

## АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ НИКЕЛЯ В ЯГОДАХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

О.А. Ветрова , к.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, vetrova@vniispk.ru

### Аннотация

В полевом опыте на серых лесных почвах изучена эффективность агротехнических способов снижения поступления Ni в плоды земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) при техногенном загрязнении почвы на уровне ПДК (валовое содержание Ni – 39,9 мг/кг). Исследования проводили в 2007...2008 гг. в Мценском районе Орловской области с четырьмя сортами земляники: Рубиновый кулон, Мамочка, Былинная и Богема. Были использованы следующие агротехнические приёмы: внесение минеральных удобрений (N90P90K90), известкование (2 т/га), внесение цеолитсодержащей породы (ЦСП) Хотынецкого месторождения (15 и 25 т/га). Изученные сорта земляники неодинаково реагировали на агроприёмы, снижающие поступление Ni в плоды. У сорта Рубиновый кулон достоверное уменьшение концентрации Ni в плодах наблюдалось при внесении ЦСП в дозе 25 т/га. В плодах сорта Былинная наименьшее содержание никеля было при внесении 15 т/га цеолитсодержащей породы без внесения минеральных удобрений и 25 т/га ЦСП в сочетании с минеральными удобрениями. Сорт Мамочка не проявил отзывчивости к химическим методам, уменьшающим поступление Ni в плоды и характеризовался наименьшим накоплением содержания никеля в плодах. Сорт Богема среди изучаемых сортов земляники отличался повышенным накоплением никеля в плодах. Этот сорт реагировал положительно на все изученные агроприёмы, уменьшающие поступления никеля в плоды. Наименьшее содержание никеля в плодах данного сорта было в варианте с внесением 15 т/га цеолитсодержащей породы совместно с минеральными удобрениями, что уменьшило содержание никеля на 90% по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** сорта земляники, никель, техногенное загрязнение, цеолитсодержащая порода, агроприёмы

## AGROTECHNICAL METHODS OF REGULATING THE LEVEL OF NICKEL IN STRAWBERRY BERRIES

O.A. Vetrova , cand. agr. sci.

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPK, vetrova@vniispk.ru

### Abstract

The efficiency of agrotechnical methods of reducing the Ni flow in fruit of strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) at technogenic pollution of the soils at the MAC level (gross contents of Nickel – 39.9 mg/kg) was studied in the field experiments on gray forest soils. The studies were carried out in 2007—2008 in Mzensk district of Orel region. Four strawberry cultivars were studied: Rubinovy Kulon, Mamochka, Bylinnaya and Bogema. The following agronomical practices were used: application of mineral fertilizers (N90P90K90), lime application (2 t/ha) and zeolite-bearing rock of Khotynetz deposit (15 and 25 t/ha). The studied strawberry cultivars differently responded to agricultural practices that reduce the flow of Nickel in the fruit. In Rubinovy Kulon the significant decrease in Ni concentration in the fruits was observed with the introduction of zeolite-bearing rock in the dose of 25 t/ha. In the Bylinnaya cultivar the least content of nickel was with the introduction of zeolite-bearing rock in the dose of 15 t/ha without mineral fertilizer application and 25 t/ha in combination with mineral fertilizers. The Mamochka cultivar did not show responsiveness to the chemical methods reducing receipt of nickel in fruits and was characterized by the smallest accumulation of the content of nickel in fruits. Bogema was characterized by high nickel accumulation in fruits among the studied strawberry cultivars. This cultivar positively reacted to all of the studied agro techniques that reduced the nickel receipt in fruits. The lowest nickel content in the fruits of this variety was in the variant with the introduction of 15 t/ha of zeolite-containing rock together with mineral fertilizers, which reduced the nickel content by 90% compared to the control.

