

УДК 581.14:574.24

Кузнецова С.А.¹, Климачев Д.А.²¹Московский медицинский колледж № 2²Московский государственный областной университет

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Влияние нитрата кадмия на растения пшеницы сорта Приокская проявляется в значительном снижении всхожести семян, уменьшении биометрических показателей. Под влиянием ионов кадмия значительно снижается интенсивность фотосинтеза. Нитрат кадмия в концентрации 75 мг/л оказывает меньшее ингибирующее влияние на проростки пшеницы (по сравнению с концентрацией 200 мг/л) с некоторой наблюдаемой адаптацией изученного сорта к воздействию неблагоприятного фактора на процесс фотосинтеза. Увеличение длины побега под влиянием нитрата кадмия, возможно, связано с частичной аккумуляцией токсичных ионов в вакуолях в виде малоподвижных соединений.

Ключевые слова: тяжелые металлы, кадмий, фотосинтез, адаптация.

S. Kuznetsova¹, D. Klimachev²¹Moscow College of Medicine № 2²Moscow State Regional University

EFFECT OF CADMIUM ON GROWTH PROCESSES AND INTENSITY OF PHOTOSYNTHESIS OF PLANTS OF WHEAT

Abstract. The influence of cadmium nitrate to plants of wheat varieties Priokskaya manifests itself in a significant reduction in the germination of seeds' reduction of biometric measurements. Under the influence of cadmium ions significantly reduced the intensity of photosynthesis. The cadmium nitrate at a concentration of 75 mg/l has less of an inhibitory effect on seedling wheat with some of the observed adaptation of the studied varieties to the impact of adverse factors on the process of photosynthesis. The increase in shoot length under the influence of nitta cadmium is probably connected with the partial accumulation of toxic ions in vacuoles in the form of inactive compounds.

Key words: cadmium, photosynthesis, stress, adaptation.

Одной из актуальных научных проблем является нарушение экологического равновесия в связи с выбросами в окружающую среду огромных количеств солей тяжелых металлов (ТМ). В связи с наличием в Московской области большого числа предприятий машиностроения, нефтехимической, хи-

мической промышленности, цветной металлургии имеет место локальное загрязнение почв ТМ [2]. Возрастающее поступление ТМ в окружающую среду приводит к загрязнению почвы и повреждениям растительных организмов. Как известно, металлы сравнительно быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее выводятся, а расте-

© Кузнецова С.А., Климачев Д.А., 2014.

ния наиболее подвержены воздействию ТМ, получая их из почвы и атмосферы [1]. Нашей целью являлось изучение влияние различной концентрации нитрата кадмия на ростовые процессы и интенсивность фотосинтеза растений пшеницы сорта Приокская.

Методы исследований

Исследования проводились в водных культурах. Семена проращивались в термостате при температуре 20°C в различных концентрациях нитрата кадмия. Трехдневные проростки пересаживались в сосуды объемом 500 мл. Контрольные семена замачивали в воде. Опыты включали следующие варианты: контрольный (растения, выращенные на воде); растения, выращенные на соли $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ концентрацией 75 мг/л (2/3 ПДК); растения, выращенные на соли $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ концентрацией 200 мг/л (2ПДК). В ходе исследований определялись показатели всхожести семян; биометрические показатели 6-, 11- и 17-дневных проростков (длина побеговой и корневой систем, сырая масса); показатели интенсивности фотосинтеза (манометрический метод).

Полученные данные были статистически обработаны.

Результаты исследований

Прежде всего, проводились исследования по влиянию нитрата кадмия на всхожесть семян. Согласно полученным данным (табл. 1), замачивание семян в растворах нитрата кадмия различной концентрации оказало влияние на скорость их прорастания, несмотря на низкую проницаемость семенной кожуры для тяжелых металлов. Концентрации солей кадмия 75 мг/л и 200 мг/л инги-

бировали процесс прорастания семян с первых дней проращивания, и к концу 3-х суток всхожесть составила при концентрации 75 мг/л 45%, а при концентрации 200 мг/л – 60%. Наблюдаемое меньшее снижение всхожести семян при концентрации 200 мг/л можно рассматривать как кратковременный ответ на высокую концентрацию соли.

Таблица 1

Влияние нитрата кадмия на всхожесть семян

Вариант опыта	Всхожесть, %
Контрольный	90
75 мг/л $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$	45
200 мг/л $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$	60

Данные о воздействии нитрата кадмия на ростовые процессы проростков пшеницы представлены в табл. 2-4. Концентрация 75 мг/л в первой половине опыта стимулировала рост побеговой системы проростков (табл. 2). Увеличение длины побега в этом варианте составило 49%. Возможно, это связано с частичной аккумуляцией токсичных ионов в вакуолях в виде малоподвижных соединений. В дальнейшем, на 11-й и 17-й день выращивания, наблюдалось ингибирование роста надземной части проростков – снижение показателей составило соответственно 13 и 35%. Гораздо большее негативное воздействие на рост проростков оказала концентрация 200 мг/л. На всем протяжении опыта наблюдалось усиление ингибирующего влияния нитрата кадмия: на 6-й день длина побега уменьшилась на 4% по отношению к контролю, на 11-й день – на 69%, к концу опыта растения, выращиваемые на концентрации 200 мг/л, погибли.

