

Способность черноземов к поглощению калия после однократного внесения калийных удобрений в разных дозах

Осипова Д.Н., Иванова С.Е. и Соколова Т.А.

Представлены результаты модельного лабораторного опыта, в котором образцы черноземов с делянок полевого опыта с однократным внесением калийных удобрений в дозах 0, 70, 140 и 280 кг/га инкубировали в течение месяца с KCl в количестве 20 г/100г почвы. До и после инкубирования определяли содержание K в вытяжке Пчелкина. Установлено, что однократное внесение даже высоких доз калийных удобрений в исследованные черноземы не привело к достоверному снижению способности почвы к поглощению подвижного калия, извлекаемого 2M HCl вытяжкой.

Введение

Черноземы считаются почвами с повышенным содержанием доступного калия (Минеев, 2005). Несмотря на это, анализ современных массовых данных по калию в почвах ЦЧО показывает, что для оптимизации режима калийного питания сельскохозяйственных культур на чернозёмах необходимо увеличить поступление калия в агроландшафты с данными типами почв (Чекмарев и др., 2011). Показано, что внесение калийных удобрений на черноземах Воронежской области обеспечивает рост урожая и содержание сахара в сахарной свекле (Иванова и др., 2014).

Хорошо известно, что вносимые калийные удобрения могут в той или иной мере фиксироваться, т.е. необменно поглощаться глинистыми минералами при достаточной активности ионов K^+ в жидкой фазе и при наличии в составе глинистых минералов высокозарядных лабильных силикатов. Этот процесс может приводить к уменьшению доступности внесенного калия и к образованию в составе тонких фракций иллитоподобных структур.

В предыдущей работе, выполненной в рамках проекта Российского филиала Международного Института питания растений «Совершенствование рекомендаций по внесению калийных удобрений

и корректировка существующих градаций по обеспеченности почвы калием при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур», были получены следующие результаты (Осипова и др., 2016).

В результате однократного внесения калийных удобрений в дозах 0, 70, 140 и 280 кг/га в условиях полевого опыта на обыкновенных черноземах в почвах закономерно возрастало содержание обменного K и по Масловой, и по Мачигину, и снижался калийный потенциал. Однократное внесение калийных удобрений не вызвало достоверного изменения содержания иллитов в составе иллитовой фракции.

В настоящей работе изложены результаты модельного лабораторного опыта, проведенного на тех же образцах черноземов из полевого опыта, с целью оценки способности черноземов к дополнительному поглощению калия после однократного внесения в полевом опыте калийных удобрений в различных дозах.

Объекты и методы исследования

Исследуемые образцы черноземов обыкновенных были отобраны с четырех делянок полевого опыта, заложенного в Аннинском районе Воронежской области, с внесением различных доз минеральных удобрений. Варианты опыта: 1 – фон N58P104, вариант 2 – NP + 70 кг/га K_2O , вариант 3 – NP + 140 кг/га K_2O , вариант 4 – NP + 280 кг/га K_2O . Каждый вариант опыта осуществлялся в трехкратной повторности. Удобрения вносили осенью 2012 года, в течение вегетационного сезона 2013 года делянки были заняты под сахарную свеклу. Почвенные образцы отбирали осенью 2013 года после уборки урожая.

Способность почв к поглощению калия оценивалась по несколько измененной методике, предложенной В.Н.Якименко (2011). Образцы почв массой 100 г в течение месяца инкубировали с 20 мг KCl при переменном увлажнении до НВ и высушивании. В.Н.Якименко показал, что в образцах серых лесных почв, отобранных с делянок длительного полевого опыта, количество K, переходящее в HNO_3 -вытяжку, закономерно снижается при увеличении дозы вносимых в полевом опыте калийных удобрений. В отличие от методики В.Н.Якименко, содержание подвижного K до и после инкубирования

