

17. Шевченко В.А. и др. Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий. - М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. - 205 с.
18. Шевченко В.А. Современное состояние выбывших из оборота мелиорированных земель и перспективы их освоения. - М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2021. - 410 с.

19. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Динамика содержания кальция и магния при вовлечении в оборот залежных земель Нечерноземья (или Нечерноземной зоны) // Промышленность и сельское хозяйство. - 2021. - № 4 (33). - С. 6-10.
20. Шильников И.А. и др. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. - М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2008. - 340 с.

OPTIMIZATION OF THE ACID-BASE RATIO OF SOD-PODZOLIC SOIL DURING CULTURAL-TECHNICAL DEVELOPMENT OF BUSHY LAYLANDS

A.I. Ivanov, chief research fellow, D. Sc. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, North-West Centre of Interdisciplinary Researches on Problems of Food Maintenance St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru, Tel.: +7 (911) 082-57-81

In a field experiment in a grass crop rotation, we assessed changes in the acid-base ratio of strongly acidic heavy loamy sod-podzolic gleyic soil during the reclamation of bushy laylands. As ameliorants, we used products from the processing of trees and shrubs (chips, chaff, biochar and ash) and a complex of traditional ameliorants (ground dolomite and bird droppings). During development with uprooting, the pH_{KCl} value decreased by 0.18 units and the soil is acidified due to increased mineralization of organic matter. Products from the processing of trees and shrubs had a multidirectional effect on the physicochemical status of the soil: a pronounced acidifying effect of the chaff, a neutral effect of wood chips, a weak neutralizing effect of biochar, and a pronounced neutralizing effect of ash. Maximum optimization of the acid-base ratio of the soil to a level close to neutral was achieved with the combined application of biochar and ash with traditional ameliorants, when pH_{KCl} value reached on average 5.71 and 5.77 units, hydrolytic acidity — 2.44 and 2.57, S-value — 12.42 and 12.17 $cmol(eq)kg$, V_{bas} — 84 and 83%, respectively.

Keywords: soil acidity, sod-podzolic soil, tree and shrub vegetation, complex of traditional ameliorants, biochar, ash, ground dolomite, bird droppings

УДК 631.81:631.412

DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.14

АГРОНОМИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Р.Х. Габитов¹, А.А. Лукманов², д.с.-х.н., Ф.Н. Сафиоллин¹, д.с.-х.н., Марс М. Хисматуллин³, д.с.-х.н., Г.С. Миннуллин¹, д.с.-х.н., Марсель М. Хисматуллин¹, д.с.-х.н.

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, 65

² ФГБУ «ЦАС «Татарский»; Республика Татарстан, г. Казань, Оренбургский тракт, 120

³ ФГБУ «Управление «ПРИВОЛЖСКМЕЛИОВОДХОЗ»

420073, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Гвардейская, д. 15

e-mail: RanisGabitov@tatar.ru, e-mail: agrohim_16_1@mail.ru, e-mail: faik1948@mail.ru,

e-mail: rezi-almet@yandex.ru, e-mail: spk932009@yandex.ru, e-mail: marselmansurovic@mail.ru

Рассматриваются вопросы агрономической и энергоэкономической эффективности известкования, фосфоритования и внесения расчетных доз минеральных удобрений с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан. Установлено, что комплексное применение агрохимикатов (известкование, фосфоритование и азотно-фосфорно-калийные удобрения) способствует повышению ресурсного потенциала выщелоченного чернозема на 39%. Рентабельность производства зерновых единиц на выщелоченных черноземах повышается от 45% на контроле до 60,3% в варианте комплексного применения агрохимикатов, а себестоимость снижается до 6,2 тыс. руб/т в сравнении с 6,9 тыс. руб/т в контрольном варианте опыта. Для достижения таких же высоких результатов на серых лесных почвах дозу внесения известки необходимо увеличить на 0,75 т/га, а минеральных удобрений - в 2,06 раза по сравнению с выщелоченными черноземами.