**Key words:** strawberry varieties, nickel, technogenic pollution, zeolite-containing rocks, agricultural practices

### Введение

Земляника является одной из самых популярных и распространённых ягодных культур. Ценность её заключается, прежде всего, в том, что она даёт очень ранние вкусные ягоды. Ягоды земляники содержит много ценных для организма человека веществ: сахаров, органических кислот, азотистых соединений, пектиновых веществ, клетчатки, минеральных солей. В них много витаминов, каротина, никотиновой кислоты, микроэлементов.

Ягодные растения, особенно земляника садовая, широко распространены у садоводов-любителей, дачников, садовые участки которых часто расположены вблизи шоссе дорог и в зоне влияния промышленных центров, где велик риск накопления тяжёлых металлов (ТМ) в плодах. Плоды земляники, являющиеся диетическим продуктом, должны быть, безусловно, экологически безопасными. ТМ – одни из наиболее опасных для здоровья человека загрязнителей.

Известно, что даже незначительное количество ТМ, содержащихся в продукции,

выращенной на слабозагрязнённых почвах, оказывает кумулятивный эффект, обуславливая постепенное увеличение содержания ТМ в организме человека. Так, например, поступление никеля представляет серьёзную опасность для здоровья человека, так как действует на клеточном и субклеточном уровне и оказывает влияние на онкогены (Авцын, 1991). Именно этим объясняются гораздо более строгие требования к химическому составу сырья для производства детского и диетического питания, в частности, не допускающие наличия токсичных микроэлементов.

Техногенное поступление тяжёлых металлов в биосферу связано с разнообразными источниками. К важнейшим из них относятся следующие: карьеры и шахты по добыче полиметаллических руд; предприятия цветной и чёрной металлургии; электростанции, сжигающие уголь; сжигание различных отходов; автотранспорт; металлообрабатывающие предприятия; минеральные и органические удобрения, сточные воды. Антропогенные источники обеспечивают выброс в атмосферу в 8,8 раз больше никеля по сравнению с природными (Ильин, 1991; Карпова, 1990).

Превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) ТМ в плодовой и ягодной продукции, выращиваемой в условиях повышенной антропогенной нагрузки, показаны в работах В.С. Громовой (1995), С.М. Мотылёвой (1996, 2000). Выявлены значительные сортовые различия в накоплении тяжёлых металлов в плодах различных культур, в том числе и в ягодах земляники (Ветрова, 2013; Леоничева, 2015; Bednarek W., 2006; Ветрова, 2014). Поэтому изучение особенностей поступления ТМ в ягоды земляники садовой в условиях повышенного техногенного загрязнения и получения экологически чистой продукции является актуальным.

В качестве агроприёмов, позволяющих снизить поступление тяжёлых металлов в ягодные растения, предлагаются применение минеральных удобрений, цеолитизация и известкование (Ветрова, 2013; Кузнецов и др. 2010; Леонтьева, 2008; Роева, 2008).

Цель – оценить эффективность агроприёмов (внесения минеральных удобрений, цеолитизации и известкования) для снижения поступления никеля в плоды земляники садовой в условиях техногенного загрязнения.

### **Место проведения и объекты исследования**

Влияние агроприёмов на содержание никеля в плодах земляники изучалось в полевом опыте, расположенном в зоне техногенного загрязнения в населённом пункте Б. Думчино Мценского района Орловской области. Объектами исследований были 4 сорта земляники: Рубиновый кулон, Богема, Богема, Былинная и Мамочка. Участок выбран для исследований ввиду близкого расположения (на расстоянии 800 м) от крупного отвала солевых шлаков, являющимся отходами предприятия по переработке лома цветных металлов.

Предварительное обследование опытного участка показало, что валовое содержание Ni в почве было практически на уровне  $ОДК_{вал}$  (0,98 мг/кг) (ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочные допустимые концентрации тяжёлых металлов..., 2009), среднее содержание подвижных соединений – около 0,25 ПДК<sub>подв.</sub> (ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации..., 2006). Региональный фон по Ni превышен в 2,6 раза (Регионально-фоновое содержание химических веществ в почвах, 1999). Превышение фонового содержания никеля свидетельствует о потенциальной возможности негативного влияния элемента на выращиваемые культуры и получения на этом участке загрязнённой продукции.

