

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра генетики

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА
РАСТЕНИЯ**

Автореферат бакалаврской работы
студентки 4 курса 422 группы
направления 06.03.01 Биология
биологического факультета
Кузнецовой Александры Геннадьевны

Научный руководитель
доцент кафедры генетики, к.б.н



Ю.А. Беляченко

Заведующий кафедрой генетики,
д.б.н., доцент



О.И. Юдакова

Саратов 2019

Введение. Магнитные поля (МП) представляют собой составляющую электромагнитных полей (ЭМП) – особой формы материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Проблема воздействия электромагнитных полей на различные биологические системы представляет собой одно из активно развивающихся научных направлений. Интерес к данному вопросу, обусловлен, прежде всего, тем, что к электромагнитному воздействию чувствительны биологические системы с различным уровнем организации: от микроорганизмов до растений и животных, включая человека.

В связи с этим, проведение всесторонних исследований действия ЭМП на биообъекты в целом, и, в частности, на растения, поиск закономерностей проявления магнитобиологических эффектов, возможностей прогнозирования их направленности и величины представляется актуальной в настоящее время задачей.

Целью нашей работы являлось определение характера и закономерностей влияния низкочастотного электромагнитного поля на деление меристематических клеток и рост проростков растений. В ходе исследования нами решались следующие задачи:

1. Изучение влияния воздействия электромагнитного поля на прорастание семян и рост проростков лука-поррея (*Allium porrum* L.) сорта «Летний бриз», петрушки обыкновенной листовой (*Petroselinum crispum* (Mill.)), укропа (*Anethum graveolens* L.) сорта «Грибовский» и шпината (*Spinacia oleracea* L.) сорта «Матадор».

2. Исследование воздействия электромагнитного поля на митотическую активность и относительную продолжительность стадий митоза в апикальных корневых меристемах лука (*Allium cepa* L.) сорта Штудгартен Ризен.

3. Оценка частоты хромосомных aberrаций и аномалий веретена деления в клетках апикальных корневых меристем анафазным методом при

проведении *Allium*-теста.

Структура и объем работы. Работа изложена на 58 страницах машинописного текста и включает 7 разделов: обозначения и сокращения, введение, обзор литературы, экспериментальную часть, заключение, выводы, список использованных источников, содержащий 60 наименований.

Основное содержание работы. Первая серия экспериментов была направлена на изучение влияния МП на всхожесть и прорастание семян различных растений. В качестве объектов исследования использовались петрушка обыкновенная листовая (*Petroselinum crispum* (Mill.)), шпинат «Матадор» (*Spinacia oleracea* L.), лук-порей «Летний бриз» (*Allium porrum* L.), укроп «Грибовский» (*Anethum graveolens* L.).

Перед проведением эксперимента семена выдерживались в 1-3% растворе перманганата калия в течение 30 мин, затем замачивались на 18 ч. После замачивания семян на опытные группы растений оказывалось воздействие МП с частотой 8 Гц в течение 1 ч. Семена контрольных групп содержались в аналогичных условиях, но не подвергались воздействию МП. Через 24 ч семена опытных и контрольных групп высаживались в почву по 100 семян в одинаковые пластиковые квадратные контейнеры размером 30х30х10 см с соблюдением равномерного расположения семян.

Наблюдения за динамикой изменения количества проростков продолжались до того момента, пока эта динамика была положительной. Этот период составил около 14 дней для петрушки и 7-9 дней для остальных объектов, начиная с момента появления первых проростков. В экспериментах со шпинатом (рис. 1, а), укропом (рис. 1, б), луком (рис. 1, в) тенденция к увеличению количества проростков отмечалась до 10-14 дня эксперимента (начиная с момента посадки). Увеличение количества проростков петрушки происходило до 20 дня эксперимента. Первые проростки шпината начали появляться на третий день эксперимента, одновременно в опыте и контроле.

