

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МЕЛАТОНИНОМ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА

О.А. Шаповал, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», shapoval.olga@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3375-527X;

М.Т. Мухина, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, mtmasm@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6210-592X;

Р.А. Боровик, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, to.roman@yahoo.com, ORCID ID: 0009-0004-5152-8021.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»,
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31-А, 8 (499) 976-37-50.*

В настоящей статье представлены результаты исследования, целью которого является комплексная оценка влияния предпосевной обработки семян огурца раствором мелатонина на урожайность данной культуры и качество полученного урожая в условиях защищённого грунта. Эксперимент проводился в течение трёх лет (2021–2023 гг.) на гибриде огурца F1 Лель. В работе изучались четыре варианта обработки: контроль (без обработки) и замачивание семян в растворах мелатонина с концентрациями 0,001%, 0,01% и 0,1%. В ходе исследования оценивались ключевые агрономические и биохимические показатели: сроки прорастания семян, наступление основных фенологических фаз (включая начало плодоношения), урожайность, структура урожая, а также товарные и биохимические характеристики плодов. В результате проведённых исследований показано, что обработка семян мелатонином оказывает положительное влияние на рост и развитие растений. Наблюдалось ускорение прорастания семян и более раннее вступление растений в фазу плодоношения по сравнению с контролем. Кроме того, применение мелатонина способствовало увеличению количества и размеров плодов, а также повышению доли товарной продукции. В зависимости от концентрации раствора и года исследования, прирост урожайности составил от 13,0 до 48,9%. Также было зафиксировано улучшение биохимических показателей плодов: повышение содержания сухого вещества и аскорбиновой кислоты, что свидетельствует об улучшении их питательной ценности. Полученные результаты могут быть использованы для разработки практических рекомендаций по увеличению продуктивности огурца и улучшения качества товарных плодов.

Ключевые слова: мелатонин, огурец, предпосевная обработка семян.

Для цитирования: Шаповал О.А., Мухина М.Т., Боровик Р.А. Влияние предпосевной обработки семян мелатонином на продуктивность огурца в условиях защищённого грунта. // Зерновое хозяйство России. 2026. Т.18. №1. С. 97-103. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-97-103



THE EFFECT OF PRE-SOWING SEED TREATMENT WITH MELATONIN ON CUCUMBER PRODUCTIVITY IN PROTECTED SOIL CONDITIONS

O.A. Shapoval, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher, shapoval.olga@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3375-527X;

M.T. Mukhina, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory for testing the elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides, mtmasm@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6210-592X;

R.A. Borovik, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for testing the elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides, to.roman@yahoo.com, ORCID ID: 0009-0004-5152-8021.

*FSBI All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov,
127434, Moscow, Pryanishnikov Str., 31-A, 8 (499) 976-37-50.*

The current paper has presented the results of the study aimed at a comprehensive assessment of the effect of pre-sowing treatment of cucumber seeds with a melatonin solution on productivity and quality of the resulting yield in protected soil conditions. The trials were conducted over three years (2021–2023) on the F₁ cucumber hybrid LeI. There have been studied four treatment options, such as control (no treatment) and seed soaking in melatonin solutions at concentrations of 0.001%, 0.01%, and 0.1%. There have been assessed such key agronomic and biochemical parameters as time of seed germination, a beginning of key phenological phases (including the beginning of fruiting),

productivity, yield structure, and commercial and biochemical characteristics of the fruits. The trials have shown that seed treatment with melatonin had a positive effect on plant growth and development. There was established an accelerated seed germination and earlier fruiting compared to the control. Furthermore, melatonin treatment has increased the number and size of fruits, as well as the proportion of marketable products. Depending on the solution concentration and the year of study, productivity increase ranged from 13.0% to 48.9%. There has been also found an improvement in the biochemical parameters of the fruits, such as increased content of dry matter and ascorbic acid, indicating improved nutritional value. The obtained results can be used to develop practical recommendations for increasing cucumber productivity and improving the quality of commercial fruits.

