

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ БЛОК ПЛОДОРОДИЯ АГРОСЕРЫ ПОЧВЫ

Р.Н. Ушаков, д.с.-х.н., Д.В. Виноградов, д.б.н., Н.А. Головина
Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева, e-mail: r.ushakov1971@mail.ru

Разработан физико-химический блок модели плодородия агросеры почвы, как информационной основы ее устойчивости к подкислению, загрязнению тяжелыми металлами, истощению фосфором и калием.

Ключевые слова: почва, физико-химические свойства, плодородие.

PHYSICAL-CHEMICAL CLUSTER OF AGROGREY SOIL FERTILITY

R.N. Ushakov, D.V. Vinogradov, N.A. Golovina

The physic-chemical sector of agrogrey soil fertility is devised which is an information basis for soil stability towards an acidification, heavy metal accumulation, nutrient depletion.

Keywords: soil, physical-chemical properties, fertility.

Проблема получения относительно высоких и одновременно стабильных урожаев сельскохозяйственных культур неразрывно связана с вопросами устойчивости почв к неблагоприятным воздействиям. По данным Россельхозакадемии, устойчивость отечественной агросферы в 3,5 раза ниже, чем в развитых странах [1].

Цель работы – разработать блок модели плодородия почвы, характеризующий ее устойчивость. Объектом исследования служили пахотные агросеры тяжелосуглинистые почвы опытной агроэкологической станции Рязанского ГАТУ.

На базе многолетних опытов с минеральной и органоминеральной системой удобрений были выявлены корреляционно-регрессионные зависимости [2-4]. Потенциальную калийную (РБС^к) и фосфатную буферность (РБС^р), подвижный фосфор (Р_{подв.}), равновесный фосфор (Р_{равн.}), калий обменный (К_{обм.}), и легкоподвижный (К_{легк.}), буферную способность к тяжелым металлам (БС^{тм}), максимальную адсорбцию (Q_{max}), емкость буферности к подкислению (ЕБк), обменную кислотность (рН_{КCl}), сумму обменных оснований (Ca²⁺ + Mg²⁺) определяли по общедоступным методикам. Знак ∩ в таблицах означает, что в расчетах учитывали несколько перемен-

ных, знаки ≤ и ≥ – соответственно меньше или равно и больше или равно. При статистической обработке данных использован программный продукт STATISTICA.

Устойчивость почвы к подкислению. Длительное применение физиологически кислого азотного удобрения (аммиачной селитры) существенно повысило обменную кислотность агросеры почвы (рН_{КCl} 4,4). Это привело к снижению в пахотном слое общей буферности до 4,2 мМ-экв/100 г, что на 3,4 мМ-экв/100 г меньше в сравнении с вариантами, где аммиачную селитру не применяли. Установлены зависимости ЕБк (мМ-экв/кг) от содержания поглощенных оснований (мг-экв/100 г): Y = 7,7 + 3,6X (r = 0,77); емкости буферности от рН_{Н2О}: Y = -170,4 + 39,5X (r = 0,90).

Устойчивость почвы к загрязнению ТМ. Исследовано влияние кислотности почвы, суммы обменных оснований на Q_{max} цинка и его активность в области низких исходных концентраций элемента в растворе. Установлено достоверное уменьшение значения Q_{max} на 0,12-0,15 мМ/кг при рН_{КCl} меньше или равно 5,0 по сравнению с величиной рН_{КCl} выше или равно 5,0, увеличение концентрации цинка на 0,18 мг/кг, снижение – ΔG (табл. 1).

1. Влияние кислотности, суммы обменных оснований на активность цинка (при α < 0,05)

Условие	Максимальная адсорбция (Q _{max}), мМ/кг		Цинк в 0,01 н. CaCl ₂ , мг/кг	–ΔG, кДж/М	БС ^{zn} , среднее
	Ленгмюр	Дубинин-Радускевич			
рН _{КCl} ≤ 5,0	0,58±0,04	0,43±0,06	0,63±0,17	26,5±0,6	<6
рН _{КCl} > 5,0 до 6,2	0,70±0,10	0,58±0,08	0,45±0,17	28,7±2,0	>6
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ ≥ 15 мг-экв/100 г	0,72±0,03	0,58±0,02	0,43±0,03	29,0±0,33	>5
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ ≤ 15	0,61±0,02	0,46±0,02	0,64±0,03	27,2±0,22	<5

2. Влияние содержания обменного калия (мг/100 г) и гумуса (%) на компоненты калийной буферности агросеры почвы (при α < 0,05)

Условие	AR _о ·10 ³ М/л	–ΔK _о , мг-экв/100 г	РБС ^к
Калий обменный			
K _{обм.} ≤ 12	≤ 0,5	≤ 0,01	20
20 > K _{обм.} > 12	3,5	0,1	29
Калий обменный ∩ гумус (Г)			
20 > K _{обм.} > 12 ∩ 3,5 > Г > 2,5	4,5	0,20	44
Калий легкоподвижный			
K _{легк.} ≤ 1	≤ 0,7	≤ 0,01	14
2 > K _{легк.} > 1	1,3	0,04	31