Ключевые слова: почвенный покров, известкование, фосфоритование, минеральные удобрения, зерновые единицы, рентабельность, чистая прибыль, себестоимость.

Для цитирования: Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М., Миннуллин Г.С., Хисматуллин М.М. Агрономические и энергоэкономические показатели химической мелиорации зональных почв республики Татарстан и применения расчетных доз минеральных удобрений// Плодородие. — 2024. - №1. — С. 55-60. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.14.

В современном агропромышленном комплексе для повышения ресурсного потенциала земель с агрономической и экономической точек зрения необходимы проведение химической мелиорации и регулирование режима питания растений с учетом естественного

плодородия почвенного покрова Российской Федерации, в том числе Республики Татарстан.

Решение этой проблемы зависит от уровня развития производительных сил общества. Например, в старину система подготовки почвы деревянной сохой, ручной

посев и послепосевное боронование деревянной бороной обеспечивали получение 25-30 пудов зерна с 1 га пашни (4,0-4,8 ц/га). С освоением трехпольного севооборота урожайность полбы, ячменя, озимой ржи выросла до 6,5-7,0 ц/га [1, 2]. Периоды индустриализации промышленности бывшего СССР, технического перевооружения сельского хозяйства, введения коллективных форм использования земель (формирование колхозов и совхозов) позволили увеличить продуктивность пашни до 10-12 ц/га и обеспечить население страны хлебом и другими продуктами питания.

В 60-ые годы прошлого века в стране строились заводы и предприятия по производству минеральных удобрений: Менделеевский завод по производству азотных удобрений (Республика Татарстан), предприятие по добыче калийных удобрений (г. Березники Пермской области). Основными добытчиками и производителями фосфоросодержащих удобрений стали Мурманская область, Череповцы и Нижний Новгород [3, 4].

С одной стороны, в период бурной химизации сельского хозяйства урожайность зерновых культур удвоилась. В Республике Татарстан в отдельных хозяйствах насыщенность пашни NPK-удобрениями достигла 250-300 кг, а урожайность даже на серых лесных почвах Арского района - рекордного показателя в 35 ц/га.

По мере повышения доз внесения минеральных удобрений объемы использования энергетических ресурсов на производство растениеводческой продукции существенно увеличились. Если в начале XX в. на 100 калорий продукции затрачивалось 48 калорий совокупной энергии, то в период интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур в 1,5 раза больше [5, 6].

С другой стороны, из-за резкого повышения кислотности почв под действием высоких доз внесения физиологически кислых минеральных удобрений, угнетения почвенных микроорганизмов, продуктивность земель сельскохозяйственного назначения вернулась на прежний уровень. В связи с этим была принята программа «Известь 20 на 80»: 80 % затрат покрывались за счет бюджетных средств, а 20% за счет средств конкретного хозяйства. В настоящее время это соотношение изменено на 50:50, и известкование должно сопровождаться внесением оптимальных доз минеральных удобрений с учетом плодородия зональных почв не только Российской Федерации, но и внутри отдельного ее региона [7].

Цель наших исследований - разработать и внедрить высокоэффективные приемы химической мелиорации земель с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан (выщелоченные черноземы, темно-серые и серые лесные почвы) с последующим применением расчетных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га з.е.

Методика. Двухфакторный полевой опыт проводили в 2018-2022 г. на трех типах почв: выщелоченные черноземы (ПСХК «Ембулатово») Буинского, темно-серые почвы (ООО АФ «Нур») Тетюшского, серые лесные почвы (ООО АПК «Продовольственная программа») Мамадышского муниципальных районов Республики Татарстан. Схема опыта приведена в разделе «Результаты и их обсуждение».

Основным методом исследований был полевой опыт, проводимый по методике Б.А. Доспехова (1987) для зерновых культур и по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1997) для кукурузы на силос [8, 9].

Делянки опыта площадью 108 м² (3,6 x 30=108 м²) размещали в систематическом порядке, в 4-кратной повторности.