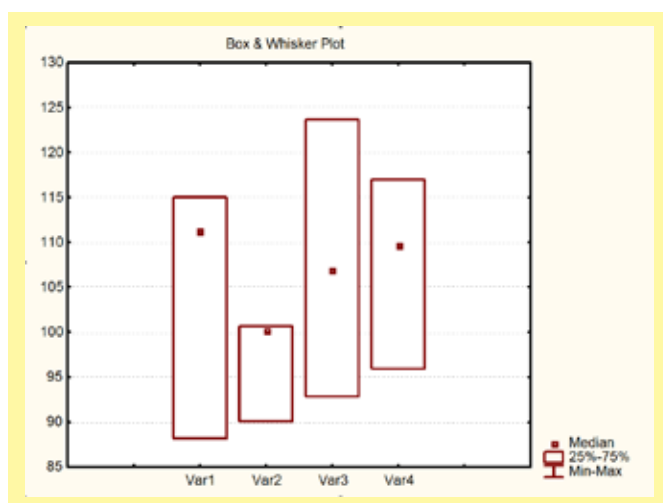
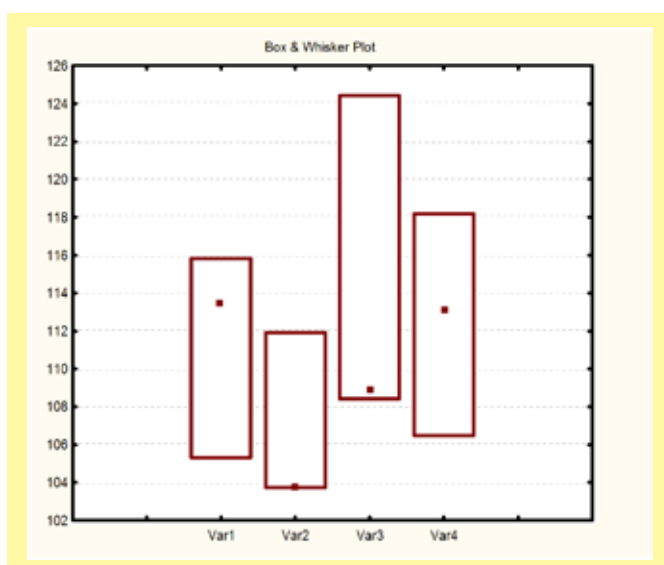


Рис. 1. Содержание K вытяжке Пчелкина в мг/100г почвы в образцах до инкубирования. Var1, Var2, Var3, Var4 – варианты полевого опыта 0, 70, 140 и 280 кг K_2O /га соответственно

Таблица 1. Содержание К в вытяжке Пчелкина до и после инкубирования с KCl (мг K₂O/100 г почвы).

Вариант опыта	Калий до инкубирования по повторностям	Среднее	Калий после инкубирования по повторностям	Среднее	Разница средних
1. NP	111.5	104.91	113.49	111.54	6.63
	88.14		105.30		
	115.05		115.83		
2. NP + K ₇₀	100.23	97.11	111.93	106.47	9.36
	90.09		103.74		
	100.62		103.74		
3. NP + K ₁₄₀	123.63	107.64	124.41	113.88	6.24
	92.82		108.42		
	106.86		108.81		
4. NP + K ₂₈₀	117.0	107.25	118.17	112.71	5.46
			106.47		
			113.10		

**Рис. 2.** Содержание К в вытяжке Пчелкина, мг K₂O/100г почвы, в образцах после инкубирования. Var1, Var2, Var3, Var4 – варианты полевого опыта 0, 70, 140 и 280 кг KCl соответственно

ния в образцах определяли не в HNO₃ с кипячением, а по Пчелкину. Последний метод включает настаивание образца почвы с 2М HCl в течение двух суток при комнатной температуре. Известно, что этот метод разработан и используется для определения соединений калия, который рассматривается как необменный (Методические подходы ..., 2011).

Несомненно, что при такой обработке в вытяжку может переходить и обменный калий, но оценивать содержание собственно необменного калия по разности между количеством калия в вытяжке Пчелкина и в вытяжке Масловой без дополнительных исследований было бы не совсем корректно. Известно, что ион NH₄⁺ является значительно более активным вытеснителем, чем протон, в отношении катионов, находящихся в межпакетных позициях трехслойных силикатов. Поэтому в почвах может присутствовать обменный калий, не вытесняемый при кислотной обработке, но переходящий в вытяжку Масловой (Козлова и др., 2003). Вместе с тем, в кислотную вытяжку Пчелкина частично переходит калий кристаллических решеток иллитов, как унаследованных от породы, так и образованных в результате фиксации

калия. В связи с этим в рамках данной работы не используется термин «необменный калий», а применяются как синонимы термины «калий в вытяжке Пчелкина» и «калий в 2М HCl вытяжке».

