

**Ф.И. Зайцев**, аспирант,  
**И.И. Серегина**, д-р биол. наук, профессор,  
**М.М. Сижоатов**, бакалавр

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва  
seregina.i@inbox.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ЦИНКА И НИКЕЛЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЕВНОГО ГОРОХА СОРТА НЕМЧИНОВСКИЙ 50**

**Ключевые слова:** Агрохимия, микроудобрения, цинк, никель, горох посевной, хлорофилл, урожайность.

**Keywords:** Agrochemistry, micro fertilizers, zinc, nickel, seed peas, chlorophyll, yield.

**Аннотация:** В статье представлены результаты исследования влияния микроэлементов (цинка и никеля) на морфобиологические показатели и урожайность гороха сорта Немчиновский 50. Установлено, что совместное применение Zn и Ni способствует активизации фотосинтетического аппарата и двукратному росту зерновой продуктивности. Выявлен синергетический эффект взаимодействия данных элементов в условиях дерново-подзолистых почв.

**Abstract:** The article presents the results of a study of the effect of trace elements (zinc and nickel) on morphophysiological parameters and yield of Nemchinovsky 50 peas. It has been established that the combined use of Zn and Ni contributes to the activation of the photosynthetic apparatus and a twofold increase in grain productivity. The synergistic effect of the interaction of these elements in the conditions of sod-podzolic soils is revealed.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современная стратегия развития агропромышленного комплекса Российской Федерации неразрывно связана с обеспечением продовольственной независимости и поиском путей интенсификации растениеводства. В условиях нестабильности климатических факторов и возрастающей антропогенной нагрузки на агроценозы, приоритетной задачей становится повышение валовых сборов сельскохозяйственных культур при одновременном улучшении качественных характеристик зернобобовых [2].

Особое значение в этом контексте приобретает производство высококачественного растительного белка. Горох посевной (*Pisum sativum L.*) занимает лидирующие позиции по распространенности и технологичности, выступая

эффективным инструментом для ликвидации белкового дефицита в кормопроизводстве и пищевой промышленности. Уникальность гороха заключается в его способности вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями, что позволяет не только обеспечивать агроценоз экологически чистым азотом, но и значительно улучшать агрофизическое состояние и плодородие почв [3]. Однако реализация высокого генетического потенциала современных сортов, таких как Немчиновский 50, часто лимитируется несбалансированностью минерального питания. Если вопросам применения макроудобрений в отечественной агрохимии уделено достаточно внимания, то роль микроэлементов, в частности цинка и никеля, в формировании адаптивного потенциала бобовых в условиях Нечерноземной зоны остается изученной не в полной мере [5].

Цинк является одним из ключевых микроэлементов, участвующим в функционировании более чем 300 ферментных систем. Его физиологическая роль многогранна: он необходим для стабилизации мембран хлоропластов, регуляции синтеза нуклеиновых кислот и белков, а также выступает обязательным участником метаболизма триптофана – предшественника фитогормона ауксина. Дефицит цинка в почвах со слабой органической обеспеченностью ведет к депрессии ростовых процессов и снижению устойчивости растений к абиотическим стрессам [1].

Не менее значимым, хотя и менее изученным в классической прикладной агрохимии, является никель. Современные данные подтверждают, что никель выступает незаменимым компонентом фермента уреазы, который катализирует гидролиз мочевины, предотвращая её токсическое накопление в растительных тканях [4]. Для бобовых культур наличие доступного никеля критически важно, так как он активирует гидрогеназы симбиотических микроорганизмов, напрямую влияя на эффективность фиксации атмосферного азота. Таким образом, оптимизация питания микроэлементами может стать решающим фактором в повышении продуктивности культуры.

Целью данного исследования является комплексная оценка влияния различных доз и сочетаний цинка и никеля на морфофизиологические показатели, активность фотосинтетического аппарата и структуру урожая гороха посевного сорта Немчиновский 50 в условиях дерново-подзолистых почв Московского региона.

#### **Методика исследований**

Исследования проводились в условиях вегетационного опыта на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Объект исследования - горох посевной сорта Немчиновский 50. Почва опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса (1,9%) и средней обеспеченностью элементами питания ( $P_2O_5$  - 276 мг/кг,  $K_2O$  - 110 мг/кг). Схема опыта включала 4 варианта: 1) НК - Фон (контроль); 2) Фон+Ni; 3) Фон+Zn; 4) Фон+Ni+Zn. Повторность опыта - четырехкратная.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	Нг	S	V, %	N <sub>щг</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		мг-экв/100 г почвы			мг/кг почвы, по Корнфилду	мг/кг почвы, по Кирсанову	
1,9	6,1	1,5	14,4	91,5	95	276	110
2 класс	6 класс					6 класс	3 класс

### Результаты

Результаты учета урожая продемонстрировали высокую чувствительность культуры к оптимизации питания микроэлементами. Контрольный вариант (НК) показал сбор зерна на уровне 187,0 г. Индивидуальное внесение никеля позволило достичь показателя 297,6 г, а цинка – 290,4 г. Наиболее значимый отклик получен в варианте с одновременным присутствием в среде обоих микронутриентов. Комбинированное питание (Ni+Zn) обеспечило урожайность 410,8 г, что соответствует приросту на 119,7% относительно контроля.

