

Полагаем наличие в данном случае эффекта ростового разбавления, который однако не распространяется на концентрацию калия в зерне и соломе озимой ржи.

4. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием и последствием ТГУ на химический состав зерна озимой ржи

Вариант опыта	Содержание, %					
	в зерне			в соломе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	1,50	0,94	0,60	0,48	0,40	0,66
<i>Фон</i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,52	1,07	0,58	0,58	0,38	0,68
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,60	1,07	0,56	0,59	0,40	0,77
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,58	1,00	0,60	0,49	0,38	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,67	1,05	0,58	0,52	0,42	0,79
<i>Фон + ТГУ₁</i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,51	0,95	0,56	0,41	0,38	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,63	0,97	0,60	0,41	0,40	0,79
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,50	0,96	0,56	0,41	0,35	0,66
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,65	1,00	0,58	0,40	0,39	0,86
<i>Фон + ТГУ₂</i>						
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 3 т/га	1,50	1,00	0,56	0,42	0,34	0,71
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 3 т/га	1,57	1,06	0,56	0,60	0,38	0,78
ОСВ, 360 т/га + дол. м., 6 т/га	1,51	1,07	0,56	0,41	0,40	0,77
ОСВ, 1440 т/га + дол. м., 6 т/га	1,58	1,05	0,58	0,57	0,39	0,82

Следует отметить, что по всем рассмотренным макроэлементам максимальный уровень их содержания в биомассе озимой ржи выявлен при систематическом внесении ОСВ по фону известкования доломитовой мукой в дозе 3 т/га. Данная зависимость обусловлена снижением доступности макроэлементов при более высоких дозах известкования.

Вынос макроэлементов озимой ржи зависит от их содержания в биомассе зерна и соломы и их урожайности, достигая максимальных значений в варианте ОСВ, 1440 т/га по фону доломитовой муки в дозе 3 т/га.

EFFECT OF URBAN SEWAGE SLUDGE AND LIMING AND THE AFTEREFFECT OF PEAT-HUMIC FERTILIZER ON THE YIELD OF WINTER RYE AND ITS MACROELEMENT COMPOSITION

V.A. Kasatkov¹, T.Yu. Anisimova¹, N.P. Shabardina¹, V. A. Raskatov²,

¹All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat Vyatkins, Sudogda district, Vladimir oblast, 601390 Russia, E-mail: kasv47@yandex.ru

²Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy ul. Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550 Russia E-mail: raskatovv@list.ru

The paper presents the results obtained in small-scale and microfield experiments on the study of the aftereffect of urban sewage sludge, liming, and peat-humic fertilizer on the yield and macroelement composition of winter rye.

Keywords: sewage sludge, liming, peat-humic fertilizer, crop yield, winter rye.

УДК 504.5:628.4045(571.53)

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Бутырин, ЦАС «Иркутский», Ш.К. Хуснидинов, д.с.-х.н., Иркутский ГАУ, Т.Н. Сосницкая, к.б.н., ЦАС «Иркутский», Р.В. Замашников, к.с.-х.н., Иркутский ГАУ 664510, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Дзержинск, ул. Садовая, 1, тел. (3952) 699-791, e-mail: agrohim_38_1@mail.ru

Представлены сравнительные результаты исследования почвенного покрова садово-огородного кооператива «Астра» в муниципальном образовании г. Свирск и учхоза «Молодежное» Иркутского ГАУ. По уровню опасности загрязнения земли садово-огородного кооператива «Астра» относятся к категории высокоопасных для человека и сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: загрязнение окружающей природной среды, тяжелые металлы, мышьяк, кадмий, сви-

Плодородие №6•2017

По последствию ТГУ происходит снижение содержания азота по отношению к фону за счет проявления эффекта ростового разбавления, наиболее выраженного при двойной дозе ТГУ (табл. 4). Данная зависимость проявляется и по содержанию азота в соломе озимой ржи. Влияние ТГУ на содержание в биомассе озимой ржи фосфора и калия данной закономерности не подчиняется.

Заключение. Таким образом, использование нетрадиционных источников питания растений в виде ОСВ и ТГУ благоприятно влияет на озимую рожь. Выявлено достоверное положительное последствие повышенных доз ОСВ и различных уровней известкования на ее урожайность. Применение ТГУ на фоне ОСВ способствует повышению урожайности озимой ржи на 9-40% в условиях микрополевого опыта при отсутствии заметного влияния на агрохимический состав зерна и соломы, за исключением азота.

