

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений

ПОДБОРСКАЯ
Любовь Александровна

**ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕНА И КОМПЛЕКСА ФУЛЛЕРЕН-
ХИТОЗАН НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ
СИСТЕМ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ**

Аннотация к дипломной работе

Научный руководитель:
Кандидат биологических наук,
доцент О.В. Молчан

Допущена к защите

«___» _____ 2022 г.

Зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений
кандидат биологических наук, доцент И.И. Смолич

Минск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений	4
Реферат	5
Введение.....	8
Глава 1 Обзор литературы.....	10
1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ В РАСТЕНИЯХ	10
1.1.1 Антиоксиданты-ферменты	10
1.1.2 Низкомолекулярные антиоксиданты.	13
1.2 НАНОМАТЕРИАЛЫ КАК ИСКУССТВЕННЫЕ ЭНЗИМЫ	15
1.2.1 Наночастицы на основе оксида железа.....	15
1.2.2 Наночастицы золота.....	16
1.3 УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ	18
1.3.1 Классификация углеродных наночастиц	18
1.3.1.1 Фуллерены	18
1.3.1.2 Нанотрубки	19
1.3.1.3 Графен	20
1.3.1.4 Другие углеродные наноматериалы	21
1.3.2 Характеристика углеродных наночастиц	22
1.3.3 Энзимоподобная характеристика углеродных наночастиц	23
1.4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЗИМОПОДОБНОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	25
Глава 2 Объекты и методы исследования.....	27
2.1. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	27
2.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	27
2.2.1 Определение активности пероксидазы в листьях проростков ячменя... 27	27
2.2.2 Определение активности каталазы в листьях проростков ячменя	28
2.2.3 Определение активности аскорбатпероксидазы в листьях проростков ячменя.....	28
2.2.4 Определение содержания пероксида водорода в листьях проростков ячменя.....	29
2.2.5 Содержание белка	30
2.2.6 Содержание фенольных соединений	30
2.2.7 Содержание флавоноидов	31
2.2.8 Определение физиолого-биохимических параметров растений.....	31
2.2.9 Определение пероксидазоподобной каталитической активности	

фуллерена и комплекса фуллерен-хитозана	32
2.2.10 Статистическая обработка данных.....	32
Глава 3. Результаты и их обсуждение.....	33
3.1 ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕНА НА АНТИОКСИДАНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ	33
3.1.1 Влияние фуллерена на физиологические параметры проростков	33
3.1.2 Влияние фуллерена на содержание пероксида водорода и активность ферментов	35
3.1.3 Влияние фуллерена на содержание фенольных соединений	36
3.2 ВЛИЯНИЕ НАНОКОМПОЗИТА ФУЛЛЕРЕН-ХИТОЗАНА НА АНТИОКСИДАНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ	37
3.2.1 Влияние фуллерен-хитозана на физиологические параметры проростков	38
3.2.2 Влияние фуллерен-хитозана на содержание пероксида водорода и активность ферментов	40
3.2.3 Влияние фуллерен-хитозана на содержание фенольных соединений ...	42
3.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРОКСИДАЗОПОДОБНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ФУЛЛЕРЕНА И ФУЛЛЕРЕН-ХИТОЗАНА	44
Заключение	45
Список использованных источников	47

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 50 с., 27 рис., 50 источников литературы.

НАНОЧАСТИЦЫ, АНТИОКСИДАНТНЫЕ СИСТЕМЫ, ФУЛЛЕРЕН, ФУЛЛЕРЕН-ХИТОЗАН, КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ.

Объекты исследования: наночастицы фуллерена C₆₀ («Нео-ТекПродакт», г. Санкт-Петербург) и комплекса фуллерен-хитозан (ИБОХ НАН Беларуси), проростки ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Аванс.

Целью данной работы было изучение влияния наночастиц фуллерена и комплекса фуллерен-хитозан на активность антиоксидантных систем проростков ячменя и оценка собственной каталитической активности наночастиц.

Методы исследования: выращивание проростков ячменя в водной культуре; определение пероксидазоподобной каталитической активности наночастиц; определение активности пероксидазы, каталазы, аскорбатпероксидазы, содержания пероксида водорода и фенольных соединений в листьях проростков; определение ряда физиологических параметров.

Повышение концентрации фуллерена до 50 мг/л приводит к стимуляции пероксидазы, накопления фенольных соединений и повышению уровня пероксида водорода. Каталазная и аскорбатпероксидазная активности при этом снижаются. При добавлении фуллерен-хитозана в среду культивирования проростков активности пероксидазы, каталазы и аскорбатпероксидазы снижаются с ростом концентрации наноконцентрации в диапазоне 1-50 мг/л. Содержание фенольных соединений и пероксида водорода повышается с увеличением концентрации фуллерен-хитозана до 10 мг/л. Показано, что фуллерен и фуллерен-хитозан обладают пероксидазоподобной активностью, причем каталитическая активность фуллерен-хитозана значительно выше. Полученные результаты позволяют заключить, что фуллерен и фуллерен-хитозан оказывают влияние на работу антиоксидантных систем и метаболизм активных форм кислорода в растениях, а также, что исследуемые наночастицы обладают каталитической пероксидазоподобной активностью. При этом значения физиологических показателей проростков свидетельствуют об отсутствии негативного, а при некоторых концентрациях фуллерена и фуллерен-хитозана позитивном эффекте наночастиц на ростовые процессы.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 50 с., 27 мал., 50 крыніц літаратуры.