Таблица 2

Влияние нитрата кадмия на рост побеговой системы, см

Вариант опыта	6-дн. проростки		11-дн. проростки		17-дн. проростки	
	длина побега	%	длина побега	%	длина побега	%
Контроль	4,5±0,11	100	12,1±0,17	100	18,2±0,12	100
75 мг/л Cd(NO ₃) ₂	6,7±0,15	149	10,5±0,17	87	11,8±0,17	65
200 мг/л Cd(NO ₃) ₂	4,3±0,02	96	4,7±0,12	39	погибли	-

Сходное влияние нитрат кадмия оказал и на рост корневой системы проростков (табл. 3). Однако сравнение данных показывает, что в большей степени ингибирующее воздействие нитрат кадмия оказал на рост корневой системы. Можно предположить, что основная часть поглощенного кадмия аккумулировалась на уровне корневой системы проростков.

Таблица 3

Влияние нитрата кадмия на рост корневой системы, см

Вариант опыта	6-дн. проростки		11-дн. проростки		17-дн. проростки	
	длина корневой системы	%	длина корневой системы	%	длина корневой системы	%
Контроль	2,9±0,12	100	19,5±0,27	100	45,7±0,34	100
75 мг/л Cd(NO ₃) ₂	3,6±0,15	124	3,6±0,15	18	3,6±0,19	8
200 мг/л Cd(NO ₃) ₂	2,7±0,11	93	3,2±0,12	16	погибли	-

Анализируя данные по влиянию кадмия на накопление сырой массы, можно отметить, что концентрация 200 мг/л в значительно большей степени снижает сырую массу проростков по сравнению с концентрацией 75 мг/л. Так, масса 11-дневных проростков во втором варианте снизилась на 33%, а в третьем – на 74% по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Влияние нитрата кадмия на накопление сырой массы, мг

Вариант опыта	11-дн. проростки		17-дн. проростки	
	сырая масса	%	сырая масса	%
Контроль	850±3,6	100	1100±5,7	100
75 мг/л Cd(NO ₃) ₂	572±6,6	67	715±7,3	65
200 мг/л Cd(NO ₃) ₂	224±3,7	26	погибли	-

Естественно, соли тяжелых металлов оказывают влияние не только на рост растения, но и на его физиологическое состояние. В литературе имеются данные, касающиеся влияния факторов среды на различные стороны фотосинтеза [3; 4]. Изучение фотосинтеза показало, что интенсивность этого процесса значительно снижается под воздействием нитрата кадмия (табл. 5). У 11-дневных проростков (концентрация 75 мг/л) интенсивность фотосинтеза составляет 19% от контроля, а при концентрации 200 мг/л – всего 5%. Это может быть связано с непосредственным влиянием кадмия на структуру хлоропластов, а также

с его влиянием на активность ферментов, участвующих в фотосинтетических реакциях. Интересно отметить, что во втором варианте к концу опыта у 17-дневных проростков наблюдается снижение ингибирующего действия нитрата кадмия на изучаемый показатель: снижение составляет 34% по сравнению с 81% у 11-дневных проростков. В связи с этим можно предположить наличие механизма, изменяющего метаболизм клеток и направленный на снижение токсического действия металла и его выведение из организма растения, что обеспечивает определенную устойчивость к индуцируемому стрессу [5].

Таблица 5

Влияние нитрата кадмия на интенсивность фотосинтеза, мкл O_2 /г · ч

Вариант опыта	11-дн. проростки		17-дн. проростки	
	интенсивность фотосинтеза	%	интенсивность фотосинтеза	%
Контроль	7,125±0,015	100	9,185±0,016	100
75 мг/л $Cd(NO_3)_2$	1,352±0,021	19	6,081±0,014	66
200 мг/л $Cd(NO_3)_2$	0,373±0,023	5	погибли	-

Таким образом, влияние нитрата кадмия на растения пшеницы сорта Приокская проявляется в значительном снижении всхожести семян, уменьшении биометрических показателей, снижении интенсивности фотосинтеза. Нитрат кадмия в концентрации 75 мг/л (2/3ПДК) оказывает меньшее ингибирующее влияние на проростки пшеницы с некоторой наблюдаемой адаптацией изученного сорта к воздействию неблагоприятного фактора на процесс фотосинтеза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Богдановский Г.А. Химическая экология. – М.: МГУ, 1994. – 240 с.
2. Волгин А.В.. Очерки экологии Подмо-

сковья / А.В. Волгин, О.П. Добродеев, В.И. Зубов и др. – М.: МПУ, 1997. – 240 с.

3. Климачев Д.А., Кузнецова С.А., Старикова В.Т. Изменение процесса фотосинтеза пшеницы в условиях засоления NaCl и обработки фитогормонами // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 3. С. 20-24.
4. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе (избранные труды). – Казань: Фэн, 2001. – 448 с.
5. Феникс С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // Успехи современной биологии. – 1995. – Т. 115 (вып. 3). – С. 261-275.