3. Влияние содержания фосфора и гумуса на компоненты фосфатной буферности агросерой почвы (при $\alpha < 0,05$)

Условие	Y_0 , мг/л	Q_0 ($-\Delta P$), мг/100 г	PBC^P , мл/г
Подвижный фосфор $\cap$ гумус (Г)			
$P_{\text{подв.}} \leq 15 \cap \Gamma \leq 2,5$	0,2	0,68	34
$25 > P_{\text{подв.}} \geq 15 \cap 3,5 > \Gamma \geq 2,5$	0,4	1,70	43
Равновесный фосфор ($P_{\text{равн.}}$, мг/л)			
$P_{\text{равн.}} \leq 0,11 \cap \Gamma \leq 2,5$	0,2	0,68	34
$0,15 > P_{\text{равн.}} \geq 0,11 \cap 3,5 > \Gamma \geq 2,5$	0,3	1,35	45
Кислотность почвы (pH_{KCl})			
$pH_{\text{KCl}} < 5 \cap \Gamma \leq 2,5$	0,2	0,60	30

4. Физико-химический блок модели плодородия агросерой тяжелосуглинистой почвы

Показатель	Уровень устойчивости почвы		
	низкий	средний	высокий
	<2,7	2,7-3,5	>3,5
Общая за интервалы pH ЕБк, мМ-экв/100 г	<9	9-11	>11
Q_{max} по Ленгмюру, мМ/кг:			
цинк	<91	91-143	>143
медь	<104	104-130	>130
кадмий	<93		>93
свинец	<61	61-132	>132
БС TM по изотерме адсорбции в точки концентрации*:			
цинк			
5	<4	4-7	>7
10	<2	2-4	>4
медь			
5	<5	5-6	>6
10	<2	2-3	>3
кадмий			
5	<4		>4
10	<2		>2
свинец			
5	<2	2-6	>6
AR_0 , М/л·10 ⁻³	<2	2-4	>4
PBC^{K**}	<24	24-45	>45
$P_{\text{равн.}}$, мг/л	<0,1	0,1-0,2	>0,2
Емкость десорбции (Q_0), мг Р/100 г	<0,7	0,7-1,4	>1,4
PBC^P , мл/г	<34	34-45	>45
*фактор интенсивности, мМ/л, фактор емкости, Мм/кг;			
**фактор емкости, мг-экв/100 г			

Калийная буферность. Установлено, что при содержании $K_{\text{обм.}}$ и $K_{\text{легк.}}$ в почве соответственно ниже 12 и 1 мг/100 г относительная активность калия крайне низкая (AR_0) – 0,5-0,7·10⁻³·М/л. При возрастании количества

$K_{\text{обм.}}$ в 2 раза значение AR_0 увеличивается в 7 раз, фактор емкости ($-\Delta K_0$) в 10 раз, PBC^K в 2,2 раза (табл. 2). Улучшение обеспеченности почвы калием на фоне увеличения гумуса до 3,5% способствует улучшению PBC^K .

Фосфатная буферность. В 36% случаев имело место одновременное повышение фактора интенсивности (Y_0) в растворе и PBC^P . Оптимальными условиями для этого были следующие: содержание гумуса 3,0%; pH_{KCl} – около 5,3 и концентрация $P_{\text{равн.}}$ 0,15 мг/л. В 32% случаях происходило снижение как PBC^P , так и Y_0 при условии содержания гумуса ниже 2,5%, равновесной концентрации ниже 0,11 мг/л и возрастания pH_{KCl} до 4,6. Если содержание $P_{\text{равн.}} \leq 0,11$ мг/л, а гумуса $\leq 2,5\%$, то значение фактора емкости (Q_0) составит 0,68 мг/100 г (табл. 3).

Физико-химический блок плодородия почвы составлен с низким, средним и высоким уровнями ее устойчивости (табл. 4).

Таким образом, предложенный физико-химический блок модели плодородия является ориентировочным для агросерой тяжелосуглинистой пахотной почвы. Разработанная модель устойчивости позволит регламентировать нагрузки, сохранить приемлемый с эколого-производственной точки зрения режим функционирования почвы с запрограммированными характеристиками устойчивости.

Литература

1. Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере (Под ред. акад. РАСХН А.Л. Иванова) – М., 2004. – 332 с.
2. Ильина Л.В. Комплексное воспроизводство плодородия серых лесных почв и его эффективность. Рязань: Узоречье, 1997. – 231 с.
3. Костин Я.В. Динамика изменения плодородия и продуктивности серых лесных почв при длительном применении разных форм минеральных удобрений / Дисс. д.с.-х.н. – Рязань, 2001. – 260 с.
4. Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В., Гусев В.И., Зубец А.Н. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям / Материалы международной научной конференции «Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология». – Баку-Габала: НАН Азербайджана, 2012. – С. 1013-1018.