

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА
В ПОБЕГАХ ПШЕНИЦЫ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА**

Е.А. Осипова^{1}, С.В. Лебедев^{1,2}*

¹ Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»,
460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. 9 Января д. 29

*e-mail: kudryavceva.elen@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью настоящего исследования явилось определение содержания хлорофилла в побегах пшеницы, произрастающих под действием различных форм железа (Fe^0 (80 ± 5 нм), Fe_3O_4 (ширина 50–80 нм, высота 4–10 нм), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Экстракцию пигментов проводили 96%-ным этиловым спиртом на 7-й день, концентрацию хлорофиллов рассчитывали по уравнениям Вернона. Максимальный синтез хлорофилла *a* и *b* был характерен для ионных форм железа в концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ г/л, наночастиц железа $1 \cdot 10^{-4}$ г/л и магнетита Fe_3O_4 при концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ г/л. Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в надземной части пшеницы на 7-й день соответствует норме при использовании наночастиц железа Fe^0 и ионных форм двухвалентного железа в виде сульфата FeSO_4 . По мере увеличения концентрации наночастиц магнетита повышается концентрация хлорофилла *a*, а при достижении максимальной концентрации до $1 \cdot 10^{-3}$ г/л увеличивается количество хлорофилла *b*, на фоне уменьшения соотношения *a/b*. Таким образом, наночастицы железа Fe^0 и водный раствор сульфата железа (II) способствуют формированию фотосинтетического аппарата с интенсивным фотосинтезом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пшеница, наночастицы, железо, магнетит, сульфат железа, хлорофилл.

**VARIATION IN THE CONTENT OF CHLOROPHYLL IN WHEAT
UNDER THE INFLUENCE OF VARIOUS FORMS OF IRON**

E.A. Osipova^{1}, S.V. Lebedev^{1,2}*

¹ Orenburg State University, 13, Pobedy ave, Orenburg, Russia, 460018

² FSSI "Federal Research Center of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences",
29, 9 January St., Orenburg, Russia, 460000

*e-mail: kudryavceva.elen@mail.ru

ABSTRACT. The purpose of this study was to determine the content of chlorophyll in wheat scions growing under the influence of various forms of iron (Fe^0 (80 ± 5 nm), Fe_3O_4 (width 50–80 nm, height 4–10 nm), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). The pigments were extracted using 96% ethyl alcohol on day 7; the chlorophyll concentration was calculated using the Vernon equations. The maximum synthesis of chlorophyll *a* and *b* was typical for iron ionic forms at a concentration by $1 \cdot 10^{-3}$ g/l and iron nanoparticles at a concentration by $1 \cdot 10^{-4}$ g/l, and Fe_3O_4 magnetite at a concentration of $1 \cdot 10^{-6}$ g/l. The ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* in the terrestrial part of wheat on day 7 corresponds to the norm using iron nanoparticles Fe^0 and ferrous iron ions in the form of FeSO_4 . As the concentration of magnetite nanoparticles increases, the concentration of chlorophyll *a* increases, and when the maximum concentration amount $\cdot 10^{-3}$ g/l, the amount of chlorophyll *b* rise, while the *a/b* ratio decreases. In such a way, iron Fe^0 nanoparticles and an aqueous solution of iron (II) sulfate contribute to the formation of a photosynthetic apparatus with intensive photosynthesis.

KEYWORDS: wheat, nanoparticles, iron, magnetite, iron sulfate, chlorophyll.

ВВЕДЕНИЕ

Дефицит железа приводит к хлорозу листьев, которое снижает продуктивность культурных растений и ведет к их гибели. Внесение в почву соединений железа не приводит к ожидаемому эффекту, что связано с быстрым его переходом в окисленную, недоступную для растений форму. Для решения данной проблемы возможно использование наночастиц, что требует тщательного изучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Семена растения *Triticum vulgare Vill.*, выращивали в водной среде с различной концентрацией наночастиц железа Fe^0 и магнетита Fe_3O_4 в сравнении с воздействием водных растворов $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$. Концентрацию хлорофиллов рассчитывали по уравнениям Вернона после экстракции 96%-ным этиловым спиртом.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel общепринятыми методами вариационной статистики.

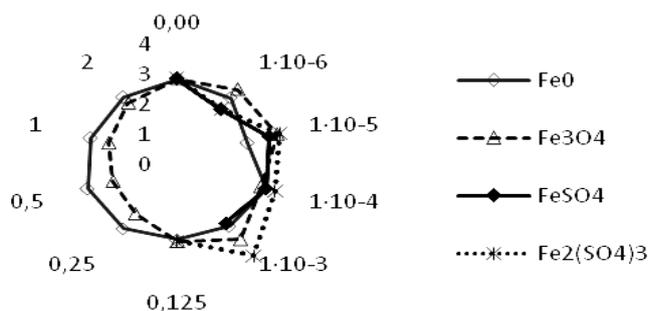


Рисунок. Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в надземной части пшеницы

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На 7-й день количество хлорофиллов *a* и *b* во всех опытах увеличивается относительно контроля, так как железо входит в состав ферментов, ускоряющих реакции синтеза хлорофилла. О степени сформированности фотосинтетического аппарата судили по отношению хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*, в норме этот показатель должен находиться в интервале от 2,2 до 3,0 (Титова, 2010) (рисунок).

ВЫВОДЫ

Наночастицы железа Fe^0 и водный раствор сульфата железа (II) способствуют формированию фотосинтетического аппарата с интенсивным фотосинтезом.

Список литературы / References

1. Титова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea Abies* и *Picea koraiensis*. Вестник ОГУ. 2010; 1: 9–12. [Titova M.S. Content of photosynthetic pigments in needles of *Picea Abies* and *Picea Koraiensis*. VESTNIK OSU. 2010; 12: 9–12. (in Russ.)].
-