Keywords: melatonin, cucumber, pre-sowing seed treatment.

Введение. Мелатонин – это индольное соединение, которое известно прежде всего своей ролью в регуляции циркадных ритмов у животных, но его функции в растениях привлекают всё больше внимания учёных. В растительном организме мелатонин синтезируется в различных тканях и участвует в регуляции роста, развитии и формировании адаптивных механизмов в условиях стресса. Ряд исследований свидетельствует о том, что применение мелатонина способствует повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам – от засухи и солевого стресса до температурных колебаний – благодаря усилению антиоксидантной защиты клеток и стабилизации обменных процессов. Эти данные открывают широкие перспективы использования мелатонина в сельском хозяйстве как эффективного биостимулятора, способного улучшать качество и урожайность культур (Cai et al., 2025; Muhammad et al., 2024; Кузнецов и др., 2024).

Огурец (*Cucumis sativus* L.) занимает особое место в аграрном секторе и в рационе человека. Этот овощ ценится за вкусовые качества, высокое содержание витаминов и микроэлементов, а также используется как в свежем виде, так и для консервирования. Однако выращивание огурцов сопряжено с рядом трудностей и рисков. Растения чувствительны к неблагоприятным условиям окружающей среды, что может привести к снижению урожайности и ухудшению качества плодов. Физиологические и агротехнические стрессы, возникающие в процессе выращивания, требуют разработки новых методов защиты и оптимизации производственных процессов при выращивании огурца.

В условиях возрастающей нестабильности климата и интенсификации производственных процессов особенно актуальным становится поиск современных, технологичных и безопасных способов защиты растений от неблагоприятных факторов внешней среды с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Множество исследований на различных культурах, в том числе на огурце показывают, что обработка растений мелатонином позволяет защитить растения от стрессовых условий и повысить их продуктивность (Brenji et al., 2022; Zeng et al., 2022; Zhang et al., 2023). Использование мелатонина для обработки семян является наиболее оптимальным способом применения этого регулятора роста, поскольку при наименьших затратах времени и ресурсов достигается высокая эффективность от обработки. В связи с этим

технология предпосевной обработки семян огурца мелатонином имеет значительные перспективы в овощеводстве.

Цель настоящего исследования – комплексно оценить влияние предпосевной обработки семян огурца раствором мелатонина на урожайность данной культуры и качество полученного урожая в условиях защищённого грунта. Полученные результаты могут быть использованы для формирования рекомендаций к практическому применению мелатонина, направленных на повышение эффективности технологий выращивания огурцов.

Материалы и методы исследований.

Исследования применения мелатонина на семенах огурца проводили в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны, Московской области (удалён фрагмент) в течение трёх лет с 2021 по 2023 гг.

В качестве объекта исследования выбран гибрид F1 Лель. Гибрид партенокарпического типа для первого оборота зимних теплиц, раннеспелый, начало съёмной спелости на 56-58 сутки после полных всходов. Растение средне плетистое индетерминантное, женского типа цветения, в узле чаще всего формируется 2 плода. Плод массой 50-70 г, короткий – 10,0-13,0 см, крупнобугорчатый (бугорки частые), белоопушённый, с генетически закреплённым отсутствием горечи. Отличается хорошей завязываемостью плодов и выносливостью к перепадам температур и недостатку света. Назначение плодов: использование в свежем виде и консервирование.

Схема опыта включала четыре варианта:

1. Контроль. Предпосевная обработка семян дистиллированной водой. Фон NPK.

2. Предпосевная обработка семян, концентрация рабочего раствора – 0,001 % мелатонина. Фон NPK.

3. Предпосевная обработка семян, концентрация рабочего раствора – 0,01 % мелатонина. Фон NPK.

4. Предпосевная обработка семян, концентрация рабочего раствора – 0,1 % мелатонина. Фон NPK.

