

FRI-2.209-1-EC-04

---

## SOIL CONTAMINATION BY HEAVY METALS IN THE APPLICATION MINERAL FERTILIZERS IN THE IRRIGATED ZONES OF KAZAKHSTAN

---

**Prof. Suleimenova N. Sh., DcS**

Department of Horticulture and Ecology,  
Kazakh National Agrarian University, Almaty  
Tel.: +77272628192  
E-mail: [naziya44@gmail.com](mailto:naziya44@gmail.com)

**Assoc. Prof. Mahamedova B. Y., PhD**

Department of Horticulture and Ecology,  
Kazakh National Agrarian University, Almaty  
Tel.: +77272 640203  
E-mail: [mahamedovabaglan@gmail.com](mailto:mahamedovabaglan@gmail.com)

**Assoc. Prof. Margarita Filipova, PhD**

Department of Thermotechnics, Hydraulics and Ecology,  
“Angel Kanchev” University of Ruse  
Phone: +35982 - 888 418  
E-mail: [mfilipova@uni-ruse.bg](mailto:mfilipova@uni-ruse.bg)

**Kuandikova E. M. PhD student**

Department of Horticulture and Ecology,  
Kazakh National Agrarian University, Almaty  
Tel.: +77272628192  
E-mail: [9elnara@gmail.com](mailto:9elnara@gmail.com)

**Abstract:** *The main source of contamination of soil chemical elements, along with industry, transport, energy is agriculture. In this regard, applied technologies to increase crop yields cause a substantial resource and technological changes that sharply degrade the environment, increasing the level of anthropogenic impact on the environment. In dealing with such environmental problems we have studied the effect of prolonged administration of high doses of mineral fertilizers (N60P180K90) and the innovative technology of soybean cultivation, as the resource-saving technology with the use of optimal doses of fertilizers.*

*It is established that the solution to the problem of environmental impacts of application of mineral fertilizers is possible only on the basis of a system approach that takes into account both positive and negative effects of this method of enhancing soil fertility.*

*Development of resource saving technologies of cultivation of soybeans and comparative assessment with conventional technology have been identified environmental effects of the use of mineral fertilizers and ways of rational use of soil resources. By results of researches the content of heavy metals (HM) in 0-20 cm soil layer was studied at different options. The content of heavy metals in the variants without fertilization the soil is characterized by low contents of almost all kinds of heavy metals.*

*With prolonged use of high doses of mineral fertilizers N60P180K90 found that the amount of heavy metals in root layer of soil is significantly increased. With the introduction of mineral fertilizers in the dose of N60P180K90 –the quantity of cadmium in the soil amounted to 9.1 mg / kg, chromium of 5.66 g/kg, lead – 4,79 g/kg, zinc of 12.77 g/kg and copper – 3.9 g/kg. The identified soil contamination by copper (Cu), the content of which is increased from 0,51 to 3.9 mg/kg soil, which is higher than the threshold limit, the MPC is only 3.0 mg/kg of soil and the level of contamination of soil with copper relates to the high threat classes.*

*And, if saving technologies the results of applying P60K30 and a complete set of mineral fertilizers in the dose - N30P60K30 show that the content in soil of mobile forms of heavy metals dynamic in time and does not cause danger of soil pollution TM only when applied against the background of resource-saving technologies.*

*Thus, when resource-saving technologies environmental soil conditions for soybean cultivation are optimized, the content of heavy metals is much lower MPC. Resource-saving technology in the application of mineral fertilizers in*

*the dose of P60K30 and N30P60K30 provides environmentally safe surroundings for soybean cultivation. Proven, evidence-based and optimal doses of mineral fertilizers at cultivation of soybean is P60K30 and N30P60K30 that do not accumulate heavy metals in arable layer of soil, with subsequent improvement of the nutrient status of soil and productivity of crops.*

*Keywords: fertilizers, heavy metals, yield, cultivation, soya, resource-saving technology.*

## **ВЪВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека в биосферу поступает огромное количество различных загрязнителей, в том числе и тяжелых металлов. Почвенный покров является одной из важнейших частей биосферы и во многих случаях он играет буферную роль, предотвращая или локализуя загрязнение других частей биосферы. Поступление тяжелых металлов в биосферу ведет к накоплению их в почве в количествах, многократно превышающих фоновый уровень, что снижает продуктивность почв и негативно сказывается на животном и растительном мире и, в конечном итоге, на человеке. Загрязнение почв наносит также и экономический ущерб, т.к. сельскохозяйственная продукция, полученная с загрязненных территорий, часто загрязнена ТМ и запрещена к реализации. Это, в свою очередь, приводит к невозможности или нецелесообразности сельскохозяйственного использования таких земель [1].