Учет урожайности проводили сплошным комбайнированием с последующим переводом в зерновые единицы с учетом утвержденных МСХ РФ коэффициентов перевода [10, 11]: 1 кг зерна озимой ржи, яровой пшеницы, ярового ячменя равняется 1 з.е., а кукурузы на силос с початками в молочно-восковой спелости – 0,17 з.е.

Погодно-климатические условия в годы проведения исследований отличались от среднемноголетних показателей, особенно по влагообеспеченности. За вегетационный период 2021 г. в Предволжской зоне (выщелоченные черноземы) осадков выпало всего 58% от нормы, в сравнении с 61% на темно-серых и 55% на серых лесных почвах в Предкамской зоне. Низкая влагообеспеченность 2021 г. сопровождалась высокими среднесуточными температурами воздуха: на 16,5% выше среднемноголетних показателей в Предволжской зоне и на 21,4% в Предкамье (Мамадышский район). Это оказало отрицательное влияние на урожайность ярового ячменя.

Самым благоприятным по влагообеспеченности и количеству термических ресурсов был вегетационный период 2022 г. (кукуруза на силос).

Результаты и их обсуждение. При применении химической мелиорации с последующим внесением расчетных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га з.е. на трех зональных почвах наиболее отзывчивой оказалась кукуруза на силос с початками в молочно-восковой спелости. На выщелоченных черноземах, которые занимают более 39% почвенного покрова Республики Татарстан, валовой сбор зерновых единиц при внесении минеральных удобрений без известкования и особенно после известкования и фосфоритования был выше планируемого на 0,24-1,85 т/га (табл. 1).

На темно-серых лесных почвах выделяются последние два варианта опыта, превышение фактического валового сбора зерновых единиц над планируемым составляет 0,27-0,66 т/га (5,66-5,0=0,66 т/га), а на серых лесных почвах вариант с известкованием дал 4,25 т/га, фосфоритованием - 233 кг д.в./га с последующим ежегодным внесением N₉₃P₇₆K₇₀ – 5,27 т/га з.е. в сравнении с планируемым сбором 5 т/га. То есть и на бедных серых лесных почвах можно получить более 5 т/га з.е. кукурузы, увеличивая дозу извести на 0,75 т/га и минеральных удобрений в 2,06 раза по сравнению с более плодородными выщелоченными черноземами.

Кукуруза также оказалась самой отзывчивой культурой на фосфоритование. На выщелоченных черноземах фосфоритование из расчета 233 кг д.в./га обеспечило дополнительное получение 0,68 т/га з.е. (6,14-5,46=0,68 т/га) в сравнении с 0,51 т/га озимой ржи и 0,31 т/га яровой пшеницы. Это связано, видимо, с более высоким выносом кукурузным агроценозом не только подвижного фосфора, но и обменного калия и легкогидролизуемого азота.

Валовой сбор зерновых единиц за 4 года после известкования, фосфоритования и ежегодного внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений из расчета N₃₄P₄₄K₃₈ на выщелоченных черноземах увеличился с 15,12 т/га на контроле (без агрохимикатов) до 21,00 т/га в варианте опыта применения трех агрохимикатов (известкование, фосфоритование, внесение NPK). На темно-серых лесных почвах, несмотря на ежегодное внесение N₆₇P₆₅K₅₉, валовой сбор зерновых единиц снизился до 20,00 т/га, а на серых лесных почвах – до 19,16 т/га.