Площадь опытных делянок составляла 20 м², площадь учётных делянок – 10 м². Повторность в опыте – четырёхкратная.

В качестве субстрата использовался тепличный грунт с добавкой равной смеси низинного торфа и перегноя (2,0 т/м²). Субстрат слабокислый (рН = 6,4), содержание органического вещества – 5,2%, подвижного фосфора 184 мг/кг, калия – 108 мг/кг, азота – 12 мг/кг.

Обработку семян огурца проводили путём замачивания в дистиллированной воде или растворе мелатонина на 2 часа при температуре 25°C согласно схеме опыта. Растения огурца выращивания в защищённом грунте, агротехника возделывания огурца в теплице – общепринятая для центральных районов Нечернозёмной зоны России. Рассадку выращивали в рассадных отделениях, строго соблюдая фитосанитарный режим, обеспечивающий профилактику распространения болезней и вредителей. Перед посадкой было проведено фрезерование почвы на глубину 18-20 см и внесено комплексное минеральное удобрение азофоска в дозе N₆₀P₆₀K₉₀. Растения огурца высаживали в грунтовую необогреваемую плёночную теплицу в конце мая. Густота посадки в теплице 4 растения на 1 м². Для посадки отбирали хорошо развитую, здоровую рассадку. Растения имели 2-3 развитых листьев, в высоту достигали 20-25 см. Уход за растениями заключался в рыхлении почвы, поливе и удалению сорняков. Формирование растений огурца проводили в один стебель, удаляя пасынки. Растения подвязывали к шпалере.

Фенологические наблюдения, учёт урожая, описание морфологических признаков проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Учёт урожайности проводился 25 раз за вегетацию в каждый год исследования. Размеры и массу определяли у плодов 20-го сбора. Биохимические показатели определяли в плодах 9-го сбора в Испытательном отделе ФГБНУ ФНЦО согласно следующим методам: содержание сухого вещества (ГОСТ 31640-2012) содержание аскорбиновой кислоты (ГОСТ 24556-89), содержание нитратов (ГОСТ 29270-91).

Полученные данные были обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Фенология. Во время периода вегетации отмечали наступление следующих фаз развития растений огурца: массовые всходы, фаза 2-3 листьев, начало цветения, начало сбора плодов и начало усыхания листьев. Посев семян огурца проводили в конце апреля. Проводимые фенологические наблюдения за развитием растений показали, что во всех вариантах опыта наступление фаз проходило вовремя (табл. 1).

Таблица 1. Наступление фенологических фаз при выращивании гибрида огурца F1 Лель в условиях защищённого грунта

Table 1. Beginning of phenological phases during growing of the F₁ cucumber hybrid Lel in protected soil conditions

Вариант / Фаза	Посев	Массовые всходы	Фаза 2-3 листьев	Начало цветения	Начало сбора урожая	Начало усыхания листьев
Первый год исследования (2021 г.)						
Контроль	28.04.21	07.05.21	01.06.21	11.06.21	25.06.21	20.08.21
Мелатонин 0,001%	28.04.21	07.05.21	01.06.21	11.06.21	23.06.21	20.08.21
Мелатонин 0,01%	28.04.21	07.05.21	01.06.21	11.06.21	23.06.21	20.08.21
Мелатонин 0,1%	28.04.21	07.05.21	01.06.21	11.06.21	23.06.21	20.08.21
Второй год исследования (2022 г.)						
Контроль	27.04.22	03.05.22	01.06.22	11.06.22	27.06.22	20.08.22
Мелатонин 0,001%	27.04.22	03.05.22	01.06.22	11.06.22	25.06.22	20.08.22
Мелатонин 0,01%	27.04.22	03.05.22	01.06.22	11.06.22	25.06.22	20.08.22
Мелатонин 0,1%	27.04.22	02.05.22	01.06.22	11.06.22	23.06.22	20.08.22
Третий год исследования (2023 г.)						
Контроль	25.04.23	03.05.23	30.05.23	11.06.23	27.06.23	18.08.23
Мелатонин 0,001%	25.04.23	03.05.23	30.05.23	11.06.23	21.06.23	18.08.23
Мелатонин 0,01%	25.04.23	03.05.23	30.05.23	11.06.23	25.06.23	18.08.23
Мелатонин 0,1%	25.04.23	02.05.23	30.05.23	11.06.23	25.06.23	18.08.23