Исследования ученых-агрохимиков показали, что разные виды и формы минеральных удобрений неодинаково влияют на свойства почв. Внесенные в почву удобрения вступают в сложные взаимодействия с ней. Здесь происходят всевозможные превращения удобрений, которые зависят от целого ряда факторов: свойств удобрений и почвы, погодных условий, агротехники. От того, как происходит превращение отдельных видов минеральных удобрений, зависит влияние их на почвенное плодородие [2].

Основным источником загрязнения почвы химическими элементами наряду с промышленностью, транспортом, энергетикой является и сельское хозяйство [3, 4]. По анализам ООН, начиная с 1980 г., в числе названных сфер самую опасную угрозу живой природе представляет сельское хозяйство. На сегодняшний день в сельскохозяйственном природопользовании к экологическим проблемам относятся химическое загрязнение почв при применении минеральных удобрений [5]. Минеральные удобрения ежегодно вносятся достаточно больших дозах на поля для того, чтобы обеспечить потребность культуры в минеральной питании и восполнить выносимые с урожаем из почвы химических элементов. В этой связи, применяемые технологии повышения урожайности сельскохозяйственных культур вызывают существенные ресурсо-технологические изменения, которые резко ухудшают экологическую обстановку, повышая уровень антропогенного воздействия на окружающую среду.

## **ИЗЛОЖЕНИЕ**

### **Методика и объекты исследования**

Объектом исследования являются соя, плодосменный севооборот и сорные растения. Экспериментальные исследования проведены общепринятыми классическими приемами, наблюдением и экспериментам. Почва опытного поля - лугово-каштановый тип тяжелого механического состава. Содержание гумуса составляет 4,38%, валового азота и валового фосфора высокое – 0,258 и 0,211% соответственно. По обеспеченности доступными элементами характеризуются как высокообеспеченным азотом (137 мг/кг Nл.г и 25 мг/кг N-NO3) и обменным калием, подвижного фосфора низкое – 22 мг/кг почвы. Климат района исследований характеризуется как резко континентальный, низкой влажностью воздуха, обилием солнечного света. короткой, но довольно холодной зимой. Полевые опыты заложены в учебно-опытном хозяйстве «Агроуниверситет» в короткоротационном плодосменном севообороте и производственный опыт на территории частной агропромышленной фирмы ЧАФ«Турген».

### Результаты и обсуждение

В решении выше отмеченных экологических проблем нами изучены влияние применения повышенных доз минеральных удобрений (N60P180K90) рекомендованные в производственных условиях. В результате исследований нами выявлены экологические аспекты применения минеральных удобрений, которые влекут негативную антропогенную нагрузку на агроэкосистему, приводит к загрязнению почвенных ресурсов агроэкосистемы тяжелыми металлами, ухудшая при этом факторов плодородия почвы и снижая продуктивность пашни.

Установлено, что решение проблемы экологических последствий применения минеральных удобрений возможно только на основе системного подхода, учитывающего как положительный, так и отрицательный эффект. При этом экологическая оценка дестабилизации состоит, в определении фактических и возможных изменений состояния почвенных ресурсов агроэкосистемы.

При возделывании сои при традиционной технологии были выявлены экологические последствия применения минеральных удобрений. Известно что, почва играет роль приемника химических средств, где внесенные минеральные удобрения разлагаются и откуда перемещаются в растения, грунтовые воды или окружающую среду, либо сохраняются в течение длительного времени в почве.

Уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами при применении минеральных удобрений определился на фоне традиционной и ресурсосберегающей технологий возделывания сои. По результатам определения содержание тяжелых металлов (ТМ) в 0-20 см слое почвы было различным по изучаемым вариантам. Содержание тяжелых металлов в вариантах полевого опыта указывает, что на фоне традиционной технологии возделывания сои, без внесения минеральных удобрений почва характеризуется низким содержанием практически всех видов тяжелых металлов.

Особенно низким содержанием отмечен кадмий - 0,37 и медь - 0,51 мг\кг, что соответственно на 56 и 7 раз ниже уровня ПДК (20,0 и 3,0 мг/кг). Содержание определяемых следующих тяжелых металлов, как Pb, Cr, Zn в почве не превышает их порога допустимой концентрации (ПДК) и на много ниже.

Таблица 1. Влияние технологии возделывания сои и дозы минеральных удобрений на содержание тяжелых металлов в почве (среднее за 2015-2017 г.)

Содержание ТМ, мг/кг	При традиционной технологии		При ресурсосберегающей технологии, внесение		Содержание ТМ, ПДК, мг/кг
	Без удобрений	N <sub>60</sub> P <sub>180</sub> K <sub>90</sub>	P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	
Zn	1,27±0,053	12,77±0,56	1,49±0,03	2,72±0,05	23,0
Cd	0,37±0,01	9,1±0,25	1,17±0,03	1,88±0,05	20,0
Cu	0,51±0,012	3,9±0,064	0,71±0,01	0,94±0,02	3,0
Cr	0,73±0,018	5,66±0,15	0,68±0,022	0,98±0,016	6,0
Pb	0,66±0,016	4,79±0,13	1,37±0,04	1,65±0,04	6,0

Особенно низким содержанием отмечен кадмий - 0,37 и медь - 0,51 мг\кг, что соответственно на 56 и 7 раз ниже уровня ПДК (20,0 и 3,0 мг/кг). Содержание определяемых следующих тяжелых металлов, как Cr, Pb, Zn в почве не превышает их порога допустимой концентрации (ПДК) и на много ниже.

