

## **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ БЕЛОГО ЛЮПИНА**

**С.В. Лукин, д.с.-х.н., ЦАС «Белгородский», А.С. Цыгуткин, к.б.н., В.Д. Блинникова, к.х.н.,  
А.Л. Кауфман, к.т.н., РГАУ-МСХА**

*Работа выполнена при поддержке гранта №11.G34.31.0079*

На основе анализа данных агрохимического обследования почв Центрально Черноземного района (ЦЧР) определена необходимость проведения известкования. Приведены данные о величине кислотности почв последнего тура обследования. Рассмотрены соответствие значения кислотности почвенного раствора потребностям растений белого люпина и в связи с этим необходимость проведения химической мелиорации. Сделан прогноз потребности АПК ЦЧР в химических мелиорантах.

**Ключевые слова:** люпин белый, химический состав зерна, плодородие почвы, кислотность почвы, химическая мелиорация, чернозём.

Величина кислотности почвы - один из главных показателей уровня её плодородия. Оказывая значительное влияние на формирование урожая сельскохозяйственных культур, кислотность почвы во многом определяет эффективность ведения сельскохозяйственного производства.

Существует несколько точек зрения на природу почвенной кислотности [1-3]. По одной теории обменная кислотность обусловлена наличием в почве поглощённого водорода, по другой - поглощённого алюминия, по третьей - природа обменной кислотности почвы зависит от органического вещества и глинистых минералов: в пахотном слое почвы, содержащем органическое вещество, обменная кислотность обусловлена, в значительной степени, обменными ионами водорода, а в нижележащих слоях почвы, где количество органического вещества ограничено и несколько меньше, - обменными ионами алюминия. В почвах всех типов, где есть проблема устранения избыточной кислотности, в составе ППК и в почвенном растворе всегда находятся в некотором количестве как ионы водорода, так и ионы алюминия, что в итоге свидетельствует о постоянном существовании в почве кислотности на определённом уровне. На направленность изменения кислотности почвенного раствора влияют климат, литологический состав почвообразующих пород, степень эродированности почв, антропогенная нагрузка.

Потери кальция из пахотного слоя почвы могут быть значительными, становясь причиной повышения кислотности почв и снижения их плодородия, приводя к потере органического вещества, ухудшению агрофизических показателей и снижению микробиологической активности почвы. Потери кальция и магния происходят в результате внутрипочвенной миграции и выноса с урожаем. В зависимости от урожайности сельскохозяйственных культур размеры отчуждения CaO с урожаем в условиях Белгородской области оцениваются в 25-40 кг/га пашни в год [4-5].

Интродукция белого люпина как сельскохозяйственной культуры была проведена профессором Г.Г. Гатаулиной в условиях Тамбовской области. Вся селекция белого люпина велась по зерновому направлению как кормовой культуры, возделываемой в Центрально-Черноземной зоне или регионах, имеющих близкие почвенно-климатические условия [6-10]. Внедрение белого люпина в производство стало одной из наиболее успешных инновационных разработок в АПК России [11-15].

Цель исследований - определить вынос кальция с урожаем белого люпина, площади пашни земель сельскохозяйственного назначения, требующей внесения химических мелиорантов, и объём проведения мелиоративных работ в Центрально-Черноземном районе.

**Методика.** Содержание кальция в зерне определяли трилонометрическим методом. Для определения оксида кальция использовали зерно сортов белого люпина урожаев 2008-2011 гг., полученное при проведении полевых опытов, заложенных на среднемощном среднесуглинистом выщелоченном чернозёме на экспериментальной базе, расположенной в учхозе имени М.И.Калинина в Мичуринском районе Тамбовской области [16-17].