Вегетационный период огурца от посева до начала усыхания листьев во все годы исследований составил 114-115 дней. Применение мелатонина для обработки семян огурца оказало влияние на продолжительность межфазных периодов. Массовые всходы на большинстве вариантов наблюдались на 6-9 день после посева. На варианте с применением раствора мелатонина наибольшей концентрации (0,1%) во второй и третий год исследования всходы появились на день раньше. Начало сбора плодов началось на 56-

61 день после сева. В первый год исследования сбор урожая на опытных вариантах начался на 2 дня раньше, чем в контроле, во второй год исследования – на 2-4 дня раньше, а в третий год исследования на 2-6 дней.

Структура урожая и урожайность. Сбор урожая огурца начинался с 21 по 27 июня. Наступление массового плодоношения огурца отмечалось после 10-11 сбора. Из представленных данных (рис. 1) видно, что после начала массового

плодоношения к моменту 15-16 сбора заметна разница в урожайности между контрольным и опытными вариантами. На момент 15 сбора в первый год исследования совокупная урожайность огурца на опытных вариантах превышала контроль на 26,8-46,4%. Во второй год исследования прибавка к контролю в 15 сборе составила 24,8-34,2%, а на третий год соответственно – 15,6-29,6%.

К моменту окончания сбора урожая совокупная урожайность огурца составила 7,77; 8,74 и 9,89 кг/м² в первый, второй и третий год исследования

соответственно (табл. 2). На опытных вариантах прибавка к контролю в первый год исследования составила 24,8-48,9%. Во второй год исследования прибавка урожайности огурца на опытных вариантах отмечена на уровне 13,0-27,7%, а в третий год соответственно на уровне 19,1-23,4%. Математическая обработка показала наличие статистически значимых различий в урожайности между контрольным и опытными вариантами при уровне значимости 0,05. При этом существенных различий внутри опытных вариантов установить не удалось.