Полученные результаты обрабатывали с применением программ EXCEL и STATISTICA (Мешалкина и Самсонова, 2008).

Результаты и обсуждение

В исходных образцах содержание К в вытяжке 2М HCl варьирует от 88 до 123 мг K₂O/100г почвы и достоверно не различается по вариантам полевого опыта с разными дозами удобрений (рис. 1, табл. 1). Если исключить данные по контрольному варианту опыта, можно заметить тенденцию к увеличению содержания К в 2М HCl вытяжке по мере возрастания дозы калийных удобрений от 70 до 140 и 280 кг/га.

После инкубирования 100 г почвы с 20 мг KCl содержание калия несколько увеличивалось во всех вариантах опыта и варьировало в пределах от 103 до 124 мг/100 г. Так же, как и до инкубирования, между различными вариантами полевого опыта достоверных различий не выявлено (рис. 2), но при исключении данных контрольного варианта опыта, отмечается тенденция к увеличению количества калия в 2М HCl вытяжке по мере увеличения дозы удобрений.

Прибавка содержания К после инкубирования по вариантам опыта и повторностям варьировала от 0.8 до 17.2 мг K₂O/100 г, причем не было найдено достоверных различий между вариантами опыта по количеству калия, которое было поглощено почвой в процессе инкубирования с KCl (рис. 3).

При этом количество поглощенного при инкубировании калия обнаруживает обратную линейную зависимость от количества калия, которое переходит в вытяжку Пчелкина до инкубирования (рис. 4). Соответствующий коэффициент парной корреляции был равен 0.9 и значим при P = 0.99. При исключении данных по контрольному варианту опыта наблюдается тенденция к снижению средних по варианту количества поглощенного калия по мере увеличения доз вносимых калийных удобрений (табл. 1).

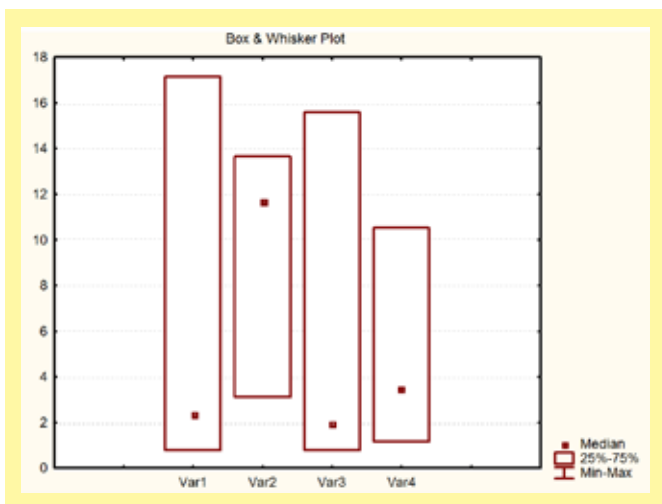


Рис. 3. Количество калия, поглощенного при инкубировании (разница между количеством К в 2 М HCl до и после инкубирования). Var1, Var2, Var3, Var4 – варианты полевого опыта 0, 70, 140 и 280 кг KCl соответственно.

Таким образом, однократное внесение даже высоких доз калийных удобрений в исследованные черноземы не привело к достоверному снижению способности почвы к поглощению подвижного калия, извлекаемого 2М HCl вытяжкой. Этот вывод находится в соответствии с ранее полученными данными (Осипова, 2016) об отсутствии накопления иллитов в составе илистой фракции даже на делянках, получивших максимальную дозу калийных удобрений (280 кг/га).

Возникает вопрос, почему в исследованных черноземах отсутствует отмечаемое многими исследователями (Куйбышева, 1985; Минеев, 2004; Якименко, 2011; Moberg et al., 1983; Simonsson et al., 2009 и др.) снижение фиксации калия и соответствующее накопление иллитов в тонких фракциях по мере увеличения доз калийных удобрений.