Литература

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения // Автореф. канд. биол. наук.-М.:МГУ, 2003.-23 с. 2. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод /Сюняев Н.К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. и др.- М.: РГАУ-МСХА, 2008. – 108 с. 3. Касатиков В.А., Черников В.А., Раскатов В.А. и др. Агроэкологические и технологические аспекты использования осадков городских сточных вод в качестве удобрения // Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». - Владимир, 2004. - С. 29-39. 4. Касатиков В. А., Раскатов В. А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок// Доклады МСХА. - Вып. 283.-2010.- С.806-811. 5. Еськов А. И. и др. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России. - Владимир: ВНИИОУ, 2006. - 200 с.

нец, почвенный покров.

Загрязнение окружающей природной среды (ОПС) тяжелыми металлами (ТМ) – одна из наиболее актуальных проблем современности - приводит к деградации почвенного покрова, ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни населения.

Поступление ТМ в организм человека происходит по схеме: почва – растение – сельскохозяйственное животное – человек. ТМ приводят к нарушению иммун-

ной, наследственной и сердечно-сосудистой систем организма человека.

Токсичность ТМ для живых организмов определяется их свойствами, уровнем концентрации, миграционной способностью и степенью накопления в органах и тканях.

Большинство городов Иркутской области (Ангарск, Братск, Зима, Иркутск, Усолье-Сибирское, Шелехов, Черемхово, Свирск) внесены в список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха различными токсичными веществами, что составляет 16 % от общего количества городов страны.

ОПС муниципального образования (МО) г. Свирск Черемховского района подвержена загрязнению свинцом, кадмием и мышьяком. Загрязнение мышьяком произошло вследствие деятельности Ангарского металлургического завода (АМЗ), производящего мышьяк для нужд оборонной промышленности СССР в 1934-1949 гг., а свинцовое и кадмиевое загрязнения – в результате работы аккумуляторного завода, действующего с 1941 г. по настоящее время и теплоэлектростанции (ТЭЦ).

Загрязнение мышьяком достигает 7,8-11,7 ПДК, свинцом 1,4-3,0 ПДК. Анализ здоровья населения г. Свирска свидетельствует о том, что из проживающих в городе 14720 жителей – 3280 человек (22,3 %) инвалиды. Они страдают сердечно-сосудистыми, онкологическими заболеваниями, почечной недостаточностью, болезнями печени, опорно-двигательного аппарата и др. Продолжительность жизни мужчин – 53 года, женщин – 68,7 лет.

Цель наших исследований – оценить загрязнение почвенного покрова учхоза «Молодежное» Иркутского ГАУ и МО г. Свирск Иркутской области ТМ и мышьяком.

Полевые исследования проводили с 2009 по 2014 гг. на землях садово-огородного кооператива (СОК) «Астра», расположенного в черте г. Свирска и учхоза «Молодежное», расположенного в 12 км от центра г. Иркутска.

Агрохимическая характеристика почв участков исследования представлена в таблице 1.

1. Агрохимические показатели опытных участков

Место проведения опытов	Почва	Глубина взятия образца, см	Содержание			pH _{сол.}
			Гумуса, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	
				мг/кг		
г. Свирск, СОК «Астра»	Чернозем	0-20	7,6	129(М)*	535(М)	7,0
		20-40	7,3	113(М)	440(М)	7,0
г. Иркутск, учхоз «Молодежное»	Серая лесная	0-20	2,0	260(К)**	50(К)	5,7
		20-40	1,8	240(К)	38(К)	5,6

*По методу Мачигина. **По методу Кирсанова.

Как подчеркивалось ранее, почвы, расположенные в черте г. Свирска, подвержены сильному техногенному загрязнению. Землепользование учхоза «Молодежное» также испытывает загрязнение, но в значительно меньших размерах.

Отбор почвенных образцов проводили в конце вегетационного периода возделываемых растений (август – начало сентября) в слое почвы 0-20 и 20-40 см, соглас-

но ГОСТ 17.4.4.02-84. В это же время отбирали растительные образцы и образцы возделываемых растений.

Воздушно-сухие почвенные образцы измельчали, просеивали через сито 1 мм, после чего в них определяли агрохимические и агроэкологические показатели: рН солевой вытяжки потенциометрическим методом – ГОСТ 26483-85; подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова – ГОСТ 26207-91 и Мачигина – ГОСТ 20205-91; гумус по методу Тюрина – ГОСТ 26213-91; валовые формы ТМ атомно-абсорбционным методом – РД 52.18-289-90.