Почва опытного участка светло-серая лесная, суглинистая, хорошо окультуренная:  $pH_{KCl}=5,4$ ,  $N_{общ} - 3$  ммоль(+)/100 г, содержание подвижного фосфора 34,3 мг/100 г, обменного калия 50 мг/100 г, гумуса 3,4%.

Опыт заложен в 2006 году, в 3-х кратной повторности. Схема опыта представлена в таблице, включает: внесение минеральных удобрений, 2 т/га извести, а также цеолитсодержащей породы (ЦСП) Хотынецкого месторождения (Орловская область) в дозах 15 и 25 т/га, вносимых без удобрений и на фоне NPK. Минеральные удобрения вносили в дозах N90P90K90 в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и сульфата калия.

### **Методика**

Содержание никеля в растительных образцах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по МУК 4.1.053-96. Результаты обработаны методом трёхфакторного дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

### **Результаты исследований**

Плоды земляники всех изучаемых сортов содержали Ni в количествах, не превышающих нормы ПДК, которое составляет 0,5 мг/кг, но само присутствие Ni в ягодах свидетельствует о влиянии техногенных факторов. Исследования по определению фоновых уровней содержания ТМ в землянике показали, что Ni в плодах практически отсутствует (Справочник..., 1987).

Изучаемые сорта проявили неодинаковую отзывчивость на использованные в опыте агроприёмы (таблица 1).

Содержание Ni в плодах сорта Рубиновый кулон в 2007 и 2008 гг. на контрольном варианте составило 0,016 и 0,005 мг/кг сырой массы соответственно. Достоверно уменьшило накопление Ni в плодах этого сорта в 2007 г. внесение минеральных удобрений и внесение ЦСП в дозе 25 т/га, как на фоне N90P90K90, так и без внесения минеральных удобрений (ниже контроля на 70% более). Наилучший результат – 8-ми кратное снижение содержания Ni – наблюдался в варианте с внесением 25 т/га цеолитсодержащей породы на фоне N90P90K90: накопление Ni в плодах уменьшилось на 88%. Известкование в дозе 2 т/га в 2007 году не повлияло на снижение этого элемента в плодах сорта Рубиновый кулон.

В 2008 году в плодах сорта Рубиновый кулон содержание Ni достоверно не различалось по вариантам опыта. Повлиять на накопление Ni в плодах этого сорта при помощи цеолитизации, внесения минеральных удобрений либо известкования в опыте в 2008 году не удалось, несмотря на то, как было показано ранее (Ветрова, 2010), что внесение 25 т/га ЦСП снижало содержание подвижного Ni в почве.

Можно сказать, что сорт Рубиновый кулон неодинаково реагировал на использованные в опыте агроприёмы и имел нестабильный эффект в разные годы.

В 2007 и 2008 гг. среди изучаемых сортов земляники, сорт Богема на контрольном варианте отличался повышенным накоплением Ni в плодах (0,055 и 0,039 мг/кг сырой массы соответственно) (таблица 1). Сорт Богема проявил значительную отзывчивость на агроприёмы, уменьшающие поступление Ni в плоды. Внесение минеральных удобрений оказало достоверное влияние на содержание Ni в плодах только в 2008 году (в 2,4 раза ниже контроля).

Наименьшее накопление Ni в плодах сорта Богема в 2007 и 2008 гг. была в варианте с внесением 15 т/га ЦСП на фоне N90P90K90 и составила 0,006 и 0,004 мг/кг сырой массы соответственно, что уменьшило содержание Ni в плодах этого сорта на 89 и 90 % по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Влияние агроприёмов на содержание Ni в плодах, 2007...2008 гг. (мг/кг сырой массы)