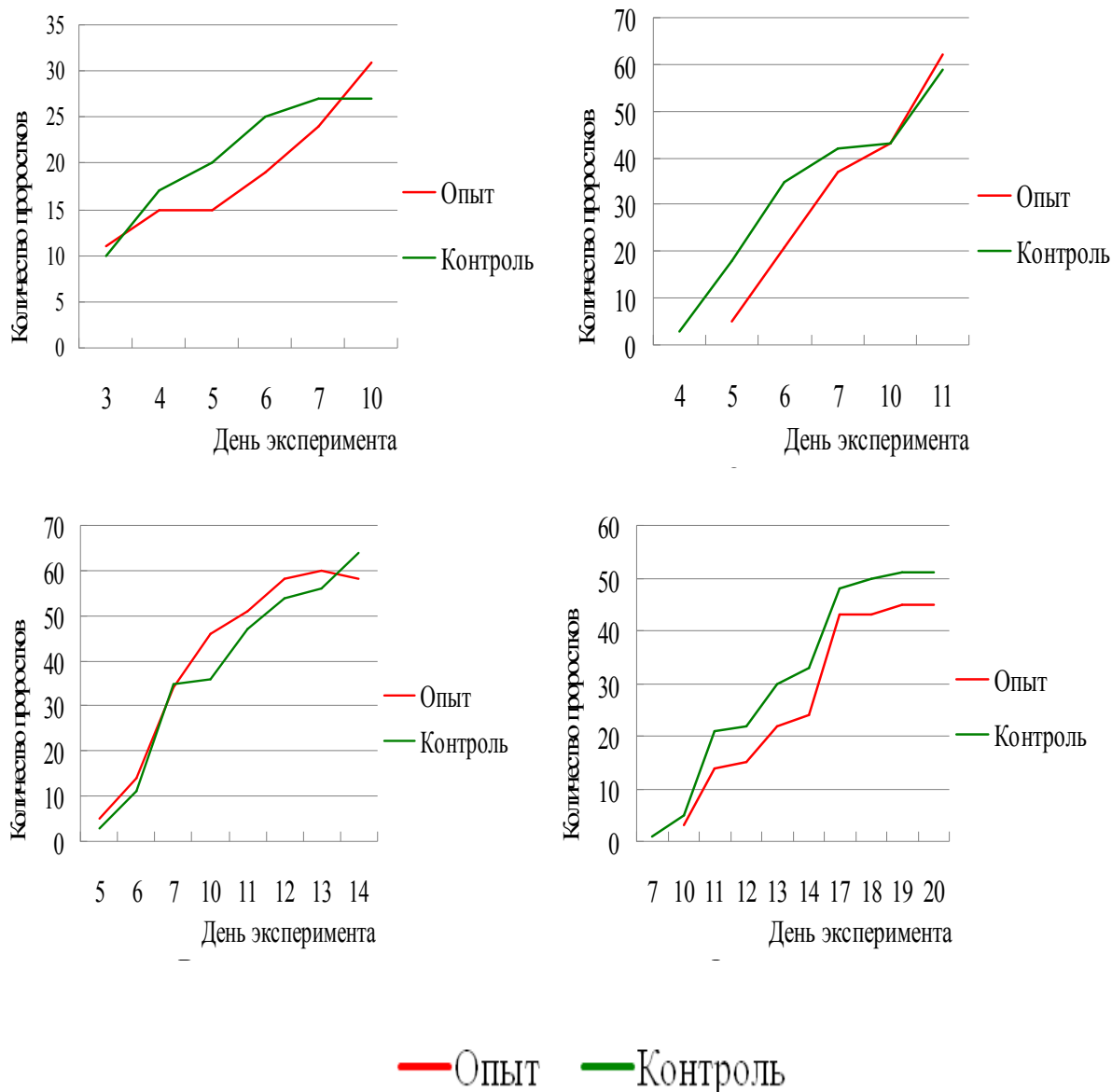


Рисунок 1 – Количество проростков в опыте (при воздействии на замоченные семена МП с частотой 8 Гц в течение 1 ч) и контроле: а – шпинат; б – укроп; в – лук; г – петрушка

Также одновременным было появление проростков лука (на пятый день эксперимента). У укропа и петрушки появление первых проростков было раньше отмечено в контрольной группе растений (на четвертый и седьмой день соответственно). Первые проростки опытных растений начали появляться позже – на пятый день у укропа и на десятый день у петрушки.

Статистическая обработка данных по методу однофакторного дисперсионного анализа не выявила достоверных различий между опытными

и контрольными группами растений по количеству проростков.

Как показывает графический метод сравнения средних значений данного параметра, различия между опытными и контрольными группами недостоверны для всех исследуемых объектов.

Для сравнения динамики роста растений на начальных этапах развития после появления всходов использовались данные об изменении средних значений длины побега в анализируемых выборках на протяжении 15-17 дней эксперимента. Эксперимент был завершён на этом этапе, поскольку условия выращивания растений не позволяли довести их до генеративного состояния, что представляется важной задачей для дальнейших исследований.