1. Валовой сбор зерновых единиц по вариантам опыта (в среднем за 2019-2022 г.), т/га

Фактор А (почвы)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные дозы NPK на урожайность 5 т/га з.е.)	Озимая рожь	Яровая пшеница	Яровой ячмень	Кукуруза на силос	Итого за 4 года
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	4,61	4,12	1,86	4,53	15,12
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,34	4,66	2,08	5,24	17,32
	Известкование, 3,5 т/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	5,81	5,14	2,43	6,22	19,60
	Известкование, 3,5 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	6,12	5,35	2,68	6,85	21,00
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	4,50	3,70	1,54	4,06	13,80
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,14	4,21	1,85	4,86	16,06
	Известкование, 4 т/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,84	5,60	1,94	5,98	18,96
	Известкование, 4 т/га д.в. + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	5,92	5,68	2,21	6,19	20,00
Серые лесные почвы	Контроль (без агрохимикатов)	3,14	2,92	1,73	3,49	11,28
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	4,26	4,19	1,94	4,37	14,76
	Известкование, 4,25 т/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,18	4,76	2,28	5,34	17,56
	Известкование, 4,25 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	5,54	5,04	2,49	6,09	19,16
НСР ₀₅	А	0,28	0,21	0,17	0,38	0,56
	В	0,31	0,24	0,19	0,41	0,64
	АВ	0,39	0,32	0,22	0,48	0,71

Таким образом, при наименьших материальных затратах на выщелоченных черноземах Татарстана достигается наибольший валовой сбор зерновых единиц с 1 га пашни, который получают в первую очередь за счет известкования, фосфоритования и применения расчетных доз минеральных удобрений [12, 13]. Второе место по сбору з.е. занимают темно-серые лесные почвы, далее идут серые лесные почвы. Это подтверждается расчетами энергоэкономической эффективности (табл. 2).

Сложность расчета стоимости валовой продукции (СВП) заключается в том, что цена реализации сильно меняется по годам и зависит от культуры (зерно яровой пшеницы всегда дороже чем фуражное зерно ярового ячменя) [14]. В связи с этим урожайность четырех культур перевели в зерновые единицы и рассчитали среднюю цену реализации за последние 4 года: 1 т зерновых стоит 10 тыс. руб.

2. Экономическая эффективность применения агромелиорантов и расчетных доз минеральных удобрений на зональных почвах Республики Татарстан

господствующий Татарстан						
Фактор А (почвы)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные дозы NPK на урожайность 5 т/га з.е.)	СВП	ОЗ	ЧП	*Р, %	Себестоимость 1 т з.е., тыс. руб.
		тыс. руб/га				
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	30,2	20,8	9,4	45,2	6,9
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	34,6	23,1	11,5	49,8	6,7
	Известкование, 3,5 т/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	39,2	25,4	13,8	54,3	6,5
	Известкование 3,5 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	42,0	26,2	15,8	60,3	6,2
Темно-серая лес- ная почва	Контроль (без агрохимикатов)	28,6	21,2	6,4	30,2	7,7
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	32,1	23,8	8,3	34,5	7,4
	Известкование, 4 т/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	37,9	26,6	11,3	42,5	7,0
	Известкование, 4 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	40,0	27,4	12,6	46,0	6,9
Серые лесные почвы	Контроль (без агрохимикатов)	22,6	21,8	0,8	3,7	9,6
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	29,5	25,7	3,8	14,8	8,7
	Известкование, 4,25 т/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	35,1	28,6	6,5	22,7	8,1
	Известкование, 4,25 т/га + фосфоритование 233 кг д.в/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	38,3	30,3	8,0	26,4	7,9

*Р – рентабельность (%).

Примечание. СВП – стоимость валовой продукции, ОЗ – общие затраты, ЧП – чистая прибыль.

Несмотря на то, что валовой сбор зерновых единиц за 4 года (см. табл. 1) пришлось разделить на 5 лет из-за наличия в звене севооборота чистого пара стоимость валовой продукции по мере интенсификации химической мелиорации и внесения расчетных доз минеральных удобрений, с учетом современного состояния зональных почв Республики Татарстан, имеет уверенную тенденцию к росту [15]. На выщелоченных черноземах стоимость валовой продукции повышается от 30,2 тыс. руб/га на контроле (без агрохимикатов) до 42,0 тыс. руб/га в варианте комплексного применения трех агрохимикатов (известкование, фосфоритование, внесение расчетных доз минеральных удобрений). Для сравнения отметим, на серых лесных почвах стоимость валовой продукции на контроле ниже на 17,6 тыс. руб/га, а в последнем варианте, несмотря на внесение минеральных удобрений, в 2,06 раза больше, т.е. на 3,7 тыс. руб/га

ниже по сравнению с выщелоченными черноземами.