В высушенных и размолотых растительных образцах определяли содержание ТМ: свинца, кадмия атомно-абсорбционным методом – ГОСТ 30178-96, мышьяка – ГОСТ 26930-86.

Анализировали содержание ТМ 1- и 2-го классов опасности в почвах и растениях: кадмия, свинца, мышьяка, меди и никеля (ГОСТ 17.4.02-82).

При количественной оценке содержания ТМ и в целом ситуации исследуемых территорий использовали систему микро- и макропоказателей. Микропоказатели – это значение ПДК вредных веществ в почве.

Аналитические данные по содержанию валовых и подвижных форм ТМ и мышьяка в зонах проведения исследований представлены в таблице 2.

2. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в образцах чернозёма

Место взятия образца	Характер использования чернозёма	Глубина взятия образца, см	Валовые формы, мг/кг			Подвижные формы, мг/кг	
			Pb	Cd	As	Pb	Cd
СОК «Астра», г. Свирск	Целинный	0-20	169,7	0,55	432,0	0,94	0,04
		20-40	20,62	0,37	172,0	1,56	0,10
	Пахотный	0-20	70,2	0,38	158,0	0,93	0,08
		20-40	35,8	0,40	136,0	1,56	0,12
ПДК			30,0	2,0	2,0	6,0	1,0

По данным М.М. Овчаренко и др. [3], валовое содержание ТМ в почвах обусловлено их количеством в материнской породе и определяется генезисом и процессами почвообразования.

А. Кобата-Пендиас и Х. Пендиас (1989) приводят сведения о содержании ТМ в поверхностном слое различных типов почв в разных регионах мира и указывают, что количество свинца в почвах России колеблется от 26 до 40 мг/кг, кадмия – 0,07 мг/кг. Содержание мышьяка в почвах США и Канады колеблется от 5,1 до 13,6 мг/кг. Однако количество ТМ в почве резко повышается в условиях техногенного загрязнения [2].

Содержание подвижных форм ТМ связано с реакцией среды, количеством в почве органического вещества, биологическим круговоротом элементов в почвенно-грунтовым слое и с неоднородностью видового состава растительного покрова.

Представленные аналитические данные свидетельствуют, что поверхностный слой целинной почвы СОК «Астра», находящегося в черте г. Свирска, загрязнен свинцом – 5,6 ПДК, мышьяком – 216, кадмием – 0,28 ПДК.

Однако, при интенсивном использовании почв и ежегодном возделывании продовольственных и кормовых культур степень загрязнения постепенно снижается: содержание валовых форм свинца – в 2,4 раза, кадмия – в 1,4, мышьяка – в 2,7 раза.

3. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в образцах серой лесной почвы (2009 г. – начало исследований)

лесной почвы (2007 г. – начало исследования)							
Место взятия образца	Характер использования серой лесной почвы	Глубина взятия образца, см	Валовые формы, мг/кг			Подвижные формы, мг/кг	
			Pb	Cd	As	Pb	Cd
Учхоз «Моло- дежное» ИрГАУ	Целинная	0-20	11,2	0,31	4,1	0,46	0,03
		20-40	11,7	0,32	4,9	0,47	0,05
	Пахотная	0-20	17,3	0,27	3,9	0,78	0,05
		20-40	12,4	0,28	3,9	0,46	0,03
	ПДК			30,0	1,0	2,0	6,0

Серые лесные почвы учхоза «Молодежное» (табл. 3), также испытывают техногенное загрязнение. Содержание мышьяка в этих почвах достигало 2,7 ПДК, свинца – 0,37, кадмия – 0,31 ПДК.

Отмечено снижение подвижных форм ТМ при антропогенном загрязнении как на черноземных почвах СОК г. Свирска, так и на серых лесных почвах учхоза «Молодежное».

Так, на черноземах СОК «Астра», находящихся в состоянии целины, при содержании валовых форм свинца 169,7 мг/кг, в подвижном состоянии в верхнем слое почвы его было лишь 0,55 %, а в серых лесных почвах учхоза «Молодежное» – 4,1 %. В пахотных интенсивно используемых черноземах СОК «Астра» содержание валовых форм свинца было 70,2 мг/кг, а подвижных – только 1,32 % от валового содержания. В пахотных серых лесных почвах учхоза «Молодежное» валовые формы свинца составляли 17,3 мг/кг, а подвижные – 4,5 %.

Содержание подвижных форм свинца увеличивалось как в целинных, так и в пахотных интенсивно используемых черноземах и серых лесных почвах. Причем в серых лесных почвах содержание подвижных форм свинца было выше, чем в черноземных почвах. Считаем, что подвижность соединений свинца в серых лесных почвах увеличивалась из-за кислой реакции почвенного раствора.

