

УДК 631.8  
ББК 40.4  
С32

Электронные версии книг  
на сайте [www.prospekt.org](http://www.prospekt.org)

**Авторы:**

**Серегина И. И.**, доктор биологических наук, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева;

**Белопухов С. Л.**, кандидат химических наук, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской инженерной академии, профессор кафедры химии, директор института агробиотехнологии РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева.

**Рецензенты:**

**Черных Н. А.**, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой судебной экологии с курсом экологии человека Российского университета дружбы народов (РУДН);

**Зубкова В. М.**, доктор биологических наук, профессор кафедры техносферной безопасности и экологии Российского государственного социального университета (РГСУ).

**Серегина И. И., Белопухов С. Л.**

С32 Защитно-стимулирующая роль микроэлементов и регуляторов роста в растениеводстве : монография. — Москва : Проспект, 2021. — 184 с.

ISBN 978-5-392-34182-5

В монографии рассматриваются аспекты защитно-стимулирующего действия микроэлементов (молибден, селен, кремний) и регуляторов роста (циркон) на продукционный процесс и реализацию адаптивной способности яровой пшеницы различных сортов в условиях окислительного стресса, вызванного засухой и загрязнением почвы тяжелыми металлами. Анализируются результаты многолетних экспериментов по изучению формирования зерновой продуктивности и фотосинтетической активности растений пшеницы в зависимости от условий выращивания. Представлены данные о действии изучаемых факторов на размеры поступления и перераспределение основных элементов питания, а также тяжелых металлов между органами растений пшеницы.

Работа предназначена для специалистов в области агрохимии, физиологии растений, токсикологии, для бакалавров, магистров, аспирантов, обучающихся по агрономическим направлениям, и преподавателей высших и средних специальных учебных заведений.

УДК 631.8  
ББК 40.4

*Научное издание*

**Серегина Инга Ивановна,  
Белопухов Сергей Леонидович**

**ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ  
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**Монография**

Подписано в печать 08.04.2021. Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать цифровая. Печ. л. 11,5. Тираж 1000 (1-й завод 100) экз. Заказ №

ООО «Проспект»  
111020, г. Москва, ул. Боровая, д. 7, стр. 4.

ISBN 978-5-392-34182-5

© Серегина И. И., Белопухов С. Л., 2021  
© ООО «Проспект», 2021

**Authors:**

**Seregina I. I.**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agronomic, Biological Chemistry of Radiology of the Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

**Belopukhov S. L.**, Candidate of Chemical Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Engineering Academy, Professor of the Department of Chemistry, Director of the Institute of Agrobiotechnology of the Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

**Reviewers:**

**Chernykh N. A.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Judicial Ecology with a Course of Human Ecology of the Russian University of Peoples' Friendship;

**Zubkova V. M.**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Technosphere Safety and Ecology of the Russian State Social University.

**Seregina I. I., Belopukhov S. L.**

The Protective-Stimulating Role of Microelements and Growth Regulators in Crop Production : Monograph. — Moscow : Prospekt, 2021. — 184 p.

ISBN 978-5-392-34182-5

The monograph examines aspects of the protective-stimulating effect of microelements (molybdenum, selenium, silicon) and growth regulators (zircon) on the production process and the implementation of the adaptive ability of spring wheat of various varieties under conditions of oxidative stress caused by drought and soil contamination with heavy metals. The results of many years of experiments to study the formation of grain productivity and photosynthetic activity of wheat plants, depending on growing conditions, are analyzed. The data on the effects of the studied factors on the size of the income and the redistribution of the main nutrient elements, as well as heavy metals between the organs of wheat plants, are presented.

The scientific work is intended for specialists in the field of agrochemistry, plant physiology, toxicology for bachelors, masters, graduate students studying in agronomical directions and teachers of higher and secondary specialized educational institutions.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Факторы окружающей среды, вызывающие окислительные стрессовые реакции у растений.....</b>	<b>6</b>
1.1. Дефицит влаги в почве.....	11
1.2. Загрязнение почвы тяжелыми металлами .....	15
<b>2. Механизмы защитного действия растений в условиях окислительных стрессов.....</b>	<b>25</b>
<b>3. Физиолого-биохимическая роль молибдена в растениях .....</b>	<b>29</b>
3.1. Действие молибдена на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы при оптимальном увлажнении.....	40
3.2. Воздействие молибдена на рост, развитие и продуктивность растений пшеницы в условиях водного стресса.....	51
3.3. Содержание азота и молибдена в растениях яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и условий водообеспечения .....	62
3.4. Заключение.....	67
<b>4. Физиолого-биохимическая роль кремния в растениях .....</b>	<b>69</b>
4.1. Влияние силиката калия на продуктивность яровой пшеницы в условиях окислительного стресса, вызванного засухой.....	75
4.2. Заключение.....	92
<b>5. Физиолого-биохимическая роль селена в растениях .....</b>	<b>95</b>
5.1. Урожайность яровой пшеницы при применении селена в условиях окислительного стресса, вызванного засухой .....	105

5.2.	Заключение.....	119
5.3.	Влияние селенита натрия на рост, развитие и урожайность яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы кадмием .....	120
5.4.	Заключение.....	128
6.	<b>Продуктивность яровой пшеницы при применении регулятора роста (циркона) в условиях окислительного стресса, вызванного загрязнением почвы тяжелыми металлами .....</b>	<b>129</b>
6.1.	Заключение.....	140
7.	<b>Защитно-стимулирующая роль гуминовых веществ — природных стимуляторов роста и развития растений.....</b>	<b>142</b>
	<b>Библиографический список.....</b>	<b>144</b>