя – средняя прибавка по сравнению с фоном $N_{90}P_{60}K_{90}$ составила только 5%. Связано это, очевидно, с высоким содержанием подвижного алюминия в сильноокислой почве (pH_{KCl} 4,0), который является антагонистом при поступлении магния в растения [2, 3].

В вариантах с известкованием, особенно при дозе 2,5 Нг, когда содержание подвижного алюминия, токсичного для растений ячменя, в почве уменьшалось в несколько раз, наблюдалось статистически значимое повышение прибавки урожая, которая составила 12%. При внесении фосфорных удобрений с использованием магниевых в варианте с известкованием дозой 2,5 Нг получена средняя урожайность 44,3 ц/га, превышающая таковую в варианте НК в 2,8 раза. Также повышалась окупаемость полного минерального удобрения в 2,2 раза по сравнению с применением NPK в варианте без извести, составив по зерну 9,9 кг/кг, а в варианте с магниевыми удобрениями – 13,0 кг/кг.

Урожайность зерна ярового ячменя тесно связана с показателями структуры (количество продуктивных стеблей и др.), увеличение показателей структуры урожая в большей мере происходило от известкования (табл. 2).

2. Некоторые элементы структуры урожая ярового ячменя (в среднем за 2020-2021 г.)

Реакция почвенной среды (pH_{KCl})	Удобрения	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Число продуктивных стеблей	$K_{хоз}$
4,0 (без извести)	Контроль (без удобрений)	12,0	36,2	350	0,45
	$N_{90} K_{90}$	11,9	36,0	358	0,44
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	16,8	40,3	360	0,48
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	17,0	39,7	363	0,48
4,7 (с известью по 1,5 Нг)	$N_{90} K_{90}$	16,0	40,0	390	0,49
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	17,6	42,5	419	0,50
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	18,2	43,6	440	0,53
5,4 (с известью по 2,5 Нг)	$N_{90} K_{90}$	17,4	42,5	400	0,51
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	20,9	44,6	441	0,54
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	21,6	46,7	449	0,55

Так при известковании, когда pH_{KCl} достиг 5,4 (известь по 2,5 Нг), отмечен рост показателей элементов

структуры урожая: массы зерен на 18%, числа зерен в колосе на 46%, продуктивных стеблей на 11%. В вариантах с известкованием наблюдалась тенденция к повышению показателей структуры урожая при внесении магниевых удобрений, особенно количества зерен в колосе.

Хозяйственный коэффициент урожая в вариантах с окультуренной почвой, когда применяли полное минеральное удобрение (NPK) совместно с магниевым, увеличился с 0,44 до 0,54, т. е. с преобладанием репродуктивной части урожая (зерно) ячменя над вегетативной (солома). Это свидетельствует о положительном влиянии фосфорных и магниевых удобрений на данный фактор.

Известкование и применение удобрений повышали потребление (вынос) фосфора растениями, его уровень, напрямую зависел от урожайности (табл. 3).

3. Вынос фосфора и коэффициент его использования (в среднем за 2021-2022 г.)

Реакция почвенной среды, pH_{KCl}	Удобрения	Вынос фосфора, кг/га	КИФ
4,0 (без применения извести)	Контроль (без удобрений)	14,4	-
	$N_{90} K_{90}$	14,1	-
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	26,4	20,0
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	27,9	23,0
4,7 (с применением извести по 1,5 Нг)	$N_{90} K_{90}$	28,5	-
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	40,3	43,3
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	44,3	50,3
5,4 (с применением извести по 2,5 Нг)	$N_{90} K_{90}$	42,3	-
	$N_{90}P_{60} K_{90}$	50,0	59,1
	$N_{90}P_{60}K_{90} + Mg$	54,9	68,0

Примечание. Расчет коэффициента использования фосфора растениями произведен от общего фона НК (без извести).

Внесение фосфорных удобрений на неизвесткованной почве увеличивало вынос фосфора растениями в среднем почти в 2 раза, а на известкованной по 2,5 Нг – в 3,5 раза больше, чем в варианте азотно-калийных удобрений без применения извести. При совместном внесении полного минерального (NPK) и магниевого удобрения на почве, известкованной по 2,5 Нг (суммарно), вынос фосфора растениями был максимальным (54,9 кг/га), что превышало этот показатель в варианте НК в 3,9 раза. В расчете на 1 т зерна вынос фосфора в зависимости от применения удобрений изменялся с 10 до 11,9 кг/га.

Улучшение обеспеченности растений ярового ячменя фосфором при известковании и внесении фосфорных и магниевых удобрений положительно сказалось на использовании ими этого элемента. При известковании по 1,5 Нг коэффициент использования фосфора (КИФ) из удобрений увеличивался в 2,1 раза, а при известковании по 2,5 Нг – в 2,9 раза, с внесением магниевых удобрений – в 2,5 и 3,3 раза соответственно. Получение больших коэффициентов выноса фосфора из удобрений (50-68%) связано с высоким эффектом известкования по отношению к варианту азотно-калийных удобрений, в почве которого содержание подвижного алюминия составляет 130,1 мг/кг, что стало причиной низкого выноса. Такая закономерность выявлена в работе [2].