Содержание подвижных форм кадмия в целинных черноземных почвах было 7,2 % от валового его содержания, в пахотных почвах – 21,0 %. В серых лесных почвах учхоз «Молодежное», находящихся в целинном состоянии, содержание подвижных форм кадмия составило 9,6 % от валового, а пахотных – 18,5 %.

Кроме определения количественных характеристик содержания ТМ в почвах, большое значение имеет знание опасности загрязнения. Для установления опасности загрязнения почв ТМ и мышьяком проведены лабораторные исследования по определению их содержания в исследуемых почвах (табл. 4).

4. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в образцах почв

Место взятия образца	Тип почвы	Глубина взятия образца, см	Валовые формы, мг/кг						
			Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	Mn	As
СОК «Астра», г. Свирск	Чернозем (целина)	0-10	169,7	0,55	31,3	105,6	83,2	167,0	432
Учхоз «Молодежное», ИрГАУ	Серая лесная	0-10	11,2	0,31	25,8	56,6	11,4	502,0	4,1
ПДК			30,0	2,0	80,0	220,0	132,0	1500	2,0

Представленные аналитические данные использовали для расчета коэффициента концентрации элемента (Кс), показывающего отношение его содержания в загрязненной почве к фоновому:

$$K_c = C_z : C_f,$$

где C_z – содержание элемента в почве; C_f – фоновое содержание элемента в почве (табл. 5).

5. Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка (мг/кг) в слое почвы 0-20 см [2]

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28,0	0,05	6,0	0,05	8,0	3	6,0	1,5
Дерново-подзолистые глинистые и суглинистые	45,0	0,12	15,0	0,10	15,0	10	30,0	2,2
Серые лесные	60,0	0,20	16,0	0,15	18,0	12	95,0	2,6
Черноземы	68,0	0,24	20,0	0,20	25,0	15	45,0	5,6
Черноземы выщелоченные	28,5	0,09	8,9	-	10,5	-	21,6	-
Лугово-черноземные	35,0	0,17	10,1	-	12,5	-	22,7	-

В основу расчетов положена методика В.П. Герасименко [1].

Произведены расчеты суммарного показателя опасности загрязнения (Z_c):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1),$$

где K_{ci} – коэффициент концентрации, n – число суммируемых элементов.

Расчеты показали, что величина Z_c в условиях СОК «Астра» на черноземных почвах колебалась от 32 до 128 ед. По общепринятой оценочной шкале опасности загрязнения, почвы СОК «Астра» г. Свирска отнесены к категории высокоопасных. Серые лесные почвы учхоза «Молодежное» ИрГАУ по категории загрязнения отнесены к умеренно опасным. Оценка опасности загрязнения (Z_c) составила 16-32 ед. (табл. 6).

6. Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв [4]

Категория загрязнения почв	Z_c	Показатели здоровья населения в очагах загрязнения	Коэффициент степени загрязнения почв (C_3)
Допустимая	<2	Низкий уровень заболеваемости детей	0
Низкая	2,1-8	Низкий уровень заболеваемости взрослых	0,3
Средняя	8,1-32	Увеличение общего уровня заболеваемости	0,6
Высокая	32,1-64	Увеличение числа болеющих детей с хроническими заболеваниями, нарушение функционирования сердечно-сосудистой системы	1,5
Очень высокая	>64	Увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости	2,0

Суммарный показатель опасности загрязнений лежит в основе ранжирования почв по категориям загрязнения, показателей здоровья населения в очагах загрязнения, разработки принципиальной схемы оценки почв, мероприятий по детоксикации и их сельскохозяйственного использования.

Закключение. Произведенные расчеты опасности загрязнения позволяют отнести землепользование СОК «Астра» г. Свирска к категории очень высокоопасных для человека и сельскохозяйственных животных.

Земли учхоза «Молодежное» отнесены к категории среднезагрязненных, что может привести к увеличению общего уровня заболеваемости населения.

При очень высокой степени загрязнения почв СОК «Астра» рекомендуются изъятие земель из сельскохозяйственного оборота и консервация.

Литература

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учеб. пособие для ВУЗов / В.П. Герасименко. – СПб.: Лань, 2009. – 432 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
3. Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растения-удобрения / М.М. Овчаренко. – М.: Пролетарский светоч, 1997. – 290 с.