При длительном применении повышенных доз минеральных удобрений до N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>90</sub> установлено, что количество тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы существенно повышается. При внесении минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>180</sub>K<sub>90</sub> – количество поступившего кадмия в почву повышается до– 9,1 мг\кг, хрома-5,66 г/кг, свинца – 4,79 г/кг,и

цинка – 12,77 г/кг. Выявлено загрязнение почвы медью (Cu), содержания которого повышается от 0,51 до 3,9 мг/кг почвы, что выше порога допустимого предела, ПДК которого составляет всего 3,0 мг/кг почвы и по уровню загрязненности почвы медью относится к высоко опасным классам.

А, при ресурсосберегающей технологии результаты применения  $P_{60}K_{30}$  и полного набора минеральных удобрений в дозе -  $N_{30}P_{60}K_{30}$  показывают, что наибольшее количество Zn и Cd отмечено на этих вариантах. Сравнительное наибольшее содержание Zn – 1,49-2,72 мг/кг в вариантах применения минеральных удобрений ( $P_{60}K_{30}$  и  $N_{30}P_{60}K_{30}$ ) намного ниже уровня ПДК (т.е. в 9,7 и 6,5 раз). Содержание Cd было более завышенным и составляет 1,17 и 1,88 мг/кг, они также, ниже ПДК в 15,7 и 10,9 раз. Нужно отметить, что содержание в почве подвижной формы тяжелых металлов динамично во времени и не вызывает опасность загрязнения почвы ТМ только при применении на фоне ресурсосберегающей технологии.

### ИЗВОДИ

Таким образом, при ресурсосберегающей технологии экологические условия почвы для возделывания сои оптимизируются, содержание тяжелых металлов значительно ниже ПДК, для Cr 8,1-7,4 раза, Pb в 4,6-3,7 раз, Zn в 16,7-9,0 раз, Cu в 4,3-4,2 и Cd в 15,6-10,9 раза. Полученные результаты показывают, что ресурсосберегающая технология при внесении минеральных удобрений в дозе  $P_{60}K_{30}$  и  $N_{30}P_{60}K_{30}$  обеспечивает экологически безопасную обстановку для возделывания сои.

Поэтому есть полное обоснование считать, что научно-обоснованными и оптимальными дозами минеральных удобрений при выращивании сои является  $P_{60}K_{30}$  и  $N_{30}P_{60}K_{30}$ , которые не накапливают тяжелых металлов в пахотном слое почвы, с последующим улучшением питательного режима почвы и повышением продуктивности культуры.

### REFERENCES

1. Lareshin.V.G., Bushuev N. N., Skorikov.V. T., Shuravilin A. V. (2008). The Conservation and enhancement of fertility of agricultural lands, Moscow: RUDN, p. 31(Оригинально заглавие: Ларешин В. Г., Бушуев Н.Н., Скориков В.Т., Шуравилин А.В. Сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения М.:РУДН, 2008. 31с.)
2. Valkov. V. F., Kazeev K. Sh., Kolesnikov, S.I. (2004) . Soil Ecology, Rostov-na-Donu: UPL RGU, 2004. p.42 (Оригинально заглавие: Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С. И //Экология почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. 42 с.)
3. Seredina V.P. (2015) Pollution of soils Tomsk: publishing House Tomsk state University, 2015.-325 with” (Оригинально заглавие: Середина В.П., Загрязнение почв Томска, Издательский дом Томского государственного университета, 2015, 325с.)
4. Kudeyarov V. P., Bashkin. V. N., Kudeyarova A. Y. (1981) Ecological consequences of the application of mineral fertilizers // Chemistry in villages. khoz., No 10, p. 52-57. ” (Оригинально заглавие: Кудеяров В. П., Башкин В. Н. Кудеярова А. Ю., Экологические последствия применения минеральных удобрений // Химия в сел. хоз. 1981. No 10. 52-57с.)
5. Mineev. G., Alekseev A.A., Mansurova E. M. (1982). Intake of heavy metals in soil with application of high doses of mineral fertilizers, Dokl. VASKHNIL, No 8. p. 8-10. ”(Оригинально заглавие: Минеев В. Г., Алексеев А. А., Монзерова Е. М., Поступление тяжелых металлов в почвы при внесении высоких доз минеральных удобрений // Докл. ВАСХНИЛ, 1981. No 8, 8-10 с.)