

# ХРОМ И НИКЕЛЬ В ПОЧВАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Лукин, д.с.-х.н.

Центр агрохимической службы «Белгородский», e-mail: [serg.lukin2010@yandex.ru](mailto:serg.lukin2010@yandex.ru)

*В статье представлены результаты агрозоэкологического мониторинга, характеризующие валовое содержание и концентрацию подвижных форм хрома и никеля в пахотных почвах Белгородской области. Проанализированы закономерности распределения этих элементов по слоям почвенного профиля. Даны рекомендации производству.*

*Ключевые слова:* мониторинг, хром, никель, чернозем, токсичность, валовое содержание, содержание подвижных форм.

## CHROME AND NICKEL IN SOILS IN BELGOROD REGION

S.V. Lukin

*The paper presents the results of agroecological monitoring, characterizing the total content and concentration of mobile forms of chrome and nickel in arable soils of the Belgorod region. Analyzed the distribution patterns of these elements by layers of the soil profile.*

*Keywords:* monitoring, chromium, nickel, chernozem, toxicity, total content, the content of mobile forms.

Хром (Cr) и никель (Ni) относятся к биогенным элементам, которые постоянно находятся в тканях растений и животных. Хром в растениях участвует в синтезе белка, способен повышать продуктивность фотосинтеза и содержание хлорофилла в листьях. Растениям наиболее

доступен Cr<sup>6+</sup>, который в нормальных почвенных условиях нестабилен. В небольших концентрациях хром может быть стимулятором, при повышенных – ингибитором продуктивности растений. При избыточном содержании этого элемента снижается рост, отмечается угне-

тение растений, а при очень больших концентрациях может происходить их гибель [1].

Физиологическая роль никеля в растении разнообразна, он выводит их из состояния покоя, регулирует образование гистонов, способствует перемещению азота и прорастанию семян, изменяет активность фермента уреазы, катализирующего гидролиз мочевины; участвует в процессе трансамигрирования. Этот элемент стимулирует фотосинтез через вхождение в полярные липоиды и через улучшение обеспеченности фотосинтетического аппарата растений пластидными пигментами. Никель способствует формированию спиральной структуры нуклеиновых кислот [2]. Однако характер действия никеля определяется концентрацией его в питательной среде. При повышенном его содержании в почве происходит угнетение роста растений и снижается содержание хлорофилла в листьях.

Источниками загрязнения окружающей среды хромом и его соединениями служат осадки сточных вод кожевенных заводов, коммунальные стоки и выбросы металлургических предприятий. Основные антропогенные источники поступления никеля в окружающую среду: сжигание нефти и бензина, цветная и черная металлургия, сжигание древесины и отходов. Минеральные удобрения нельзя рассматривать как источник загрязнения почв хромом и никелем, поскольку в них содержание этих элементов, как правило, ниже, чем в почвах [3].

Цель данной работы – изучить закономерности фундового распределения хрома и никеля по слоям почвенного профиля в условиях Белгородской области.

Исследования проводили на 19 реперных участках, заложенных на пашне. Они представляют собой поле или участок поля площадью 4-40 га. Почвенный покров реперных участков представлен черноземами типичными и выщелоченными. Валовое содержание никеля и хрома в почве, а также содержание подвижных форм этих элементов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, определяли в соответствии с общепринятой в агрохимической службе методикой. При статистической обработке данных локального мониторинга использовали расчеты доверительного интервала для среднего значения ( $\bar{x} \pm t_{0,05} s \bar{x}$ ) и коэффициента вариации (V, %).

Кларк валового содержания хрома в почве составляет 200 мг/кг [4]. Данные о валовом содержании хрома в пахотных почвах варьируют в широком диапазоне. Например, его валовое содержание в черноземах типичных тяжелосуглинистых и глинистых составляет 45-130 мг/кг [5], в почвах Нижегородской области среднее валовое содержание составляет 10,1 мг/кг [6], в пахотных

черноземах Республики Тыва среднее содержание подвижных форм составляет 1,46 мг/кг, в серых лесных почвах находится в пределах 1,6-2,0 мг/кг [7].