Данные о величине pH солевой вытяжки и распределении почв по кислотности в ЦЧР взяты из опубликованных материалов сплошного агрохимического обследования пахотных почв, проведённого Государственными центрами агрохимической службы Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской областей.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались. В 2008 г. растения испытывали недостаток влаги перед цветением, в дальнейшем распределение осадков было близко к среднесезонным данным и благоприятно для хорошего завязывания бобов. Температура воздуха и осадки способствовали росту и развитию растений. По росту растений в высоту и нарастанию биомассы проявился потенциал испытываемых образцов. В 2009 г. после посева стояла сухая погода, и это задержало появление всходов, в июне - июле осадки выпадали регулярно, что определило хорошую завязываемость плодов, а повышенная температура способствовала сокращению вегетационного периода и ускорила развитие растений. В 2010 г. до начала цветения метеорологические условия были благоприятны для вегетативного роста растений. В дальнейшем жестокая засуха и жара сильно повлияли на формирование урожая семян и на месяц ускорили развитие растений. В 2011 г. растения завязали среднее число плодов и семян. Жаркая и сухая погода отмечалась во время налива семян.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Общая площадь территории ЦЧР составляет 16,8 млн га, в том числе сельскохозяйственных угодий - 13,0 млн га, включая 10,7 млн га пашни. Лесостепная зона полностью охватывает площади Курской, Тамбовской, Липецкой, большую часть Белгородской, северную и центральную части Воронежской областей. Степная природная зона расположена лишь на крайнем юге и юго-востоке Белгородской и Воронежской областей.

В Центрально-Черноземном районе наибольшую площадь занимают чернозёмы. На их долю приходится около 70,7% территории. Наибольшую долю занимают выщелоченные и типичные чернозёмы, меньшую - обыкновенные. Серые лесные почвы занимают 9,0% площади ЦЧР, почвы овражно-балочного комплекса - 8,0%. На значительной площади сформировались интразональные почвы: лугово-чернозёмные (4,5%) и пойменные луговые (4,9%). На долю остальных почв приходится 2,9% территории. Почвенный покров пашни представлен в основном чернозёмами (87%). Доля фактически

эродированной пашни в ЦЧР составляет 20,1%, в наиболее эродированной Белгородской области – 48 %.

Чернозёмы оподзоленные и выщелоченные преобладают на севере и северо-западе Центрально-Черноземного района в Липецкой, Тамбовской и Курской областях, чернозёмы обыкновенные, южные и остаточо-карбонатные – в центральной и юго-восточной частях региона в Воронежской и Белгородской областях. Серые лесные почвы расположены в северной части ЦЧР в основном в Курской и Тамбовской областях [18].

Особенности структуры почвенного покрова определяют закономерности изменения кислотности почв ЦЧЗ. Из пашни лесостепной зоны региона в процессе интенсивного использования в сельскохозяйственном производстве теряется кальций и повышается кислотность почвенного раствора. Наиболее существенно подкисляются почвы в Тамбовской области, где за период с 1964 по 2009 гг. их доля выросла на 28,7%, в Белгородской области (1976-2009 гг.) – на 19,2, в Курской области – на 6,2, в Воронежской области – на 5,8% (табл. 1).

Единственным регионом Центрального Черноземья, где доля кислых почв снизилась, является Липецкая область. Максимальная их доля – 87%, была отмечена в области в 1976-1981 гг., а в 2003-2007 гг. она уменьшилась на 20,7%. Это стало следствием выполнения программы химической мелиорации кислых почв, реализованной в 80-ые годы прошлого века [19]. Например, в Липецкой области в 1986-1990 гг. ежегодно известковали в среднем 144 тыс. га кислых почв.

#### 1. Распределение пахотных почв ЦЧР по степени кислотности

Ци кл об- сле- до- ва- ния	Годы прове- дения обсле- дова- ния почв	Группировка почв по степени кислотности, рН <sub>КС</sub>						Всего кис- лых почв
		очень сильно - кислые <4,0	силь- но- кис- лые 4,1-4,5	сред- не- кис- лые 4,6-5,0	слабо- кис- лые 5,1-5,5	близ- кие к ней- траль- ным 5,6-6,0	ней- траль- ные >6,0	
Белгородская область								
III	1976-1983	-	0,1	1,5	21,2	33,2	44,0	22,8
VII I	2005-2009	-	0,3	11,7	30,0	21,0	37,0	42,0
Воронежская область								
III	1979-1985	0,1	0,2	3,6	19,5	25,8	50,8	23,4
VII I	2006-2010	-	0,2	5,5	23,5	29,1	41,7	29,2
Курская область								
I	1964-1970	-	0,1	16,6	38,6	30,7	14,0	55,3
VII	2000-2004	0,03	0,3	20,1	41,1	20,3	18,1	61,5
Липецкая область								
I	1964-1969	-	0,7	24,0	49,0	17,0	9,3	73,7
IX	2003-2007	-	0,7	19,6	46,0	25,0	8,7	66,3
Тамбовская область								
I	1964-1970	-	0,1	2,6	42,9	9,0	45,4	45,6
VII	2003-2009	-	0,2	26,4	47,7	21,1	4,6	74,3

В настоящее время среднекислые почвы преобладают на севере Тамбовской области в Моршанском, Бондарском и Сосновском районах, а также в Поныровском районе Курской области. Почвенный покров в этих районах представлен в основном серыми лесными почвами.