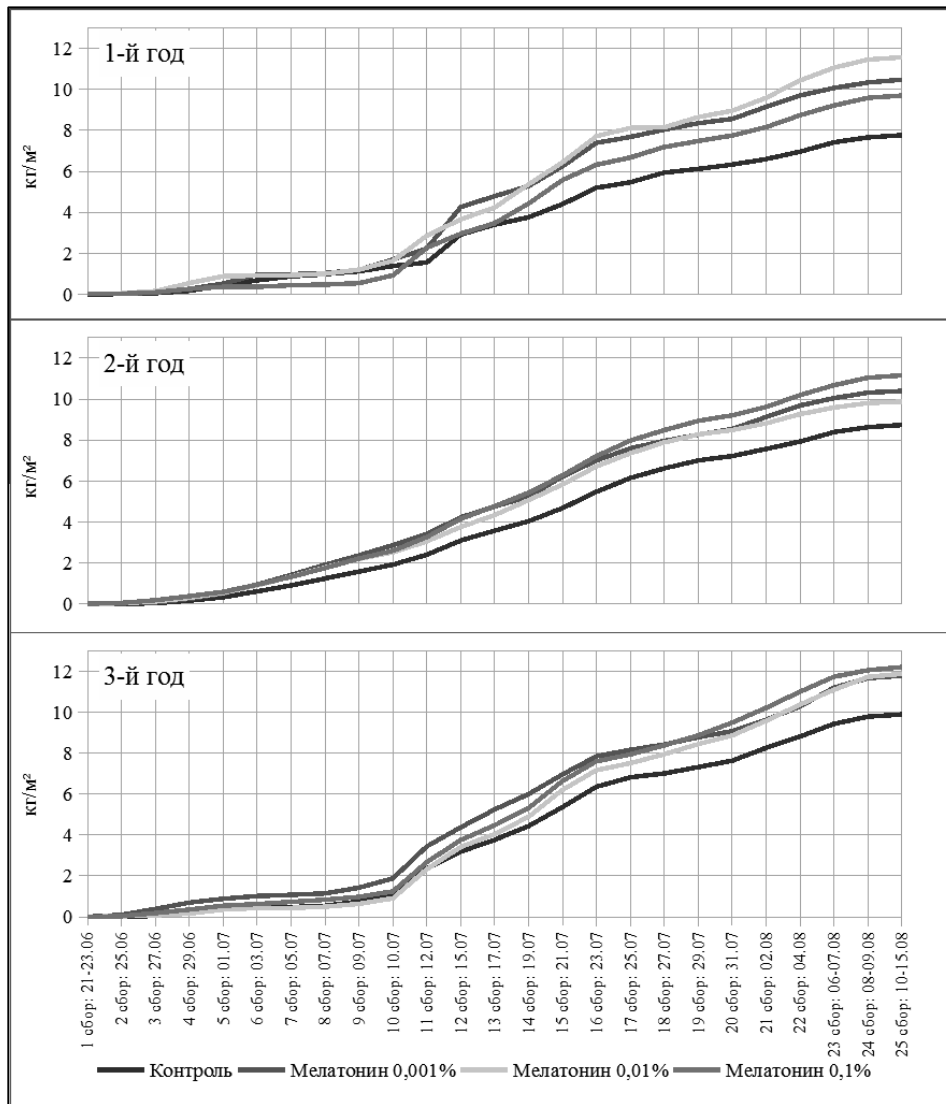


Рис. 1. Динамика сбора урожая огурца гибрида F1 Лель 2021-2023, кг/м².

Fig. 1. Yield dynamics of the F₁ cucumber hybrid Lel, 2021-2023, kg/m²

Таблица 2. Урожайность и структура урожая огурца гибрида F1 Лель 2021-2023.

Table 2. Productivity and yield structure of the F₁ cucumber hybrid Lel, 2021-2023

Вариант	Урожайность, кг/м ²	Прибавка к контролю, %	Товарность, %	Длина плода, см	Ширина плода, см	Масса плода, г	Кол-во плодов с учётной площади, шт./м ²
Первый год исследования (2021 г.)							
Контроль	7,77	–	83	11,5	2,0	55,2	140,6
Мелатонин 0,001%	10,48	34,9	85	12,3	2,5	57,7	181,5
Мелатонин 0,01%	11,57	48,9	86	12,4	2,5	57,4	201,4
Мелатонин 0,1%	9,7	24,8	86	12,8	2,6	58,9	164,8
HCP ₀₅	1,89	–	–	0,7	0,4	2,0	21,1
Второй год исследования (2022 г.)							
Контроль	8,74	–	84	11,8	2,2	55,9	156,3
Мелатонин 0,001%	10,4	19,0	85	12,5	2,6	57,4	181,2
Мелатонин 0,01%	9,88	13,0	85	12,2	2,3	57,6	171,6
Мелатонин 0,1%	11,16	27,7	87	12,8	2,7	59,2	188,5
HCP ₀₅	1,41	–	–	0,4	0,3	1,6	11,2
Третий год исследования (2023 г.)							
Контроль	9,89	–	85	12,1	2,1	56,1	176,2
Мелатонин 0,001%	11,78	19,1	87	12,6	2,4	58,1	202,5
Мелатонин 0,01%	11,87	20,0	88	12,5	2,7	57,8	205,4
Мелатонин 0,1%	12,2	23,4	88	13,0	2,6	58,6	208,4
HCP ₀₅	0,67	–	–	0,4	0,4	1,9	24,5

Наибольшая прибавка урожайности огурца в первый год исследования отмечена на варианте с применением раствора мелатонина в концентрации 0,01% (+3,8 кг/м²). Во второй год наилучшим вариантом оказался тот, где применялся 0,1% раствор мелатонина (+2,42 кг/м²). В третий год наилучшим снова оказался вариант с применением 0,1% раствора мелатонина (+2,31 кг/м²). Таким образом, в исследуемом диапазоне концентраций влияние дозировки мелатонина на общую урожайность огурца выражено слабо.