Фактор А сорт	Фактор В вариант	Фактор С годы		$\bar{X} A$ НСР <sub>0,5</sub> =0,001	$\bar{X} BC$ НСР <sub>0,5</sub> =0,001	$\bar{X} B$ НСР <sub>0,5</sub> =0,001
		2007	2008			
Рубиновый кулон	контроль	0,0162*	0,005	0,009	0,011	0,021 контроль
	ЦСП 15т/га	0,024	0,007		0,016	
	ЦСП 25т/га	0,006*	0,009		0,008	
	N90P90K90	0,005*	0,011		0,008	0,016 НРК
	НРК+ЦСП15т/га	0,016*	0,002		0,009	
	НРК+ЦСП25т/га	0,002	0,004		0,003	
	известь,2т/га	0,013	0,004		0,009	
Мамочка	Контроль	0,008	0,011	0,009	0,009	0,010 ЦСП15т/га
	ЦСП 15т/га	0,011	0,006		0,009	
	ЦСП 25т/га	0,006	0,009		0,008	
	N90P90K90	0,007	0,009		0,008	0,008 ЦСП25т/га
	НРК+ЦСП15т/га	0,014	0,019		0,017	
	НРК+ЦСП25т/га	0,005	0,008		0,007	
	известь,2т/га	0,002	0,004		0,003	
Былинная	Контроль	0,011	0,019	0,011	0,015	0,012 НРК+ЦСП15т/га
	ЦСП 15т/га	0,008	0,005*		0,007	
	ЦСП 25т/га	0,009	0,011		0,010	
	N90P90K90	0,009	0,017		0,013	0,01 НРК+ЦСП25т/га
	НРК+ЦСП15т/га	0,018	0,018		0,018	
	НРК+ЦСП25т/га	0,006	0,006*		0,006	
	известь,2т/га	0,005	0,018		0,012	
Богема	контроль	0,055	0,039	0,020	0,047	0,009 известь
	ЦСП 15т/га	0,007*	0,012*		0,009	
	ЦСП 25т/га	0,008*	0,004*		0,006	
	N90P90K90	0,056	0,016*		0,036	0,009 известь
	НРК+ЦСП15т/га	0,006*	0,004*		0,005	
	НРК+ЦСП25т/га	0,040*	0,007*		0,024	
	известь,2т/га	0,008*	0,019*		0,014	
$\bar{X} C$ НСР <sub>0,5</sub> = 0,001		0,014	0,019			
НСР BC <sub>0,5</sub> = 0,001 НСР AC <sub>0,5</sub> = 0,001 НСР ABC <sub>0,5</sub> = 0,01						

Содержание Ni в плодах сорта Мамочка в 2007 и 2008 гг. на контрольном варианте составило 0,008 и 0,011 мг/кг сырой массы соответственно. В среднем за 2 года исследования содержание Ni составило 0,009 мг/кг сырой массы. Этот сорт накапливал наименьшее содержание никеля в плодах.

В годы исследований все использованные в опыте агроприёмы: внесение минеральных удобрений, использование ЦСП Хотынецкого месторождения, а также известкование не оказали достоверного влияния на содержание Ni в плодах сорта Мамочка. Этот сорт не проявил отзывчивости к химическим методам, уменьшающим доступность Ni в плоды, но в то же время характеризовался малым количеством накопления этого элемента. Это свидетельствует о том, что при выращивании земляники без дополнительных приёмов по детоксикации никеля, только выбором сорта можно добиться снижения его концентрации в плодах на 80%.

Содержание Ni в плодах сорта Былинная в 2007 и 2008 гг. на контрольном варианте составило 0,011 и 0,019 мг/кг сырой массы соответственно. В среднем за 2 года на контрольном варианте содержание Ni составило 0,015 мг/кг сырой массы.

В плодах этого сорта наименьшее содержание Ni в оба года исследования

наблюдалось при внесении 15 т/га ЦСП без N90P90K90 и 25 т/га на фоне N90P90K90, причём значения показателя в 2008 году были достоверно ниже контроля (на 74 и 68% соответственно).