По мере роста стоимости валовой продукции общие затраты (ОЗ) повышаются от 20,8 тыс. руб/га на контроле на выщелоченных черноземах и достигают максимальной величины (30,3 тыс. руб/га) в последнем варианте на серых лесных почвах, что напрямую влияет на рентабельность. Самая высокая рентабельность была именно в этих вариантах опыта: на выщелоченных черноземах – 60,3%, темно-серых лесных почвах – 46,0, на серых лесных почвах – 26,4% по сравнению с 45,2; 30,2 и 3,7% соответственно в контрольном варианте опыта.

Высокая экономическая эффективность комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений подтверждается расчетами чистой прибыли (ЧП). Она на выщелоченных черноземах повышается до 15,8 тыс. руб/га, темно-серых лесных почвах – до 12,6 и на серых лесных почвах – до 8,0 тыс. руб/га.

Себестоимость определяют для того, чтобы рассчитать сколько чистой прибыли поступит в кассу хозяйства от продажи 1 т зерновых единиц [16]. Для этого от цены реализации (10 тыс. руб/т) вычитают себестоимость. Себестоимость единицы продукции, производимой на фоне известкования, фосфоритования и ежегодного внесения $N_{34}P_{44}K_{38}$ на выщелоченных черноземах была самой низкой – 6,2 тыс. руб/т и от реализации 1 т зерновых единиц хозяйство получает 3,8 тыс. руб. чистой прибыли, на темно-серых лесных почвах она снижается до 3,1 и серых лесных почвах – до 2,1 тыс. руб.

Таким образом, на трех зональных почвах, несмотря на значительное повышение затрат на известкование, фосфоритование и ежегодное внесение расчетных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерновых единиц, все экономические показатели были самыми высокими по сравнению как с контролем, так и с отдельным внесением этих же доз NPK без известкования.

В аграрном секторе Российской Федерации стоимость валовой продукции из года в год увеличивается и в Республике Татарстан она вплотную приблизилась к 335 млрд. руб/год. Однако покупательная способность товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции снижается ускоренными темпами из-за регулярного повышения цен на ТСМ, запчастей и сельскохозяйственные машины, повышения кредитных ставок, падения рубля по отношению к доллару, жестких санкций, введенных против Российской Федерации и др.

Самое главное, скачки цены реализации товарной продукции в зависимости от урожайности, спроса и предложения рынка сбыта не позволяют экономически объективно оценить те или иные агроприемы, применяемые в сельском хозяйстве, в нашем случае комплексного применения агрохимикатов в звене

полевого севооборота с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан, с одной стороны. Поэтому актуальность расчета биоэнергетической эффективности возделывания культур в звене полевого севооборота в зависимости от химической мелиорации зональных почв в сочетании с внесением расчетных доз минеральных удобрений заключается в том, что затраты совокупной энергии и валовой сбор обменной энергии в полученной продукции практически не зависят от общих затрат и прибыли в денежном выражении [17].

С другой стороны, в сельском хозяйстве, в отличие от производства промышленных товаров, в формировании зерна, картофеля, капусты, кукурузы кроме энергетических затрат (ТСМ, электроэнергия, труд механизаторов) принимает участие солнечная энергия – 674 ккал, вода и диоксид углерода: $6H_2O + 6CO_2 + 674 \text{ ккал} = 6C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$. Отдельно выделить энергетические затраты на фотосинтез невозможно. Поэтому в расчетах были приняты только материальные затраты со следующими коэффициентами их перевода: 1 кг дизельного топлива – 29,33 МДж; живой труд 1 чел/ч – 0,2; 1 кВт/ч – 3,6; 1 л.с/ч – 2,65 МДж. Валовой сбор обменной энергии определяли по формуле:

$$BЭ = 23,95СП + 39,77СЖ + 20,05СК + 17,46БЭВ,$$

где ВЭ – валовой сбор обменной энергии, ГДж/га; СП – содержание сырого протеина, %; СЖ – содержание сырого жира, %; СК – содержание клетчатки, %; БЭВ – содержание безазотистых экстрактивных веществ, %.