Применение раствором мелатонина для обработки семян огурца позволило получить больше товарных плодов. Товарности плодов в контроле на уровне 83-85% на опытных вариантах удалось получить товарность на уровне 85-88%.

Обработка семян мелатонином оказала аналогичное влияние на размеры, массу и количество плодов огурца. Во все годы исследований у растений на опытных вариантах созревали более крупные и массивные плоды. Плоды на фоне обработки мелатонином были на 0,4-1,3 см длиннее, на 0,1-0,6 см шире и на 1,5-3,7 г тяжелее, чем в контроле, а их количество на квадратный метр было выше в среднем на 15,3-60,8 шт. Результаты дисперсионного анализа

показали, что опытные варианты существенно отличались от контроля при уровне значимости 0,05 во все годы исследований.

Качество урожая. Применение мелатонина для обработки семян огурца гибрида F1 Лель привело к улучшению биохимических показателей плодов (табл. 3). Во все три года исследований в плодах растений на опытных вариантах отмечено возрастание доли сухого вещества на 0,1-0,32% и аскорбиновой кислоты на 0,02-0,64 мг/100 г по сравнению с плодами у растений в контроле. Наилучшим вариантом по качеству урожая в первый год исследования оказался вариант с обработкой семян 0,001% раствором мелатонина, а во второй и третий год вариант с применением 0,1% раствора. Содержание нитратов в плодах также увеличилось на опытных вариантах в сравнении с контролем, однако общее их содержание нигде не превышало предельно допустимой концентрации (ПДК – 400 мг/кг.) Таким образом, применение мелатонина для обработки семян позволило повысить качество урожая огурца гибрида F1 Лель и получить безопасную продукцию. При этом влияние дозировки оказалось незначительным в пределах изученного диапазона концентраций.

Таблица 3. Биохимический состав гибрида F1 Лель, 2021-2023.

Table 3. Biochemical composition of the F₁ hybrid Lel, 2021-2023.

Вариант	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
Первый год исследования (2021 г.)			
Контроль	3,93	3,28	153
Мелатонин 0,001%	4,08	3,92	169
Мелатонин 0,01%	4,02	3,84	162
Мелатонин 0,1%	4,01	3,33	157
Второй год исследования (2022 г.)			
Контроль	4,11	3,73	163
Мелатонин 0,001%	4,28	3,92	195
Мелатонин 0,01%	4,12	4,02	184
Мелатонин 0,1%	4,33	4,15	178
Третий год исследования (2023 г.)			
Контроль	3,92	3,31	145
Мелатонин 0,001%	4,11	3,49	178
Мелатонин 0,01%	3,96	3,33	163
Мелатонин 0,1%	4,24	3,79	179

Выводы. Результаты проведённого многолетнего опыта демонстрируют, что предпосевная обработка семян раствором мелатонина оказывает положительное влияние на продуктивность растений огурца и на качество урожая.

Обработка семян мелатонином способствовала ускорению появления всходов и начала плодоношения, что свидетельствует о способности мелатонина стимулировать ростовые процессы и уменьшать длину межфазных периодов.

Во все годы исследований (2021–2023 гг.) растения на опытных вариантах демонстрировали статистически значимое увеличение урожайности по сравнению с контрольной группой растений. Увеличение урожая происходило за счёт роста количества плодов на квадратный метр и их массы.

