

Возделывание озимой ржи в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв при ведении научно обоснованного севооборота и системы удобрения полевых культур позволяет получать стабильные урожаи зерна. Плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы формирует низкий урожай – 1,12 и 2,89 т/га зерна и соломы озимой ржи сорта Новозыбковская 150 Новая. Прямое действие 20 т/га навоза и $N_{90}P_{60}K_{90}$ минерального удобрения на различных фонах последствия обуславливает повышение урожайности до 2,6 раза по зерну и до 2,9 раза по соломе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винничек, Л. Б. Проблемы и перспективные направления развития сельского хозяйства до 2020 года / Л. В. Винничек, М. М. Омаров, Н. Ю. Омарова // Экономика сельского хозяйства России. – 2025. – №6. – С. 2-12.
2. Котляров, И. Д. Развитие экспорта российской сельскохозяйственной продукции на основе сетевого сотрудничества в АПК / И. Д. Котляров // Экономика сельского хозяйства России. – 2018. – №2. – С. 76-84.
3. Экспорт, как этап дальнейшей реализации политики импортозамещения / О. В. Святова [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – №5. – С. 41-45.
4. Белоус, Н. М. Эффективность и экологически безопасное применение органических удобрений. / Н. М. Белоус // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – №1. – С. 9-15.
5. Малявко, Г. П. Эффективность агрохимических средств при возделывании озимой ржи на техногенной загрязненной почве / Г. П. Малявко, И. Н. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – №6. – С. 3-8.

УДК 631.82:633.358:631.416.9

ВЛИЯНИЕ ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА В РАСТЕНИЯХ ГОРОХА ПОСЕВНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ ЦИНКОМ

Рак М. В., Пукалова Е. Н.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по влиянию различных доз цинкового удобрения на урожайность и накопление цинка растениями гороха посевного в зависимости от обеспеченности супесчаной почвы подвижным цинком. В технологии возделывания гороха на дерново-подзолистой супесчаной почве, низко- и среднеобеспеченной цинком некорневая подкормка гороха цинковым удобрением повышает урожайность зерна на 4,0-5,7 и 2,6-3,9 ц/га. Потребление цинка растениями гороха возрастает линейно с повышением его концентрации в почве и с увеличением дозы цинкового удобрения.

Summary. The article presents the results of studies on the effect of different doses of zinc fertilizer on the yield and accumulation of zinc by pea plants depending on the supply of sandy loam soil with mobile zinc. In the technology of pea cultivation

on sod-podzolic sandy loam soil, low- and medium-provided with zinc, foliar top dressing of peas with zinc fertilizer increases grain yield by 4,0-5,7 and 2,6-3,9 c/ha. Zinc consumption by pea plants increases linearly with an increase in its concentration in the soil and with an increase in the dose of zinc fertilizer.

Ключевые слова: дерново-подзолистая, почва, цинк, горох, дозы, накопление, урожай.

Key words: sod-podzolic soil, zinc, peas, doses, accumulation, yield.

Цинк (Zn) является одним из важнейших биогенных микроэлементов. При недостатке цинка рост побегов подавляется больше, чем рост корней, а урожайность зерна снижается сильнее, чем урожайность вегетативной массы. Большое влияние на урожай и качество сельскохозяйственных культур оказывает применение цинковых удобрений в зависимости от содержания цинка в почве [1]. При этом как недостаток, так и избыток цинка в почвах является лимитирующим для растений фактором, влияющим на урожайность и качество сельскохозяйственных растений [2].

По данным А. Кабата-Пендиас [3], растворимые формы цинка доступны для растений, и потребление цинка линейно возрастает с повышением его концентрации в питающем растворе и в почвах. Содержание цинка в растениях, по литературным данным, составляет 20-60 мг/кг, а токсичные концентрации, при которых наблюдается снижение урожайности, составляют 300-500 мг/кг. При возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси среднее содержание цинка в зерне и семенах основной и побочной продукции составляет – 17,3-38,0 мг/кг. Потребность крупного рогатого скота в цинке удовлетворяется при содержании 30-50 мг в 1 кг сухого вещества корма. Минимальная потребность в цинке оценивается примерно в 20 мг/кг [1-4].

Горох является ценной кормовой культурой и увеличение урожайности, повышение содержания цинка в зерне под воздействием цинковых удобрений при различной обеспеченности почвы подвижным цинком актуально и имеет практическую значимость.

Цель исследований – установить наиболее эффективные дозы цинкового удобрения в технологии возделывании гороха на дерново-подзолистой супесчаной почве с различным содержанием подвижного цинка, обеспечивающие повышение урожайности и накопление цинка в зерне.