Можно указать две основные причины, определяющие эту особенность исследованных почв. Первая причина заключается в том, что данные в цитированных работах относятся к образцам, взятым с делянок длительных полевых опытов, в то время как объектом данного исследования были образцы почв после однократного внесения калийных удобрений. Вторая причина связана с тем, что большая часть опубликованных работ относится к подзолистым и серым лесным почвам, а не к черноземам.

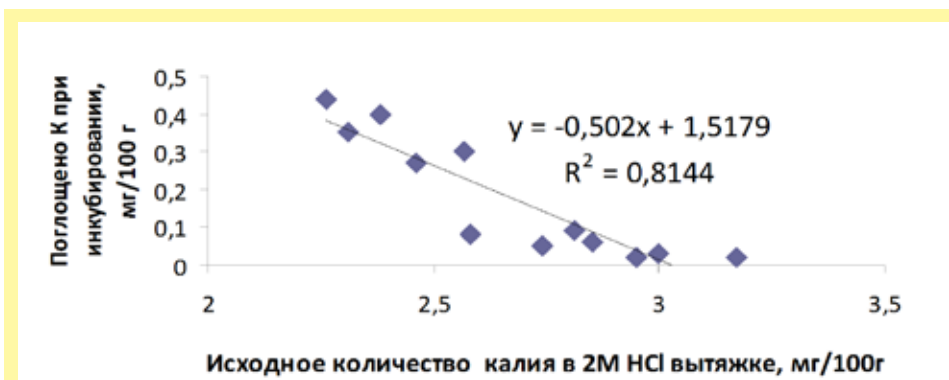


Рис. 4. Зависимость количества поглощенного при инкубировании калия от исходного содержания калия, переходящего в 2 М HCl вытяжку

Спецификой черноземов является не только более высокое природное содержание подвижного калия, но и наличие большого количества гумусовых пленок на поверхности частиц и структурных отдельностей. Эти пленки могут препятствовать процессу обменного и необменного поглощения калия.

Оценивая полученные результаты с практической точки зрения, следует отметить, что слабое проявление способности почвы к поглощению калия вне зависимости от дозы внесения калийных удобрений обеспечивает возможность более полного использования калия сельскохозяйственными культурами.

Осипова Д.Н. – магистрант кафедры химии почв факультета почвоведения Московского Государственного Университета имени М.В.Ломоносова; e-mail: dariyaosipova@gmail.com.

Иванова С.Е. – кандидат биологических наук, вице-президент Международного Института Питания Растений по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку. e-mail: sivanova@iprni.net.

Соколова Т.А. – профессор, доктор биологических наук, заслуженный профессор Московского Государственного Университета имени М.В.Ломоносова

Литература

- Минеев В.Г. *Агрохимия*. 2004. М.: Изд-во Московского университета. 720 с.
- Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И., Юмашев Н.П., Корчагин В.И., Хижняков А.Н. 2011. *Питание растений*, 3: 2-6.
- Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. 2014. *Питание растений*, 1: 2-5.
- Осипова Д.Н., Иванова С.Е., Соколова Т.А. 2016. *Вестник МГУ. Сер.17. Почвоведение*, 4.
- Якименко В.Н. 2011. *Вестник Томского государственного университета. Биология*, 1. (13): 19-27.
- Методические подходы к определению параметров калийного режима пахотных почв при длительных опытах*. 2011. М.: Изд-во РАСХН. 47 с.
- Козлова О.Н., Соколова Т.А., Носов В.В., Балдина В.В. 2003. *Агрохимия*, 10: 13-21.

Мешалкина Ю.Л., Самсонова В.П. Математическая статистика в почвоведении. Практикум. 2008. Москва. 84 с.

Куйбышева И.П. Влияние содержания и состава тонкодисперсных фракций на калийное состояние серых лесных почв. 1985. Автореферат диссерт. канд. биол. наук. М. 25 с.

Moberg J.P., Nielsen J.D. Acta Agriculturae Scandinavica. 1983. V. 33. PP. 21-27.

Simonsson Magnus, Hillier Stephen, Öborn Ingrid. Geoderma. 2009. V.159. PP. 109-120.