Для наглядности окончательные расчеты энергетической эффективности возделывания культур в звене севооборота в зависимости от известкования слабокислых почв (рН 5,1-5,5), фосфоритования с последующим внесением расчетных доз NPK в среднем за 1 год представлены в таблице 3.

3. Влияние агромелиорантов и минеральных удобрений на окупаемость энергетических затрат

5. Влияние агрохимикатов и минеральных удобрений на окультуренных землях					
Фактор А (почвы)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные дозы NPK на урожайность 5 т/га з.е.)	Затраты сово- купной энергии	Валовой сбор обменной энергии	Биоэнергетиче- ский коэффи- циент	Концентрация об- менной энергии, МДж/кг з.е.
		ГДж/га			
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	8,7	20,9	2,4	6,9
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	10,9	33,8	3,1	9,8
	Известкование, 3,5 т/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	13,6	51,7	3,8	13,2
	Известкование, 3,5 т/га + фосфоритова- ние, 233 кг д.в/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	14,5	60,9	4,2	14,5
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	8,1	18,6	2,3	6,7
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	9,8	28,4	2,9	8,8
	Известкование, 4 т/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	12,4	42,2	3,4	11,1
	Известкование, 4 т/га + фосфоритова- ние, 233 кг д.в/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	13,2	51,5	3,9	12,9
Серые лесные почвы	Контроль (без агрохимикатов)	7,6	14,4	1,9	6,4
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	8,0	19,2	2,4	6,5
	Известкование, 4,25 т/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	10,5	27,3	2,6	7,8
	Известкование, 4,25 т/га + фосфорито- вание, 233 кг д.в/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	12,2	34,2	2,8	8,9

По мере роста валового сбора зерновых единиц от 3,02 т/га на контроле до 4,20 т/га в среднем за 1 год исследований в варианте известкования, фосфоритования выщелоченного чернозема и ежегодного внесения $N_{34}P_{44}K_{38}$ затраты совокупной энергии на его производство увеличиваются с 8,7 до 14,5 ГДж/га. Однако окупаемость энергетических затрат достигает максимальной величины – 4,2 раза по сравнению с 2,0-2,5 раза в среднем по Республике Татарстан. Это является еще одним доказательством чрезвычайной важности первоочередного известкования, фосфоритования и внесения азотно-

фосфорно-калийных удобрений на выщелоченных черноземах.

В связи с внесением более высоких доз извести и минеральных удобрений окупаемость энергетических затрат на темно-серых почвах снижается до 3,9, а на серых лесных почвах – до 2,8 раза.

Под действием изучаемых агрохимикатов насыщенность 1 кг з.е. на выщелоченных черноземах превышает контроль в 2,1 раза ($14,5:6,9=2,1$ раза), на темно-серых почвах – в 1,9 и на серых лесных почвах – в 1,39 раза. Это означает, что для удовлетворения энергетических

потребностей животных требуется на 39-101% меньше з.е. по сравнению с контрольным вариантом опыта (без агрохимикатов).

Сравнительная оценка окупаемости энергетических и

экономических затрат показывает явное противоречие ценовой политики в аграрном секторе Российской Федерации (табл. 4).