RISK ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION WITH HEAVY METALS IN THE IRKUTSK OBLAST

M.V. Butyrin¹, Sh.K. Khusnidinov², T.N. Sosnitskaia¹, R.V. Zamaschikov²

¹Irkutskii Center of Agrochemical Service

ul. Sadovaya 1, Dzerzhinsk, Irkutsk raion, Irkutsk oblast, 664510 Russia, e-mail: agrohim_38_1@mail.ru

²Ezhevskii Irkutsk State Agrarian University Molodezhnyi per. 1/1, Molodezhnyi, Irkutsk oblast, 664038 Russia

Results of a comparative study of soil covers in the Astra garden cooperative, the town of Svirsk, and the Molodezhnoye training facility of the Irkutsk State Agrarian University are presented. By the level of contamination hazard, the land of the Astra orchard, the town of Svirsk, is classified as highly hazardous to humans and livestock.

Keywords: environmental pollution, heavy metals, arsenic, cadmium, lead, soil.

УДК 631.811.94

НАНОПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

А.А. Назарова, к.б.н., Рязанский ГАУ им. П.А. Костычева

РФ, 390044, г.Рязань, ул.Костычева, д.1 Nanocentr-APK@yandex.ru

В работе представлены результаты исследований на пивоваренном ячмене сорта Яромир, проведенные в 2013-2015 гг. в Рязанском районе Рязанской области. Показано влияние биологически активных препаратов на основе нанопорошков металлов железа и кобальта на физиологические, биохимические и продуктивные показатели растений ячменя в производственных условиях: полевая всхожесть, высота и масса растений и корней, элементы структуры урожая, урожайность, химический состав зерна. Лучший результат отмечен при использовании препарата с нанопорошком кобальта – увеличилась масса корней у вегетирующих опытных растений на 31,8%, урожайность зерна повысилась на 1,8, содержание белка в зерне снизилось на 0,67% относительно контроля. Полевые испытания эффективности применения нанопрепаратов на основе железа и кобальта в технологии производства пивоваренного ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ показали, что наибольшей эффективностью обладают наночастицы кобальта, что дает предпосылки для дальнейших исследований и внедрения в производство биопрепарата – стимулятора роста.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, нанопорошки железа, кобальта, нанопрепараты, урожайность, белок.

Зерновые культуры имеют огромное значение как источник продуктов питания, концентрированных кормов для животных и сырье для спиртовой промышленности. Повышение урожайности зерновых культур возможно только на основе введения наиболее адаптированных и продуктивных сортов, повышения качества семян и применения прогрессивных ресурсосберегающих технологий возделывания [1].

В настоящее время происходит активное внедрение наноматериалов и нанотехнологий в сельское хозяйство, поэтому важно определить последствия их воздействия на окружающую среду, продукцию растениеводства и животноводства. Наноматериалы обладают сильными биокаталитическими свойствами, которые зави-

сят от размеров наночастиц, их концентрации и способа получения [6].

Наиболее распространенной является предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур нанопрепаратами, повышающими урожайность и качество продукции [2]. На базе Наноцентра для АПК при Рязанском государственном агротехнологическом университете им. П.А. Костычева изучают влияние биологически активных наноматериалов на физиологические, биохимические и продуктивные показатели основных сельскохозяйственных культур: вика, рапс, картофель, озимая и яровая пшеница, кукуруза, подсолнечник и др. Использование нанопорошков металлов в технологии выращивания культур в оптимальных концентрациях повышает их урожайность на 20-30% и увеличивает качественные показатели продукции – содержание белка, витаминов, микроэлементов до 15% [3-5].

Цель исследований - изучить влияние нанопорошков железа и кобальта на рост, развитие и урожайность пивоваренного ячменя Яромир и определить возможности применения нанопрепаратов в качестве стимуляторов роста зерновых культур в технологии их производства.

Методика. Полевые испытания проводили в условиях опытного поля отдела селекции и первичного семеноводства Рязанского научно-исследовательского института сельского хозяйства (мелкоделяночный опыт, Рязанская обл., 2013-2015 гг.). Закладку опыта осуществляли на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. Агрохимические показатели: общий азот 0,24%, содержание гумуса в слое 0-40 см (по Тюрину) – 5,19%, азот гидролизный 123,5 мг/кг, рН_{сол.} 4,92, подвижного фосфора – 34,6 мг/100 г, подвижного калия – 20,0 мг/100 г. Посев осуществляли по технологии, рекомендованной для возделывания данной культуры, с учетом погодных условий. Предшественник — озимая пшеница.

Опыт однофакторный. Фактор – предпосевная обработка семян препаратами на основе наночастиц биогенных металлов. Повторность опыта 4-кратная, раз-