В исследованиях влияния МП на рост растений укропа (рис. 2, б) и лука (рис. 2, в) в разные дни эксперимента отмечалось превышение средней длины побега опытных растений над контрольными, а также обратное соотношение средних значений длины проростков. Для петрушки (рис. 2, г) было характерно превышение средней длины проростков в контроле над растениями опытной группы. В эксперименте со шпинатом (рис. 2, а) на протяжении 15 дней исследования группа растений, подвергнутых воздействию МП, превышала контрольную группу растений по средним показателям высоты растений.

Сравнение средних значений длины побега проростков опытных и контрольных групп растений методом однофакторного дисперсионного анализа выявило достоверные различия по этому признаку у шпината ($F = 47,5$; $p \ll 0,0001$) за весь период сравнения. Достоверные различия по средней длине побега также были отмечены при сравнении опытной и контрольной групп растений у проростков лука, начиная с седьмого дня эксперимента ($F = 7,5$; $p = 0,017$).

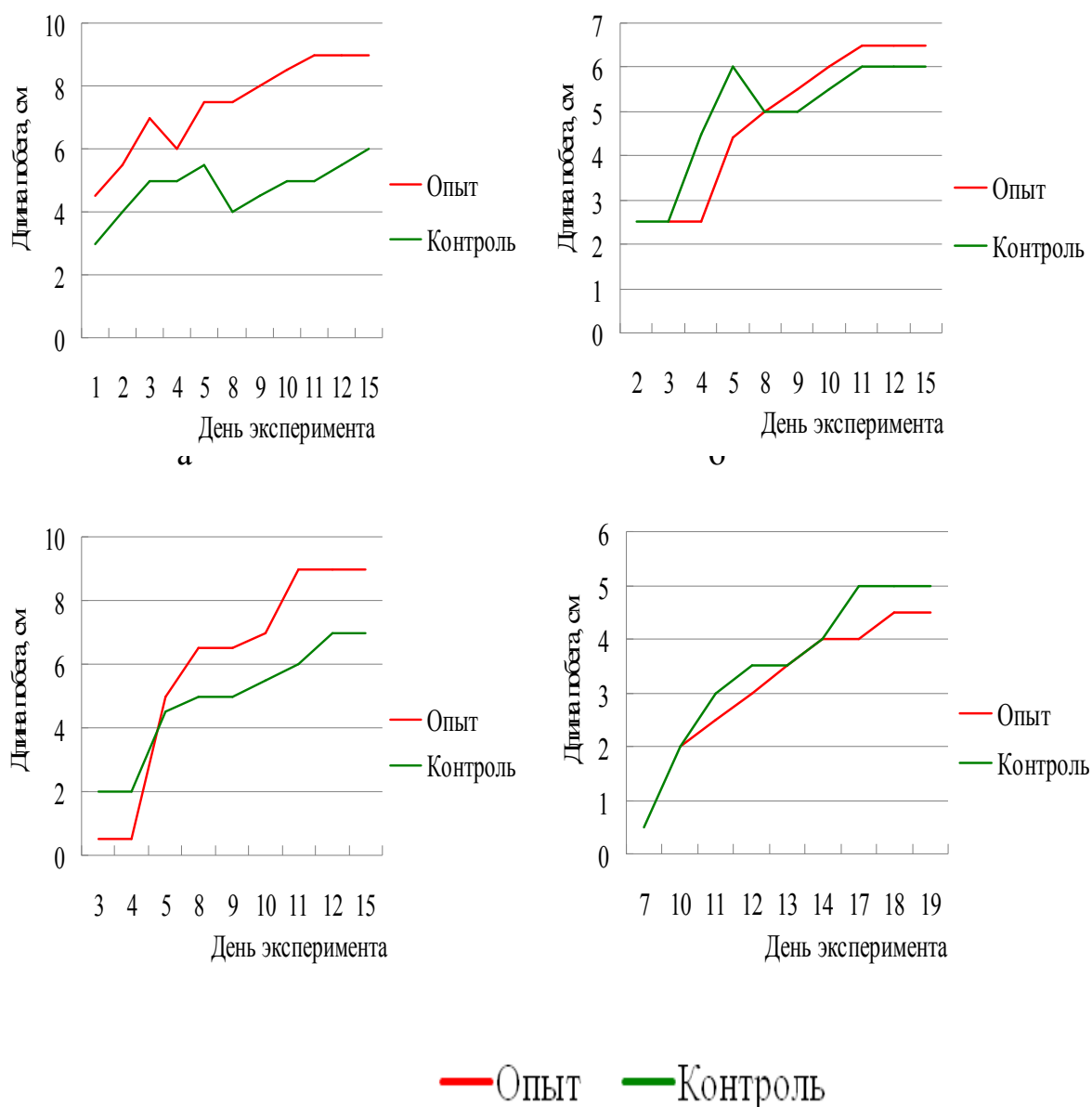


Рисунок 2 – Средняя длина побега проростков в опыте (при воздействии на замоченные семена МП с частотой 8 Гц в течение 1 ч) и контроле: а – шпинат; б – укроп; в – лук; г – петрушка

Относительное превышение средних значений длины побега у опытных растений по сравнению с растениями контрольной группы представлено на рисунке 3.

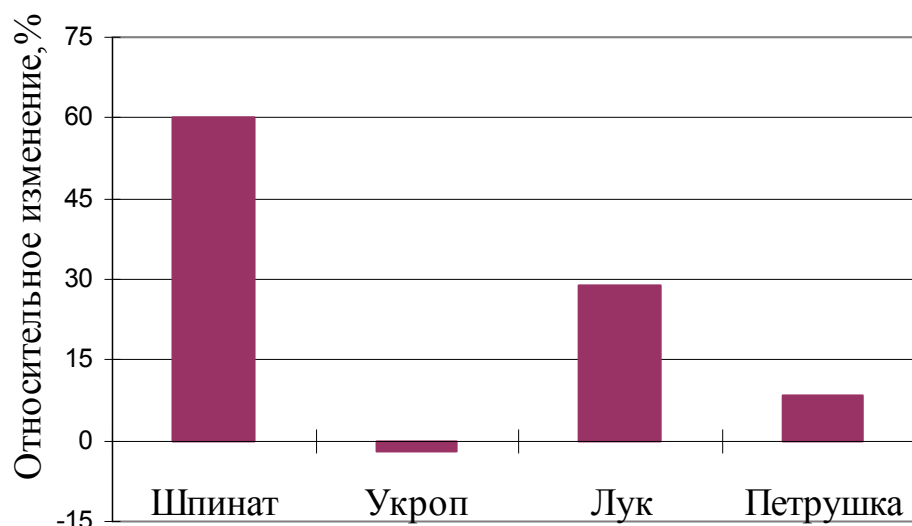


Рисунок 3 – Относительное изменение средних значений длины побега проростков в опыте (при воздействии на замоченные семена МП с частотой 8 Гц в течение 1 ч) по сравнению с контролем