### **Выводы**

Таким образом, изученные сорта земляники неодинаково реагировали на агроприёмы, снижающие поступление Ni в плоды. У сорта Рубиновый кулон достоверное уменьшение концентрации Ni в плодах наблюдалось при внесении ЦСП в дозе 25 т/га. Для сорта Былинная были эффективны дозы ЦСП 15 и 25 т/га. Сорт Богема реагировал положительно на все изученные агроприёмы, а сорт Мамочка не проявил отзывчивости к химическим методам, уменьшающим поступление Ni в плоды. Внесение минеральных удобрений способствовало уменьшению концентрации Ni в плодах на 12...27%, в зависимости от сорта.

### **Литература**

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). М.: Медицина, 1991. 310 с.
2. Ветрова О.А., Мертвищева М.Е. Влияние цеолита на содержание тяжёлых металлов в почве при выращивании земляники в условиях техногенного загрязнения // Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии. М.: ВНИИА, 2010. С. 35-38.
3. Ветрова О.А., Кузнецов М.Н., Леоничева Е.В., Мотылёва С.М., Мертвищева М.Е. Накопление тяжёлых металлов в органах земляники садовой в условиях техногенного загрязнения // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 5. С. 113-119.
4. Ветрова О.А. К вопросу о получении экологически безопасной продукции земляники садовой в условиях техногенного загрязнения // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. Т.48. С.108-112.
5. Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. Content of heavy metals as a criterium of the quality of strawberry fruit and soil properties // Polish Journal of Soil Science, 2006, Vol. 39, N 2, P.165-174.
6. Громова В.С. Влияние длительного применения минеральных удобрений на агроэкологические характеристики почвы и плодов яблоневого сада // Плодоводство и ягодоводство России. 1995. Т. 2. С.153-157.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991. С.150.
9. Карпова Е.А., Потатуева Ю.А. Кадмий в почвах, растениях, удобрениях // Химизация сельского хозяйства. 1990. Т. 2. С. 44-47.
10. Кузнецов М.Н., Роева Т.А., Леоничева Е.В., Мотылёва С.М. Влияние агрофона на эффективность цеолитосодержащей породы как инактиватора тяжёлых металлов в ягодном агроценозе // Современное садоводство. 2010. №1. С. 40-45.
11. Леоничева Е.В., Леонтьева Л.И., Шавыркина М.А. Оценка содержания тяжёлых металлов в плодах новых сортов и перспективных генотипов смородины чёрной. // Вестник ОГАУ. 2015. № 6. С. 61-64.



12. Мотылева С.М., Соснина М.В. Накопление никеля некоторыми плодово-ягодными культурами // Селекция и сорторазведение садовых культур. Орел: ВНИИСПК, 1996. С. 227-228.
13. Мотылева С.М. Особенности содержания ТМ (Pb, Ni, Zn, Fe, Cu) в плодах, ягодах и атмосферных осадках в связи с оценкой сортов для использования в селекции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Орел. 2000. 23 С.
14. Леонтьева Л.И. Эффективность применения цеолита при выращивании малины и крыжовника: Дис. ... канд. с.-х. наук. Орел. 2008. С. 8
15. Роева Т.А. Использование мелиорантов для снижения поступления тяжелых металлов в ягоды черной смородины: Дис. ... канд. с.-х. наук. Орел, 2008. С.12
16. Русаков Н.В., Крятов И.А., Тонкопий Н.И., Гумарова Ж.Ж., Пиртахия Н.В., Перель С.С., Сенников С.В. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 10 с.
17. Русаков Н.В., Крятов И.А., Тонкопий Н.И., Гумарова Ж.Ж., Пиртахия Н.В., Веселов А.П. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
18. Регионально-фоновое содержание химических веществ в почвах Орловской области Орёл: Государственный комитет по охране окружающей среды Орловской обл., 1999. 26 с.
19. Химический состав пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.