Предпосевная обработка семян мелатонином привела к улучшению биохимических показателей огурцов. В плодах растений на опытных вариантах зафиксировано повышение содержания сухого вещества и аскорбиновой кислоты, а также наблюдалось увеличение товарности, что положительно сказывается на качестве конечного продукта.

Таким образом, полученные результаты могут лечь в основу разработки практических рекомендаций по увеличению урожайности огурца и качества плодов.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания FGWR-2024-0002.

Библиографический список

- Кузнецов В.В., Бычков И.А., Кудрякова Н.В. Фитомелатонин как элемент гормональной системы растений: 4 // Физиология Растений. 2024. Т. 71, № 4. С. 377–397. DOI: 10.31857/S0015330324040012
- Brengi S.H., Khedr A.A.E.M., Abouelsaad I.A. Effect of melatonin or cobalt on growth, yield and physiological responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants under salt stress // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Elsevier, 2022. Vol. 21, № 1. P. 51–60. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.06.012
- Cai H., Li J., Li J. Melatonin—Angel of plant growth regulation and protection // Advanced Agrochem. Elsevier, 2025. P. 100–109. DOI: 10.1016/j.aac.2025.01.001
- Muhammad I., Ahmad S., Shen W. Melatonin-Mediated Molecular Responses in Plants: Enhancing Stress Tolerance and Mitigating Environmental Challenges in Cereal Crop Production: 8 // International Journal of Molecular Sciences. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2024. Vol. 25, № 8. P. 4551. DOI: 10.3390/ijms25084551
- Zeng W. et al. Melatonin-Mediated Abiotic Stress Tolerance in Plants // Front. Plant Sci. Frontiers, 2022. Vol. 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.847175
- Zhang H. et al. Melatonin Promotes Seed Germination via Regulation of ABA Signaling Under Low Temperature Stress in Cucumber // J Plant Growth Regul. 2023. Vol. 42, № 4. P. 2232–2245. DOI: 10.1007/s00344-022-10698-y

References

1. Kuznetsov V.V., Bychkov I.A., Kudryakova N.V. Fitomelatonin kak element gormonal'noi sistemy rastenii [Phytomelatonin as an element of the plant hormonal system]: 4 // *Fiziologiya Rastenii*. 2024. Vol. 71, № 4. S. 377–397. DOI: 10.31857/S0015330324040012
2. Brengi S.H., Khedr A.A.E.M., Abouelsaad I.A. Effect of melatonin or cobalt on growth, yield and physiological responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants under salt stress // *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Elsevier, 2022. Vol. 21, № 1. P. 51–60. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.06.012
3. Cai H., Li J., Li J. Melatonin—Angel of plant growth regulation and protection // *Advanced Agrochem*. Elsevier, 2025. P. 100–109. DOI: 10.1016/j.aac.2025.01.001
4. Muhammad I., Ahmad S., Shen W. Melatonin-Mediated Molecular Responses in Plants: Enhancing Stress Tolerance and Mitigating Environmental Challenges in Cereal Crop Production: 8 // *International Journal of Molecular Sciences*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2024. Vol. 25, № 8. P. 4551. DOI: 10.3390/ijms25084551
5. Zeng W. et al. Melatonin-Mediated Abiotic Stress Tolerance in Plants // *Front. Plant Sci*. Frontiers, 2022. Vol. 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.847175
6. Zhang H. et al. Melatonin Promotes Seed Germination via Regulation of ABA Signaling Under Low Temperature Stress in Cucumber // *J Plant Growth Regul*. 2023. Vol. 42, № 4. P. 2232–2245. DOI: 10.1007/s00344-022-10698-y

Поступила: 03.04.25; доработана после рецензирования: 29.08.25; принята к публикации: 12.09.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шаповал О.А. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных, подготовка рукописи; Мухина М.Т. – концептуализация и проектирование исследования, подготовка рукописи; Боровик Р.А. – концептуализация и проектирование исследования, выполнение лабораторных опытов, сбор и анализ данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.