Слабокислые почвы преобладают практически на всей территории Липецкой области, кроме Добринского района, где почвы имеют реакцию среды, близкую к нейтральной. В Воронежской области слабокислые почвы представлены в Борисоглебском, Нижнедевицком, Новоусманском, Рамонском и Семилукском районах. Почвы с такой реакцией среды занимают основную часть Тамбовской области, в том числе в Гавриловском, Знаменском, Инжавинском, Кирсановском,

Мичуринском, Мучкапском, Никифоровском, Первомайском, Петровском, Пичаевском, Рассказовском, Староурьевском, Тамбовском и Уметском районах. Преобладают на западе и севере Белгородской области в Борисовском, Губкинском, Грайворонском, Ивнянском, Краснояружском и Яковлевском районах и занимают большую часть Курской области, в том числе в Беловском, Б.Солдатском, Дмитриевском, Железнодорожном, Золотухинском, Коньшевском, Курском, Курчатовском, Льговском, Обоянском, Октябрьском, Пристенском, Рылском, Советском, Фатежском, Хомутовском и Черемисиновском районах. Почвенный покров в этих районах в основном представлен черноземами выщелоченными. Можно предположить, что в лесостепной зоне Центрального Черноземья направленность процесса подкисления почв сохранится, что вызывает необходимость проведения химической мелиорации почв.

Почвы с реакцией среды, близкой к нейтральной наиболее распространены в центральной части региона, в основном в Воронежской и Белгородской областях, где в почвенном покрове преобладают чернозёмы типичные, а так же на юге Тамбовской области в Жердевском, Мордовском, Ржаксинском, Сампурском, Токаревском и Уваровском районах и в части Курской области в Глушковском, Горшеченском, Касторенском, Кореневском, Мантуровском, Медвенском, Суджанском и Щигровском районах.

Пахотные почвы с нейтральной реакцией среды расположены главным образом в степной зоне Центрального Черноземья и в Солнцевском районе Курской области, где почвенный покров представлен в основном черноземами типичными остаточо-карбонатными, сформированными на элювии мела и мергеля.

Для степной зоны Центрального Черноземья, где почвенный покров представлен в основном обыкновенными черноземами, типичными остаточо-карбонатными, а на юге Воронежской области – южными, процесс подкисления почвенного раствора не типичен, что отмечают многие исследователи. Для этих почв характерны перемещение карбонатов с восходящими токами влаги в пахотный слой и подщелачивание почвенного раствора. Например, в степной зоне Белгородской области за период наблюдений (с 1976 по 2009 гг.) отмечено устойчивое увеличение средневзвешенной величины рН<sub>КС</sub> – на 0,1-0,3, а в некоторых районах зафиксировано снижение гидролитической кислотности почв на 0,6-0,5 мг-экв/100 г. Кроме того, почвы степной зоны в наибольшей степени страдают от водной эрозии, а в условиях ЦЧР с увеличением степени смывистости кислотность пахотных почв уменьшается.

Например, для Белгородской области рН<sub>КС</sub> несмытого типичного чернозема составляет 6,3, слабосмытого – 6,4, среднесмытого – 6,7, сильносмытого – 6,8 [18]. Подщелачивание почв негативно влияет на доступность фосфора для растений. Так, на почвах Белгородской области установлена слабая отрицательная корреляция ( $r = -0,31$ ) между средневзвешенной величиной кислотности почвы (рН<sub>КС</sub>) и содержанием подвижного фосфора в почвах [4].

На основании данных научно-исследовательских учреждений региона разработаны нормативы затрат известковых удобрений для сдвига рН<sub>КС</sub>. Установлено, что 1 т известия изменяет рН<sub>КС</sub> в пахотном слое тяжелосуглинистых почв на 0,1 единицы, легких почв – на 0,2 единицы [20]. В качестве известковых удобрений в Белгородской области рекомендуют использовать дефекат, молотый мел, молотый мергель [21]. Они одинаково эффективны в дозах, эквивалентных по CaCO<sub>3</sub> [22].