В почве хром разновалентен, с преобладанием Cr<sup>+3</sup>, имеющего слабую растворимость в кислой среде. В условиях щелочной среды возможно окисление Cr<sup>+3</sup> до Cr<sup>+6</sup> с образованием растворимых хроматов. Фитотоксичность хрома зависит от его валентности, определяющей подвижность элемента в почве и его доступность растениям. Шестивалентный хром является анионом хромовой кислоты и в составе аниона практически не поглощается почвенными коллоидами, поскольку они несут преимущественно отрицательный заряд. Трехвалентный хром выступает в роли катиона и хорошо поглощается почвой, вследствие чего обладает малой токсичностью. Поэтому предельно допустимая концентрация (ПДК) трехвалентного хрома в почве равна 100 мг/кг, тогда как ПДК шестивалентного хрома – 0,05 мг/кг. ПДК подвижных форм Cr<sup>+3</sup> в почве, извлекаемых ААБ с pH 4,8, составляет 6 мг/кг.

В почвах реперных объектов Белгородской области среднее валовое содержание хрома в пахотном слое составляет 20,9±2,0 мг/кг и с увеличением глубины почвенного профиля не изменяется. Варьирование валового содержания этого элемента находится в пределах 13,6-28,6 мг/кг и определяется свойствами почвообразующих пород.

Среднее содержание подвижных форм хрома в пахотном слое почв составляет 0,46±0,09 мг/кг (2,2% валового). С увеличением глубины содержание подвижных форм этого элемента повышается и достигает максимума (1,33±0,20 мг/кг) в слое 81-100 см [8]. Варьирование содержания подвижных форм хрома в пахотном слое почв находится в пределах 0,26-0,86 мг/кг, а в слое 81-100 см – в пределах 0,71-2,12 мг/кг. Превышения ПДК этого металла в почвах не фиксировалось (табл. 1).

Кларк никеля в почве составляет 40 мг/кг [4]. В Тамбовской области валовое содержание никеля в черноземах выщелоченных тяжелосуглинистых и глинистых в пахотном горизонте составляет 20-40 мг/кг; в черноземах типичных – 20-50 мг/кг, в черноземах обыкновенных – 30-55 мг/кг. По обобщенным данным в пахотном горизонте серых лесных почв содержание никеля изменяется в пределах 8-41, в черноземах – 23-54 мг/кг [5]. Содержание подвижного никеля находится в пределах от 0,4 в светло-серых лесных почвах до 2,75 мг/кг в черноземах обыкновенных [9].

## 1. Содержание хрома в почвах реперных участков, мг/кг

Глубина отбора проб, см	$\bar{x} \pm t_{0,05} s \bar{x}$	lim	V, %
Валовое содержание			
0-20	20,9±2,0	13,6-28,6	19,4
21-40	21,8±2,1	14,9-28,1	19,5
41-60	21,9±2,5	14,9-31,9	23,2
61-80	21,4±2,5	15,0-31,4	24,5
81-100	20,8±2,4	14,7-32,9	24,3
Содержание подвижных форм			
0-20	0,46±0,09	0,26-0,86	39,5
21-40	0,63±0,15	0,29-1,58	50,1
41-60	0,78±0,16	0,35-1,54	43,8
61-80	1,08±0,20	0,51-1,77	37,9
81-100	1,33±0,20	0,71-2,12	31,1

**2. Содержание никеля в почвах реперных участков, мг/кг**

Глубина отбора проб, см	$\bar{x} \pm t_{0,05} s \bar{x}$	lim	V, %
Валовое содержание			
0-20	25,0±2,5	16,6-34,3	20,9
21-40	25,5±2,8	16,6-36,5	22,4
41-60	25,8±3,2	16,2-39,0	25,5
61-80	25,0±3,0	15,9-39,3	25,1
81-100	24,1±2,8	16,2-36,9	24,2
Содержание подвижных форм			
0-20	0,46±0,13	0,16-1,12	52,8
21-40	0,65±0,29	0,24-1,28	50,3
41-60	0,81±0,23	0,23-2,06	60,8
61-80	1,17±0,32	0,24-2,99	57,5
81-100	1,49±0,46	0,47-3,70	64,3

Ориентировочно-допустимая концентрация (ОДК) валового никеля в песчаных и супесчаных почвах составляет 20 мг/кг, в суглинистых и глинистых с  $pH_{KCl} < 5,5 - 40$ , а в суглинистых и глинистых почвах с  $pH_{KCl} > 5,5 - 80$  мг/кг. ПДК для подвижных форм никеля, извлекаемых ААБ с  $pH 4,8$ , составляет 4 мг/кг.