4. Сравнительная оценка окупаемости энергетических и экономических затрат на химическую мелиорацию зональных почв с последующим внесением расчетных доз минеральных удобрений (в среднем за 1 год)

Фактор А (почвы)	Фактор В (агромелиоранты и расчетные дозы NPK на 5 т/га зерновых единиц)	Окупаемость энергетических затрат, ГДж/ГДж	Окупаемость экономических затрат, руб/руб.
Выщелоченный чернозем	Контроль (без агрохимикатов)	2,4	1,45
	N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	3,1	1,50
	Известкование, 3,5 т/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	3,8	1,54
	Известкование, 3,5 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₃₄ P ₄₄ K ₃₈	4,2	1,60
Темно-серая лесная почва	Контроль (без агрохимикатов)	2,3	1,30
	N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	2,9	1,34
	Известкование, 4 т/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	3,4	1,42
	Известкование, 4 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₆₇ P ₆₅ K ₅₉	3,9	1,46
Серые лесные почвы	Контроль (без агрохимикатов)	1,9	1,04
	N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,4	1,15
	Известкование, 4,25 т/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,6	1,23
	Известкование, 4,25 т/га + фосфоритование, 233 кг д.в/га + N ₉₃ P ₇₆ K ₇₀	2,8	1,26

Окупаемость 1 рубля, вложенного на известкование, фосфоритование слабокислых почв и внесение расчетных доз минеральных удобрений, крайне низкая: на выщелоченных черноземах – 1,60 руб. на темно-серых почвах – 1,46 и на серых лесных почвах – 1,26 руб. Внесение дорогостоящих минеральных удобрений без известкования, особенно на серых лесных почвах с pH 5,1, снижает окупаемость до 1,15 руб. на 1 руб. вложенных средств. То есть с экономической точки зрения на серых лесных почвах внесение минеральных удобрений для получения 5,0 т/га з.е. без известкования нецелесообразно.

Такая низкая окупаемость затрат 1,04-1,60 руб/руб. против окупаемости энергетических затрат 1,9-4,2 ГДж/ГДж объясняется непрерывным ростом цен промышленных товаров при устойчивом снижении цен на товары сельскохозяйственного производства. Например, цена реализации яровой пшеницы упала с 16-18 тыс. руб/т в 2021 г. до 6-10 тыс. руб/т в 2022-2023 г. Стоимость минеральных удобрений в последние 5 лет поднялась до 25 тыс. руб/т (в 2,8 раза), а цена реализации зерна яровой пшеницы наоборот упала в 1,6-1,8 раза.

Поэтому без регулирования данной важнейшей для сельчан проблемы на государственном уровне, решать вопросы продовольственной безопасности нашей страны с каждым годом будет сложнее.

Заключение. Для повышения ресурсного потенциала зональных почв Республики Татарстан и увеличения окупаемости затраченных средств необходимо расширить площади известкования средне- и слабокислых зональных почв Республики Татарстан в сочетании с фосфоритованием и с последующим ежегодным внесением расчетных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га з.е.

Первоочередное проведение агромелиоративных работ принадлежит выщелоченным черноземам, которые обеспечивают получение более высоких результатов при наименьших затратах материально-денежных средств.

На бедных серых лесных почвах внесение минеральных удобрений с расчетом получения урожайности 5,0 т/га з.е. без известкования с энерго- и экономической точки зрения невыгодно. Окупаемость экономических затрат составляет всего 1,15 руб. на 1 руб. вложенных средств, а энергетических – 2,4 раза.