Качество зерна ярового ячменя зависело от условий года, а также от применения удобрений. В условиях меньшего количества осадков в вегетационный период

2020 года содержание белка в зерне было выше, чем при обилии осадков в 2021 году.

Применение фосфорных удобрений при всех дозах известки не оказало существенного влияния на содержание белка, но при совместном их внесении с магниевыми удобрениями наблюдалось его повышение на 0,4% по сравнению с фоном НК. Достоверное повышение содержания белка обеспечивало известкование дозой 2,5 Нг, применение фосфорных и магниевых удобрений при этой дозе известки способствовало получению максимального содержания белка (12,1 и 11,7%), что превышает уровень варианта азотно-калийных удобрений на 1,0 и 1,3% соответственно (табл. 4).

4. Некоторые качественные показатели зерна ярового ячменя при применении полного минерального удобрения (NPK) совместно с магниевым при различных уровнях кислотности почвы (в среднем за 2021-2022 г.)

Реакция почвенной среды, рН _{KCl}	Удобрения	Белок	Экстрактивность
		%	
4,0 (без известки)	Контроль (без удобрений)	10,6	68,8
	N ₉₀ K ₉₀	10,8	68,6
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,9	67,8
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	11,1	67,5
4,7 (с известью по 1,5 Нг)	N ₉₀ K ₉₀	11,2	67,1
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,4	66,6
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	11,6	66,3
5,4 (с известью по 2,5 Нг)	N ₉₀ K ₉₀	11,6	66,8
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,7	66,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Mg	11,9	65,6

Экстрактивность зерна по мере повышения урожайности и содержания белка под влиянием удобрений снижается с 69,1 до 65,0%. При таких показателях качества (ГОСТ 5060-86) данное зерно ярового ячменя сорта НУР относится к зернофуражному.

Заключение. При возделывании ярового ячменя в длительном полевом опыте выявлена высокая эффективность применения как магниевых, так и фосфорных удобрений на известкованной дерново-подзолистой почве, когда значение рН_{KCl} составляет 5,4 ед. Совместное их внесение при этом обеспечивает повышение урожайности в 2,9 раза по сравнению с урожайностью (15,5 ц/га), полученной на фоне азотно-калийных удобрений. За счет внесения магниевых удобрений урожайность повышалась на 13%.

При известковании и применении магниевых удобрений увеличивалась окупаемость минеральных удобрений (N₉₀P₆₀ K₉₀) прибавкой зерна в 3 раза, повышались использование фосфора растениями ярового ячменя в 3,4 раза и содержание белка в зерне на 1,3%.

Литература

1. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агроэкосистемах России – агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения/ Под ред. ак. РАН Сычева В.Г. – М.: ВНИИ агрохимии, 2019. – С. 200-255.
2. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – Санкт-Петербург: ЛНИИСХ, 2005. – С. 90-118.
3. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленев Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М.: ВНИИ агрохимии, 2008. – 340 с.
4. Кук Д.У. Факторы, лимитирующие урожай и их взаимодействие в системах земледелия // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1987. – №2. – С. 124-130.
5. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. – М., 1990. – 218 с.
6. Kiss A. Sandor. Magnesiumtrayazas magnesium f biologiaban // Mezőgazdasági Kiado. Budapest, 1983. – 159 p.
7. Методические рекомендации по применению сульфата магния в сельскохозяйственном производстве. – М.: ФГБНУ ВНИИ агрохимии, 2017. – 27 с.
8. Гомонова Н.Ф. Влияние 30-летнего применения минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур и агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – №1. – С. 8-11.
9. Kamprath E.J. Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 1970. V. 34, №2. P. 252-254.

EFFICIENCY OF MAGNESIUM FERTILIZERS IN CROPS OF BARLEY-NYA ON SODDY-PODZOLIC SOIL OF DIFFERENT ACIDITY

ON THE. Kirpichnikov, Doctor of Agricultural Sciences n., S.P. Bizhan, Ph.D. n.
All-Russian Research Institute of Agrochemistry. D.N. Pryanishnikov, e-mail: kzuek@yandex.ru
The work was carried out according to the state order (0429-2021-0002) for 2022.

On acid soddy-podzolic heavy loamy soil with a high level of mobile aluminum in a long-term field experiment, a high efficiency of the combined use of phosphorus and magnesium fertilizers during liming was revealed. Without liming, phosphate fertilizers increase the yield of spring barley by 65%. When liming with doses of 1.5 and 2.5 Ng (in total for all years), it increases by 2.1 and 2.5 times, and in combination with magnesium fertilizers – by 2.5 and 2.9 times, respectively, compared with a yield level against the background of nitrogen-potassium fertilizers of 15.5 q/ha. With liming and the use of magnesium fertilizers, the payback of mineral fertilizers (N₉₀P₆₀K₉₀) increases by a 3-fold increase in grain, reaching 13.0 kg/kg, as well as the use of phosphorus by plants by 3.4 times. The protein content increases by 1.3%.

Key words: productivity, spring barley, sod-podzolic soil, quality, fertilizer, lime, magnesium.