Исследования с горохом проводили в полевом опыте в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлых водно-ледниковых супесях, сменяемых с глубины около 0,5 м связной супесью. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH в КС1 – 6,0-6,2, содержание гумуса – 2,48-2,70 %, P_2O_5 – 228-269 мг/кг, K_2O – 200-288 мг/кг.

Опыт с горохом (сорт Астронавт) включал варианты с применением в некорневую подкормку цинкового удобрения в возрастающих дозах ($Zn_{0,04}$, $Zn_{0,08}$, $Zn_{0,12}$ кг д.в./га) на 4-х уровнях обеспеченности супесчаной почвы цинком: 1 – низкий уровень ($<3,0$ мг/кг), 2 – средний уровень ($3,1-5,0$ мг/кг), 3 – высокий уровень ($5,1-10,0$ мг/кг), 4 – избыточный уровень ($>12,0$ мг/кг). Исследования с горохом проводились на фоне минеральных удобрений ($N_{40}P_{60}K_{120}$). Азотные, фосфорные и калийные удобрений под горох внесены в форме карбамида, суперфосфата аммонизированного, хлористого калия до посева с заделкой под культивацию. Некорневую подкормку гороха цинком проводили в фазу начало бутонизации. В качестве цинкового микроудобрения для некорневой подкормки применяли жидкое удобрение МикроСтим-Цинк, содержащее 70 г/л цинка. Расход рабочего раствора 200 л/га.

Вегетационные периоды исследований 2024-2025 гг. характеризовались избыточным увлажнением. При среднемноголетней норме ГТК=1,9, в 2024 году ГТК составил 2,7, а в 2025 году – 3,5, что превышает норму в 1,4 и 1,8 раза и свидетельствует о существенном росте влагообеспеченности.

В результате исследований установлена зависимость урожайности зерна гороха от обеспеченности почвы подвижным цинком и дозы внесения микроудобрения. Некорневые подкормки гороха цинковым удобрением наиболее эффективны на первых двух уровнях содержания подвижного цинка в почве в дозе внесения цинка 0,12 кг д.в./га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна гороха в зависимости от дозы цинкового удобрения при различной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы цинком, ц/га

Вариант	Низкий, 3,0 мг/кг	Средний, 5,0 мг/кг	Высокий, 7,7 мг/кг	Избыточный, 11,4 мг/кг
1. Контроль	27,5	-	-	-
2. $N_{40}P_{60}K_{120}$ – фон	39,8	41,8	39,2	39,2
3. Фон + $Zn_{0,04}$	43,8	44,4	41,0	40,5
4. Фон + $Zn_{0,08}$	44,5	45,0	41,3	40,5
5. Фон + $Zn_{0,12}$	45,5	45,7	42,0	41,3
НСР _{0,5}	2,2			

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{120}$ повышает урожайность зерна гороха на 11,7-14,3 ц/га (42,6-52,0 %) при урожайности 39,2-41,8 ц/га. Некорневые подкормки гороха цинковым удобрением на низкой и средней обеспеченности супесчаной почвы подвижным цинком на фоне $N_{40}P_{60}K_{120}$ повышают урожайность зерна на 4,0-5,7 и 2,6-3,9 ц/га, при урожайности 43,8-45,5 и 44,4-45,7 ц/га соответственно. При высоком уровне содержания цинка в почве не отмечается достоверного повышения урожайности зерна гороха от некорневой подкормки

цинковым удобрением (за исключением цинка в дозе 0,12 кг/га). При избыточном содержании цинка в почве некорневые подкормки не целесообразны.

Анализ данных по динамике накопления цинка в растениях гороха показал, что самое высокое содержание цинка отмечено в фазу ветвления гороха, наименьшее – в фазу цветения. При этом для цинка характерен более высокий уровень содержания в репродуктивных органах (зерне) при меньшей аккумуляции в вегетативных органах (соломе) (таблица 2).

Экспериментальные данные показывают, что потребление цинка растениями гороха возрастает линейно с повышением его концентрации в почве и с увеличением дозы цинкового удобрения. Так, повышение содержания подвижного цинка в почве от низкого (3,0 мг/кг) до избыточного (11,4 мг/кг) уровня увеличивало потребление элемента растениями гороха с 16,0 до 57,8 мг/кг сухой массы в начале вегетации (в фазу ветвления) и с 12,3 до 41,2 мг/кг в фазу цветения. Содержание цинка в зерне гороха возрастало с 17,8 до 35,7 мг/кг, в соломе – с 5,0 до 10,7 мг/кг сухого вещества с повышением концентрации подвижного цинка в почве от низкого (3,0 мг/кг) до избыточного уровня (11,4 мг/кг).