#### References

1. Avtsyn, A.P., Zhavoronkov, A.A., Rish, M.A., & Stochkova, L.S. (1991). *Microelementoses person (etiology, classification, organopathology)*. Moscow: Meditsina. (In Russian).
2. Vetrova, O.A., & Mertvisheva, M.E. Zeolite effect on heavy metal content in soil in strawberry cultivation under conditions of technogenic pollution. In *Complex application of chemicalization means in adaptive-landscape agriculture* (pp 35-38). Moscow: VNIIA. (In Russian).
3. Vetrova, O.A., Kuznetsov, M.N., Leonicheva, E.V., Motyleva, S.M., & Mertvisheva, M.E. (2014). Accumulation of heavy metals in the strawberry plants grown in conditions of anthropogenic pollution. *Agricultural biology*, 5, 113-119. (In Russian, English abstract).
4. Vetrova, O.A. (2013). Towards obtaining of ecologically safe production of strawberry (*Fragaria × ananassa*) in conditions of technogenic pollution. *Subtropical and ornamental plants*, 48, 108-112. (In Russian, English abstract).
5. Bednarek, W., Tkaczyk, P., & Dresler, S. (2006). Content of heavy metals as a criterium of the quality of strawberry fruit and soil properties. *Polish Journal of Soil Science*, 39(2), 165-174.
6. Gromova, V.S. (1995). The influence of continuous application of mineral fertilizers on the agroecological characteristics of apple orchard soil and fruit. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2: 153-157. (In Russian).
7. Dosphehov, B.A. (1985). *Field experiment method (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
8. Ilyin, V.B. (1991). *Heavy metals in the soil-plant system*. Novosibirsk: Nauka, 150
9. Karpova, E.A., & Pitatueva, Yu.A. (1990). Cadmium in soils, plants, fertilizers. *Chemization of agriculture*, №2, 44-47. (In Russian).

10. Kuznetsov, M.N., Roeva T.A., Leonicheva E.V., & Motyleva S.M. (2010). Effect of soil medium fertility on the efficiency of zeolite contenting rock inactivator of heavy metals in berry agrocenosis. *Contemporary horticulture*, №1, 40-45. (In Russian, English abstract).
11. Leonicheva, E.V., Leontieva L.I., & Shavyrkina M.A. (2015). Heavy metal content in fruit of new black currant varieties and promising genotypes. *Vestnik OrelGAU*, 6, 61-64. (In Russian, English abstract).
12. Motyleva, S.M., & Sosnina, M.V. (1996). Nickel accumulation by some fruit and berry crops. In *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops* (pp. 227–228). Orel: VNIISPK. (In Russian).
13. Motyleva, S.M. (2000). *Features of heavy metal content Pb, Ni, Zn, Fe and Cu) in fruits, berries and rainfalls in connection with variety assessment for use in breeding. (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Recourses (VIR), Saint Petersburg, Russia. (In Russian).
14. Leontieva, L.I. (2008). *Efficiency of zeolite application in raspberry and gooseberry cultivation (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Orel State Agrarian University, Orel, Russia. (In Russian).
15. Roeva, T.A. (2008). *Ameliorants application for reducing heavy metals entering berries of black currant (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Orel State Agrarian University, Orel, Russia. (In Russian).
16. Rusakov, N.V., Kryatov, I.A., Tonkopiya, N.I., Gumarova, Zh.Zh., Pirtakhiya, N.V., Perel, S.S., & Sennikov, S.V. (2009). *Tentative allowable concentrations of chemical substances in soil. Hygienic standards*. Moscow: Federal Hygienic and Epidemiological Center of Rospotrebnadzor. (In Russian).
17. Rusakov, N.V., Kryatov, I.A., Tonkopiya, N.I., Gumarova, Zh.Zh., Pirtakhiya, N.V., & Veselov A.P. (2006). *Maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in soil. Hygienic standards*. M.: Publ. House of Goskomsanepidnadzor of Russia. (In Russian).
18. Anonymous (1999). *Regionally underground content of chemical substances in soils of Orel region*. Orel: State Committee for environmental protection of the Orel region. (In Russian).
19. Skurikhin, I.M., & Volgarev, M.N. (Ed). (1987). *Chemical composition of food products*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).