Таким образом, предпосевное воздействие на замоченные семена МП с частотой 8 Гц в течение 1 ч приводит к увеличению средней длины проростков шпината (на 60%) и лука (на 29%) по сравнению с контролем.

Во второй серии экспериментов было проведено сравнение опытной и контрольной групп растений лука сорта Штудгартер Ризен по следующим показателям:

- митотическая активность апикальной корневой меристемы;
- относительные продолжительности всех стадий деления;
- частота хромосомных aberrаций и аномалий веретена деления, выявляемых на стадии анафазы.

Данный сорт лука применяется в качестве стандартного при проведении *Allium*-теста, в рамках которого проводится оценка мутагенного эффекта при воздействии различных неблагоприятных факторов внешней среды. Данный тест в настоящее время является весьма популярным вследствие своей простоты, чувствительности, наличием детально разработанной системы методических указаний, необходимых для его

постановки и проведения, а также общепризнанному мнению, что его результаты можно успешно экстраполировать на животных и человека.

Растения опытной группы подвергались воздействию МП с частотой 6 Гц в течение 1 ч. Средние значения МИ для растений опытной и контрольной групп оказались сходными и составили 3%. Однако дисперсионный анализ выявил неоднородность по рассматриваемому признаку внутри групп сравнения. При этом достоверные различия отмечались не только при сравнении МИ меристем корней разных растений, но и при сравнении данного показателя для разных корней одного растения. В контрольной группе были выявлены меристемы со средними значениями МИ равными 1, 3, 4 и 5%. Среди опытной группы встречались меристемы со средними значениями того же показателя, равными 2, 3, 4 и 7% (рис. 4).