Наиболее дешевый и распространенный мелиорант в ЦЧР – дефекат сахарных заводов. Особенно эффективно его применение совместно с навозом и минеральными удобрениями, что повышает плодородие почв и урожайность культур севооборота в год внесения и в последствии [23].

При проведении известкования необходимо учитывать как возможное снижение подвижности микроэлементов (бора, цинка, меди, марганца, кобальта), так и повышение их подвижности (молибден). Это важно при планировании исполь-

завания микроудобрения или минеральных удобрений с микроэлементами.

В год внесения известковые удобрения могут повышать урожайность зерновых культур в Центрально-Черноземном районе на 5-6 ц/га [24], но не под все культуры можно внести химические мелиоранты. Белый люпин относится к таким культурам, предпочитая почвы нейтральные или с реакцией среды, близкой к нейтральной. Поэтому, большая часть площади пашни в ЦЧР нуждается в известковании для возделывания белого люпина.

## 2. Содержание кальция (СаО) в зерне белого люпина и вынос его с урожаем

Показатель	Сорт	2008г.	2009г.	2010г.	2011г.	Среднее
Содержание кальция (СаО) в зерне, %	Гамма	0,49	0,44	0,43	0,43	0,45
	Дега	0,50	0,44	0,46	0,42	0,46
	Детер 1	0,50	0,40	0,45	0,49	0,46
	Среднее	0,50	0,43	0,45	0,45	0,46
Урожайность зерна, ц/га	Гамма	42,0	34,3	20,8	31,6	32,2
	Дега	42,5	37,8	15,6	35,3	32,8
	Детер 1	40,5	31,9	18,4	33,9	31,2
	Среднее	41,7	34,7	18,3	33,6	32,1
Вынос СаО с урожаем зерна, кг/га	Гамма	20,6	15,1	8,9	13,6	14,5
	Дега	21,3	16,6	7,2	14,8	15,1
	Детер 1	20,3	12,8	8,3	16,6	14,4
	Среднее	20,9	14,9	8,2	15,1	14,8

Особенностью белого люпина как сельскохозяйственной культуры является то, что вынос СаО зерном незначителен (табл. 2). В 2008 г. вынос кальция с урожаем изменялся от 20,3 до 21,3 кг/га, в 2009 г. – от 12,8 до 16,6, в 2010 г. – от 7,2 до 8,9, в 2011 г. – от 13,6 до 16,6 кг/га.

В пределах Центрально-Черноземного района наблюдается повышение кислотности почв с юга на север. Данная закономерность связана в основном со структурой почвенного покрова и преобладанием почв с большей кислотностью. В определенной степени расположение и уровень кислотности почв зависят от эффективности проведенной ранее химической мелиорации почв.

### Литература

1. Шильников И.А., Аканова Н.А. Результаты работ лаборатории известкования почв ВИАУ (1932-2000 гг.) // История развития агрохимических исследований в ВИАУ. К 70-летию Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д.Н.Прянишникова. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 155-178. 2. Цыгуткин А.С. Жаргонизмы и современная сельскохозяйственная терминология // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Современные проблемы земледелия и экологии» (10-12 сентября 2002 г., Курск). – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2002. – С. 100-102. 3. Сычев В.Г., Цыгуткин А.С. Продоольственная безопасность страны и мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения // Плодородие. – 2003. – №5. – С. 6-9. 4. Чекумарев П.А., Лукин С.В., Четверикова Н.С. Динамика кислотности чернозёмов в Белгородской области // Земледелие. – 2010. – №7. – С. 14-15. 5. Цыгуткин А.С., Смирнова Л.Г. Сохранение плодородия почв – важнейший фактор стабилизации агропромышленного производства // Земледелие. – 2004. – №5. – С. 47-48. 6. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Сорта белого люпина селекции ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: методические рекомендации. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. – 24 с. 7. Егоров И.А., Андрианова Е.Н.,