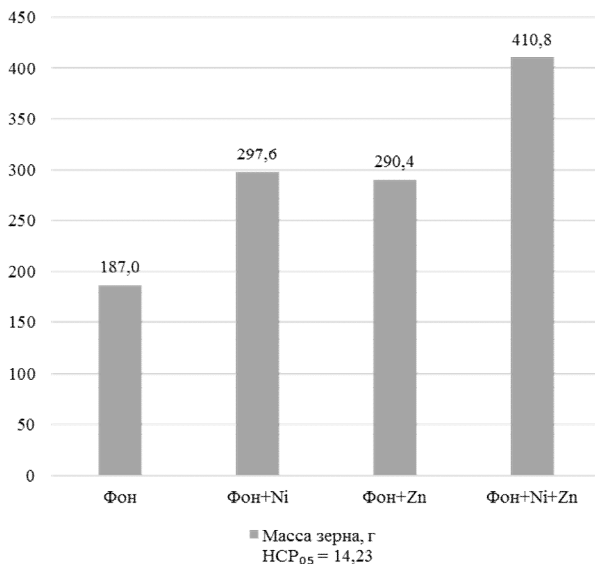


Рисунок 1 – Влияние Ni и Zn на урожайность растений гороха сорта Немчиновский 50, г/делянку

Физиологическое обоснование роста продуктивности подтверждается данными анализа пигментного аппарата. При совместной обработке (Ni+Zn) зафиксирована максимальная концентрация фотосинтетических пигментов в фазу бутонизации. Общее содержание хлорофилла превысило

показатели контроля на 108,6%, при этом содержание хлорофилла *a* увеличилось на 87,5%, а хлорофилла *b* - на 62,5%. Подобная динамика указывает на укрепление фотосинтетического потенциала и повышение эффективности энергетического обмена растений.

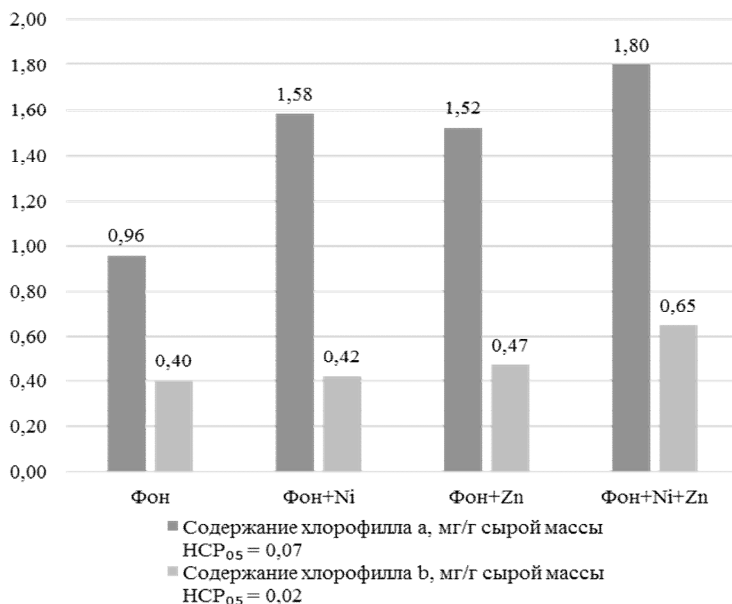


Рисунок 2 – Влияние Ni и Zn на содержание хлорофиллов *a* и *b* гороха сорта Немчиновский 50

## Выводы

Применение цинка и никеля является эффективным приемом интенсификации возделывания гороха сорта Немчиновский 50 в условиях Нечерноземья. Совместное использование данных микроэлементов позволяет более чем в два раза увеличить продуктивность растений и значительно повысить их фотосинтетический потенциал. Оптимизация доз микроудобрений позволяет избежать перехода от стимулирующего эффекта к токсическому, обеспечивая экологическую безопасность продукции.

## Список использованной литературы

1. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агроэкосистемах (эколого-агрохимические аспекты). – М.: ЦИНАО, 2000. – 524 с.
2. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Сидоренко В.С. и др. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого развития АПК // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 2(34). – С. 4–11.

3. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – 272 с.

4. Серегина, И. И. Цинк, селен и регуляторы роста в агроценозе / Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Перспектив", 2018. – 208 с.

5. Ягодин Б.А., Кузин Е.Н. и др. Агрехимия: Учебник / под ред. Е.Н. Кузина. – М.: КолосС, 2022. – 585 с.

**УДК 631.3-52:004.932**

**Р.А. Филиппов**, канд. с.-х. наук,

**А.И. Кутырёв**, канд. техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва  
E-mail: rostislav-filippov@yandex.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ УРОЖАЯ В САДОВОДСТВЕ**

**Ключевые слова:** роботизированная уборка урожая, компьютерное зрение, YOLOv11, YOLOv12, стереокамера ZED, Intel RealSense D455, распознавание плодов

**Key words:** robotic harvesting, computer vision, YOLOv11, YOLOv12, ZED stereo camera, Intel RealSense, fruit recognition

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы применения алгоритмов компьютерного зрения для роботизированной уборки плодов садовых культур. Выполнен анализ современных работ по визуальному распознаванию плодов при роботизированной уборке. Проведено сравнение стереокамер для получения карт глубины ZED X (Stereolabs) и Intel RealSense D455 при работе с нейросетевыми архитектурами детекции YOLOv11 и YOLOv12. Установлено, что применение YOLOv12 в связке с камерой ZED обеспечивает наилучшие показатели средней точности (метрика mAP) и минимальные ошибки пространственной локализации плодов. Сделан вывод о целесообразности использования комплекса ZED X + YOLOv12 в системах машинного зрения высокоточных роботизированных плодосборочных комплексов.

**Summary:** The article discusses the application of computer vision algorithms for robotic harvesting of fruit crops. An analysis of current research on visual fruit recognition for robotic harvesting is performed. A comparison is made of stereo cameras for depth map acquisition—the ZED X (Stereolabs) and Intel RealSense D455—when used with the YOLOv11 and YOLOv12 neural network detection architectures. It is established that the combination of