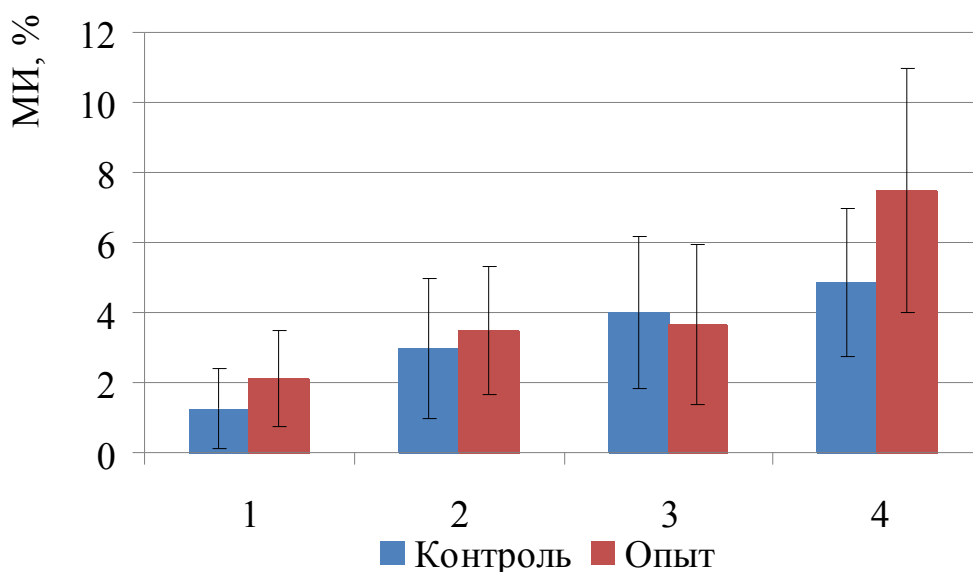


Рисунок 4 – Средние значения МИ апикальных корневых меристем проростков лука сорта Штудгартер Ризен в опыте (при воздействии МП 6 Гц 1 ч) и контроле при сравнении разных выборок (1-4 – различные случаи сравнения)

При этом даже в пределах указанных групп сравнения значения МИ, определяемые по полям зрения, варьировали достаточно сильно. Так,

коэффициенты вариации в контрольных вариантах 1-4 составили 93, 67, 54 и 44%, а в опытных – 66, 52, 63 и 46% соответственно. Приведенные здесь значения коэффициентов вариации позволяют все исследуемые выборки условно отнести к высоковариабельным.

При таких значительных различиях значений МИ в составе выборок целесообразно проведение статистической обработки данных, основанное не на сопоставлении средних значений, а посредством сравнения рядов значений данного параметра в опытных и контрольных группах. Большое число значений в группах сравнения и соответствие их закону нормального распределения позволяют для проведения статистической обработки использовать как непараметрические, так и параметрические критерии.

Два варианта статистической обработки данных (дисперсионный анализ и t-тест для независимых выборок) свидетельствуют об отсутствии достоверных различий между опытными и контрольными группами сравнения со средними значениями МИ, равными 3-4%. Однако, сравнение этими методами групп с крайними значениями МИ позволяют говорить о наличии достоверных различий между опытом и контролем. Так, в первой группе сравнения отмечено достоверное повышение МА ($F = 14,5$; $p = 0,0002$ или $t = -3,8$ при том же уровне значимости). Для последней группы сравнения справедлив аналогичный вывод ($F = 13,3$; $p = 0,0005$ или $t = -3,6$; $p = 0,009$).

Другим важным параметром для сравнения является соотношение различных стадий митоза. Для оценки возможного влияния МП на данный параметр использованы ОП стадий митоза.

У растений опытной группы отмечено увеличение ОП сравнению с контролем. ОП анафаз в опыте и контроле сходны. ОП телофаз в контрольной группе превышает данный показатель у опытных растений почти в два раза. Однако, применяемые в нашей работе методы статистической обработки свидетельствуют о недостоверности различий между опытной и контрольной группой по данному параметру.

На препаратах меристем лука с применением анафазного метода проводился учет хромосомных aberrаций и аномалий веретена деления.