Цыгуткин А.С., Штеле А.Л. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №9. – С. 36-38. 8. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Особенности роста и развития растений, технологии возделывания нового сорта белого люпина Детер 1 // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №9. – С. 26-28. 9. Шапкина Ю.С., Стройков Ю.М., Цыгуткин А.С., Медведева Н.В. и др. Фитосанитарное состояние посевов белого люпина на Северо-Востоке и Юго-Западе Центрального Черноземья // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №9. – С. 29-31. 10. Афанасьев Г.Д., Штеле А.Л., Терехов В.А., Писарев Е.В. Использование зерна белого люпина при выращивании перепелов на мясо // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №9. – С. 43-45. 11. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С., Навальнев В.В. Технология возделывания белого люпина. – Белгород: Белгородский НИИСК, 2009. – 28 с. 12. Цыгуткин А.С. Белый люпин в АПК Белгородской области // Земледелие. 2010. – №8. – С. 45. 13. Тютюнов С.И., Цыгуткин А.С., Комарова Т.Н. Агроэкологические и экономические проблемы производства белого люпина в Белгородской области // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – основа повышения плодородия почвы, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения окружающей среды» (12-13 июля 2012 г.). – Т. 1. – Белгород: Отчий край, 2012. – С. 28-31. 14. Штеле А.Л., Цыгуткин А.С., Терехов В.А. Биологическая и кормовая ценность зерна белого люпина как источника корма для сельскохозяйственной птицы // Материалы Всероссийской научно – практической конференции «Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – основа повышения плодородия почвы, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения окружающей среды» (12-13 июля 2012 г.). – Т. 1. – Белгород: Отчий край, 2012. – С. 339-344. 15. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин А.С. Урожайность семян и белковая продуктивность сортов белого люпина в условиях Центрально-Чернозёмного региона // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – основа повышения плодородия почвы, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения окружающей среды» (12-13 июля 2012 г.). – Т. 2. – Белгород: Отчий край, 2012. – С. 255-263. 16. Развитие производства и экономическое состояние учебных хозяйств. Методические указания / А.В. Захаренко, А.С. Цыгуткин, М.Ф. Костокович и др. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. – 58 с. 17. И.И. Васенев, О.С. Бойко, А.С. Цыгуткин, А.В. Подлеснов. Оптимизация землепользования и типизация чернозёмов в аккумулятивно-эрозийных агроландшафтах на Северо-Востоке ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №10. – С. 52-54. 18. Соловченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области. – Белгород: Отчий дом, 2005. – 292 с. 19. Сискевич Ю.И. Агрохимический мониторинг при кадастровой оценке пахотных земель в зонах интенсивного земледелия // Автореф. дис. - канд. геогр. н. – Воронеж, 2007. – 20 с. 20. Нормативы расхода известковых материалов для сдвига реакции почвенной среды до оптимального уровня pH на различных типах почв. – М., 1986. – 70 с. 21. Агрохимическое минеральное сырьё: словарь-справочник / Чумаченко И.Н., Сушенца Б.А., Капранов В.Н., Цыгуткин А.С. // Под ред. Чумаченко И.Н. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 33 с. 22. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов. – М.: Колос, 1992. – 223 с. 23. Юмашев Н.П., Логошина Т.П. Известкование кислых почв в Тамбовской области // Плодородие. – 2005. – №2 – С. 30. 24. Шатилов И.С., Силян А.Д., Полев Н.А. Состояние и перспективы повышения плодородия почв в Центрально-Черноземном экономическом районе РСФСР // Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области: материалы совместного заседания президиума ВАСХНИЛ и президиума Всероссийского отделения ВАСХНИЛ (6-7 июня 1989 г., г. Белгород). – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 33-43.

## AGROECOLOGICAL EVALUATION OF SOIL ACIDITY IN THE CENTRAL CHERNOZEMIC ZONE AND THE NEED FOR CHEMICAL RECLAMATION AT THE GROWING OF WHITE LUPINE

S.V. Lukin<sup>1</sup>, A.S. Tsygutkin<sup>2</sup>, V.D. Blinnikova<sup>2</sup>, A.L. Kaufman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belgorodsky Center of Agrochemical Service, ul. Shchorsa 5, Belgorod, 308027 Russia

<sup>2</sup>Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia E-mail: [serg.lukin2010@yandex.ru](mailto:serg.lukin2010@yandex.ru) E-mail: [ASZ.RU@mail.ru](mailto:ASZ.RU@mail.ru) <http://www.lupin.pro>

From the analysis of soil agrochemical survey data for the Central Chernozemic zone, the need for liming was determined. Data on soil acidity obtained in the last survey course were presented. Relationships between the soil solution acidity and the needs of white lupine plants were analyzed, and a conclusion was drawn about the necessity for chemical reclamation. The need of the agroindustrial complex of the Central Chernozemic zone for chemical ameliorants was predicted.

Keywords: white lupine, grain chemical composition, soil fertility, soil acidity, chemical reclamation, chernozem