Литература

1. Гедройц, К.К. Почвенный поглощающий комплекс, растение и удобрения / К.К. Гедройц. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 344 с.
2. Хисматуллин, М.М. Агроэнергетическая и экономическая эффективность поверхностного улучшения пойменных лугов / М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. - № 1. – С. 120-122.
3. Ивойлов, А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений при длительном применении в севообороте на урожай полевых культур и его качество, агрохимические свойства чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого / А.В. Ивойлов // Агрохимия. – 1991. – № 10. – С. 85-93.
4. Либих, Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии / Ю. Либих. – М.–Л.: Сельхозгиз, 1936. – 407 с.
5. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во Москов. ун-та; КолосС, 2004. – 720 с.
6. Сычев, В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г. Сычев. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
7. Сафиоллин Ф.Н. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы Экада 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин, С. В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С. 29-33.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Хисматуллин, М.М. Продуктивность и динамика плодородия полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2022. – № 2(125). – С. 62-67.
10. Хисматуллин, М.М. Ресурсосберегающие приемы поверхностного улучшения пойменных лугов лесостепи Поволжья / М.М. Хисматуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 5. – № 1(15). – С. 123-125.
11. Сычев, В.Г. Роль мелиорации в повышении эффективности сельскохозяйственного производства и плодородия почв: экономико-правовые аспекты / В. Г. Сычев, М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2023. – № 1(130). – С. 57-63.
12. Чекарев П.А. Расширение видового набора многолетних трав - необходимое условие повышения эффективности поверхностного улучшения пойменных лугов / П.А. Чекарев, М. М. Хисматуллин // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 10-12.
13. Сафиоллин Ф.Н. Практические приемы частичной замены минеральных удобрений листовой подкормкой многолетних трав на серых лесных почвах Среднего Поволжья / Ф. Н. Сафиоллин // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 12-18.
14. Implementation of government support measures for reclamation as an incentive for the development of the agricultural industry: Experience of the Republic of Tatarstan / M.M. Khismatullin, F.N. Mukhametgaliev, N.M. Asadullin [et al.] // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. Vol. 37. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00080.

15. Хисматуллин, М.М. Продуктивность и динамика плодородия полей орошения при применении навозных стоков животноводческих комплексов в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин // Плодородие. – 2022. – № 2(125). – С. 62-67.

16. К вопросу развития и экономической эффективности мелиоративной отрасли Республики Татарстан / А.Р. Валиев, Н.М. Асадуллин, Л.В. Михайлова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного

университета. – 2023. – Т. 18. – № 2(70). – С. 199-205.

17. Зависимость эффективности аграрного бизнеса от внешних и внутренних факторов (на примере Республики Татарстан) / Ф.Н. Авхадиев, Н.Р. Александрова, И.Г. Гайнутдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 108-113.

AGRONOMY AND ENERGY-ECONOMIC INDICATORS OF CHEMICAL MELIORATION OF ZONAL SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN AND THE APPLICATION OF ESTIMATED STANDARDS OF MINERAL FERTILIZERS

Gabitov Ranis Kharisovich¹, applicant, e-mail: RanisGabitov@tatar.ru

Lukmanov Anas Akhtyamovich², Doctor of Agricultural Sciences, Director, e-mail: agrohim_16_1@mail.ru

Safiollin Faik Nabievich¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru

Khismatullin Mars Mansurovich³, Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: rezi-almet@yandex.ru

Minnullin Genady Samigullinovich¹, Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: spk932009@yandex.ru

Khismatullin Marsel Mansurovich¹, Doctor of Agricultural Sciences, e-mail: marselmansurovich@mail.ru

*¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University"
420015, Republic of Tatarstan, Kazan, st. K. Marx, 65*

²Federal State Budgetary Institution "TsAS" Tatarsky"; Republic of Tatarstan, Kazan, Orenburgsky tract, 120

³FSBI "Management "PRIVOLZHSKMELIOVODKHOZ", 420073, Republic of Tatarstan, Kazan, st. Gvardeiskaya, 15

This work examines the issues of agronomic and energy-economic efficiency of liming, phosphorite and the introduction of calculated norms of mineral fertilizers, taking into account the zonal characteristics of the soil cover of the Republic of Tatarstan. It has been established that the integrated use of agrochemicals (liming, phosphorite treatment and the application of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers) helps to increase the resource potential of leached chernozem by 39%. The profitability of the production of grain units on leached chernozems increases from 45 in the control to 60.3% in the variant of integrated use of agrochemicals, and the cost decreases to 6.2 thousand rubles/t against 6.9 thousand rubles/t in the control variant of the experiment. To achieve the same high results on gray forest soils, the application rate of lime must be increased by 0.75 t/ha, and mineral fertilizers by 2.06 times compared to leached chernozems.

Key words: soil cover, liming, phosphorite treatment, mineral fertilizers, grain units, profitability, net profit, cost.