НАНАЧАСТКІ, АНТЫАКСІДАНТНЫЯ СІСТЭМЫ, ФУЛЕРЭН, ФУЛЕРЭН-ХІТОЗАН, КАТАЛІТЫЧНАЯ АКТЫЎНАСЦЬ.

Аб'екты даследавання: наначасціцы фулерэну C_{60} («Неа-ТекПрадакт», г. Санкт-Пецярбург) і комплексу фулерэн-хітазан (ІБОХ НАН Беларусі), праросткі яравога ячменю (*Hordeum vulgare L.*) гатунку Аванс.

Мэтай дадзенай работы было даследаванне ўплыву наначасціц фулерэну і комплексу фулерэн-хітазан на актыўнасць антыаксідантных сістэм праросткаў ячменю і ацэнка ўласнай каталітычнай актыўнасці наначасціц.

Метады даследавання: вырошчванне праросткаў ячменю ў воднай культуры; вызначэнне пераксідазападобнай каталітычнай актыўнасці наначасціц; вызначэнне актыўнасці пераксідазы, каталазы, аскарбатпераксідазы, утрымання пераксіду вадароду і фенольных злучэнняў у лісці праросткаў; вызначэнне шэрагу фізіялагічных параметраў.

Павышэнне канцэнтрацыі фулерэну да 50 мг/л прыводзіць да стымуляцыі пераксідазы, назапашвання фенольных злучэнняў і павышэння ўзроўню пераксіду вадароду. Каталазная і аскарбатпероксидазная актыўнасці пры гэтым зніжаюцца. Пры даданні фулерэн-хітазану ў сераду культывавання праросткаў актыўнасці пераксідазы, каталазы і аскарбатпероксидазы зніжаюцца з ростам канцэнтрацыі нанакomплексу ў дыяпазоне 1-50 мг/л. Утрыманне фенольных злучэнняў і пераксіду вадароду павялічваецца з павелічэннем канцэнтрацыі фулерэн-хітазану да 10 мг/л. Паказана, што фулерэн і фулерэн-хітазан валодаюць пероксидазападобнай актыўнасцю, прычым каталітычная актыўнасць фулерэн-хітазану значна вышэй. Атрыманыя вынікі дазваляюць заключыць, што фулерэн і фулерэн-хітазан аказваюць уплыў на працу антыаксідантных сістэм і метабалізм актыўных формаў кіслароду ў раслінах, а таксама, што доследныя наначасціцы валодаюць каталітычнай пероксидазападобнай актыўнасцю. Пры гэтым значэння фізіялагічных паказчыкаў праросткаў сведчаць аб адсутнасці негатыўнага, а пры некаторых канцэнтрацыях фулерэну і фулерэн-хітазану пазітыўным эфекце наначасціц на роставыя працэсы.

ABSTRACT

The thesis 50 pages, 27 pictures, 50 sources of literature.

NANOPARTICLES, ANTIOXIDANT SYSTEMS, FULLERENE, FULLERENE-CHITOSAN, CATALYTIC ACTIVITY.

Objects of study: nanoparticles of fullerene C₆₀ (Neo-TekProdukt, St. Petersburg) and fullerene-chitosan complex (IBOKh NAS of Belarus), seedlings of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties Avans.

The aim of this work was to study the effect of nanoparticles of fullerene and fullerene-chitosan complex on the activity of antioxidant systems of barley seedlings and to evaluate the intrinsic catalytic activity of nanoparticles.

Research methods: cultivation of barley seedlings in water culture; determination of peroxidase-like catalytic activity of nanoparticles; determination of the activity of peroxidase, catalase, ascorbate peroxidase, the content of hydrogen peroxide and phenolic compounds in the leaves of seedlings; determination of some physiological parameters.

An increase in fullerene concentration to 50 mg/l leads to peroxidase stimulation, accumulation of phenolic compounds, and an increase in the level of hydrogen peroxide. Catalase and ascorbate peroxidase activities are reduced. When fullerene-chitosan is added to the cultivation medium of seedlings, the activities of peroxidase, catalase, and ascorbate peroxidase decrease with an increase in the concentration of the nanocomplex in the range of 1–50 mg/l. The content of phenolic compounds and hydrogen peroxide increases with an increase in the concentration of fullerene-chitosan up to 10 mg/l. It is shown that fullerene and fullerene-chitosan have peroxidase-like activity, and the catalytic activity of fullerene-chitosan is much higher. The results obtained allow us to conclude that fullerene and fullerene-chitosan affect the functioning of antioxidant systems and the metabolism of reactive oxygen species in plants, and also that the studied nanoparticles have catalytic peroxidase-like activity. At the same time, the values of the physiological parameters of seedlings indicate the absence of a negative, and at some concentrations of fullerene and fullerene-chitosan, a positive effect of nanoparticles on growth processes.