Никель в почве отличается слабой подвижностью. Он концентрируется в основном в илистой фракции, обогащенной минералами типа монтмориллонита. С органическим веществом почвы никель способен образовывать хорошо растворимые хелатные соединения. По глубине почвенного профиля никель мигрирует в катионной форме в виде истинных растворов соединений. Возможна также миграция в коллоидном состоянии и в виде механических взвесей.

По результатам локального мониторинга, среднее валовое содержание никеля в пахотном слое составляет  $25,0\pm2,5$  мг/кг и с увеличением глубины достоверно не изменяется (табл. 2). Видимо, для этого элемента не характерно биофильное накопление в гумусовом горизонте. Варьирование валового содержания никеля в пахотном слое почвы по районам области находится в пределах 16,6-34,3 мг/кг. Максимальное валовое содержание отмечается в почвах юго-восточных районов области, а минимальное – в почвах западных районов. Почвообразующие породы в юго-восточных районах имеют более тяжелый гранулометрический состав, чем в западных районах. Превышения ОДК валового содержания никеля не установлено [10].

Никель геохимически связан с кобальтом: их атомные массы очень близки. Черноземные почвы характеризуются достаточно постоянным отношением содержания в пахотном слое никеля к кобальту, равным 3 [5]. В наших исследованиях данная закономерность полностью подтверждалась. Среднее содержание кобальта в пахотном слое реперных объектов составляет  $7,77\pm0,56$  мг/кг, что в 3,2 раза ниже, чем никеля. На глубине 81-100 см соотношение валового содержания Ni:Co составляло 2,7.

Среднее содержание подвижных форм никеля в пахотном слое составляет 0,46 мг/кг (1,8% валового). На глубинах 61-80 и 81-100 см содержание подвижных форм никеля составляет соответственно  $1,17\pm0,32$  и  $1,49\pm0,46$  мг/кг, что существенно выше, чем в пахотном слое. На этих глубинах доля подвижных форм от валового количества возрастает до 4,7-6,2%. Коэффициент варьирования данного показателя в 2 раза выше, чем для валового содержания этого элемента. Превышения ПДК подвижных форм никеля не установлено.

*Таким образом, среднее валовое содержание хрома и никеля в почвах Белгородской области составляет соответственно 20,9 и 25 мг/кг и с глубиной почвенного профиля достоверно не изменяется. Данные значения можно считать региональными кларками этих элементов. Среднее содержание подвижных форм хрома и никеля в пахотном слое почв области составляет 0,46 мг/кг и с глубиной почвенного профиля увеличивается. Превышения уровней ПДК этих элементов не установлено.*

**Литература**

1. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 264 с.
2. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
3. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. – М.: Агроконсалт, 1999. – 176 с.
4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 259 с.
5. Протасова Н.А., Щербаков А.П. Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. – 368 с.
6. Шафронов О.Д. Ландшафтно-экологическое районирование Нижегородской области по содержанию тяжелых металлов в почве // Агрохимический вестник, 2006, № 1. – С. 5-7.
7. Аюшинов Н.П., Соловьев В.М., Хахаев В.Г. Эколо-агрохимические изменения почв Республики Тыва // Агрохимический вестник, 2005, № 5. – С. 4-5.
8. Лукин С.В. Мониторинг содержания хрома в сельскохозяйственных культурах и почвах // Достижения науки и техники АПК, 2011, № 6. – С. 54-55.
9. Юмашев Н.П., Трунов И.А. Почвы Тамбовской области. – Мичуринск-Наукоград РФ: Изд-во Мичуринского гос. агр. ун-та, 2006. – 216 с.
10. Лукин С.В. Мониторинг содержания никеля в почвах // Достижения науки и техники АПК, 2011, № 4. – С. 13-15.