Таблица 2 – Содержание цинка в растениях гороха в зависимости от дозы цинкового удобрения при различной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы цинком, мг/кг

Уровни обеспеченности почвы цинком	Фазы роста и развития			Зерно	Солома
	ветвление	бутионизация	цветение		
Низкий, 3,0 мг/кг	16,0	15,5	<u>12,3*</u> 16,2-18,0	<u>17,8</u> 19,8-20,5	<u>5,0</u> 5,3-6,0
Средний, 5,0 мг/кг	25,0	23,1	<u>21,0</u> 24,3-27,0	<u>23,1</u> 25,5-27,1	<u>6,4</u> 6,6-7,8
Высокий, 7,7 мг/кг	35,6	29,9	<u>27,3</u> 33,2-36,5	<u>30,3</u> 31,6-33,5	<u>8,8</u> 9,9-11,6
Избыточный, 11,4 мг/кг	57,8	44,3	<u>41,2</u> 45,3-49,8	<u>35,7</u> 37,0-39,3	<u>10,7</u> 13,6-15,8

Примечание – * над чертой – фон ($N_{40}P_{60}K_{120}$), под чертой – некорневые подкормки ($Zn_{0,04-0,12}$)

Внесения цинкового удобрения в некорневую подкормку гороха (в фазу начало бутонизации) при различной обеспеченности супесчаной почвы цинком повышало содержание цинка в растениях в фазу цветения на 10,0-46,3 %. Интенсивность накопления цинка под влиянием некорневой подкормки цинковым удобрением снижалось по мере повышения концентрации подвижного цинка в почве.

Применение цинкового удобрения увеличивало накопление цинка в зерне и соломе гороха. Некорневая подкормка гороха цинковым

удобрением в возрастающих дозах при низком содержании подвижного цинка в почве увеличивала концентрацию элемента в зерне на 2,0-2,6 мг/кг (11,2-15,4 %), в соломе – на 0,3-1,0 мг/кг (6,0-20,0 %), при среднем уровне – на 2,4-4,0 мг/кг (10,4-17,3 %) и 0,2-1,4 мг/кг (3,1-21,9 %), на высоком уровне – на 1,3-3,2 мг/кг (4,3-10,4 %) и 1,1-2,8 мг/кг (12,5-31,8 %), на избыточном – на 1,3-3,6 мг/кг (3,6-9,9 %) и 2,9-5,1 мг/кг (27,1-47,7 %) соответственно.

Закключение.

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве, низко- и среднеобеспеченной цинком, некорневая подкормка гороха цинковым удобрением в дозах 0,04-0,12 кг д.в./га на фоне $N_{40}P_{60}K_{120}$ повышает урожайность зерна на 4,0-5,7 и 2,6-3,9 ц/га при урожайности 43,8-45,5 и 44,4-45,7 ц/га соответственно. Наиболее эффективно внесения цинка в дозе 0,12 кг д.в./га.

2. Потребление цинка растениями гороха возрастает линейно с повышением его концентрации в почве и с увеличением дозы цинкового удобрения. С повышением концентрации подвижного цинка в почве от низкого до избыточного уровня содержание элемента в зерне гороха возрастает с 17,8 до 35,7 мг/кг, в соломе – с 5,0 до 10,7 мг/кг сухой массы. Некорневая подкормка гороха цинковым удобрением в дозах 0,04-0,12 кг д.в./га при низком и среднем содержании подвижного цинка в почве повышает концентрацию элемента в зерне на 2,0-2,7 мг/кг (11,0-15,2 %) и на 2,4-4,0 мг/кг (10,4-17,3 %) соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок // Справочная книга. – Л.: Колос, 1978. – С. 272.
2. Нуштаева, А. В. Влияние хлорида и сульфата цинка на посевные качества семян гороха / А. В. Нуштаева, Ю. В. Блинохвотова // Нива Поволжья. – 2023. № 1(65). – С. 1008-1111.
3. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. Ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 31-32.
5. Косолапов, В. М. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография / В. М. Косолапов, В. А. Чуйков, Х. К. Худякова. – Москва: ООО «Угрешская типография», 2019. – 272 с.
6. Побилат, А. Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А. Е. Побилат, Е. И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2021. – № 22(3). – С. 3-14.
7. Микроэлементный состав сельскохозяйственных культур, произрастающих на территории Республики Беларусь / Е. Н. Богатырева [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 163-174