На рисунке 5 отражены числовые характеристики спектра нарушений в меристемах опытных и контрольных растений. Из аномалий веретена деления в меристемах лука наиболее часто встречались одиночные опережающие хромосомы, их частота в контроле составляла 3,35%, в опыте – 8,25%. При этом отмечается повышение частоты данной аномалии в опыте по сравнению с контролем в 2,5 раза. Частота возникновения двойных опережающих хромосом составила 0,71% в контроле и 0,86% в опыте.

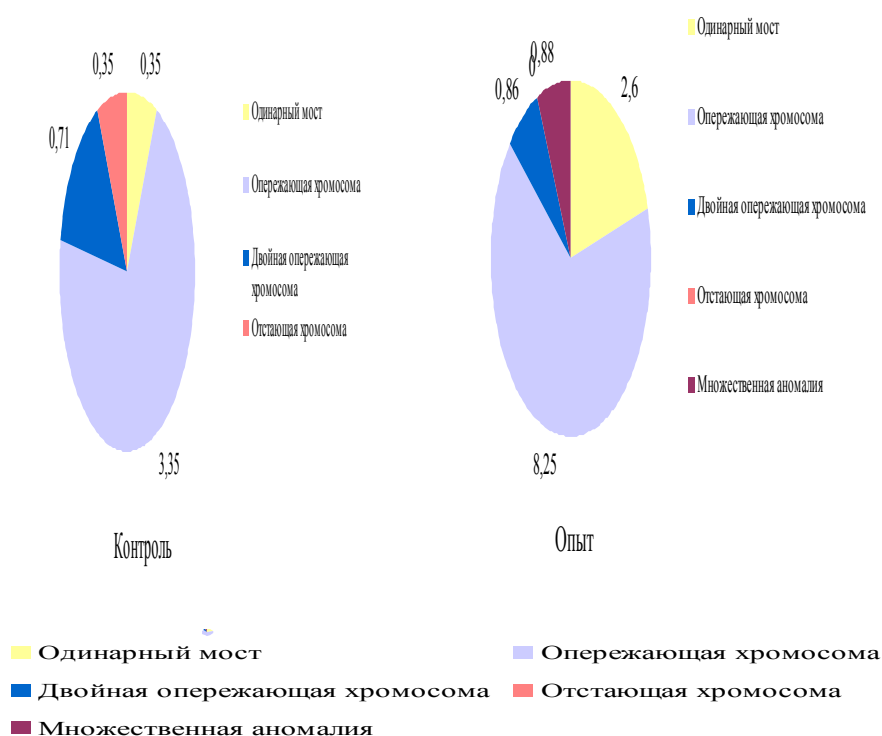


Рисунок 5 – Процент хромосомных aberrаций и нарушений веретена деления в апикальных корневых меристемах лука сорта Штудгартер Ризен при воздействии на луковичи МП с частотой 6 Гц в течение 1 ч в опыте и в контроле

В контрольной группе растений была отмечена еще одна аномалия веретена деления – в виде отстающей хромосомы. Частота данной аномалии

составила 0,35%. В опыте отставаний хромосом зарегистрировано не было.

Хромосомные aberrации были представлены в наших исследованиях единственным типом – возникновением одинарных мостов. Контрольный уровень хромосомных aberrаций составил 0,35%. В меристемах опытной группы растений данный тип аномалий встречался чаще, с частотой 2,6%, что представляет собой превышение контрольного показателя в 7,4 раза. Также в опыте была отмечена множественная аномалия в виде моста и опережающей хромосомы, частота данного типа отклонений составила 0,88%.

Таким образом, можно заключить, что суммарная частота аномалий веретена деления в контроле составила 4,41% при частоте хромосомных aberrаций (мостов), равной 0,35%. В опыте аномалии веретена деления отмечались в 9,11% клеток на стадии анафазы, т.е. их суммарное количество возросло практически в 2 раза. Частота возникновения мостов в меристемах растений контрольной группы возросла более чем в 7 раз относительно контрольного показателя и составила 2,6%. Одновременное появление моста и опережающей хромосомы с частотой 0,88% было характерно только для растений опытной группы.

Выводы:

1. Воздействие магнитного поля с частотой 8 Гц и индукцией 25 мТл в течение 1 ч на замоченные семена петрушки обыкновенной листовой, шпината «Матадор», лука-порей «Летний бриз», укропа «Грибовский» не оказывает влияния на динамику появления проростков исследуемых объектов.

2. Отмечено достоверное повышение длины побега проростков шпината и лука на протяжении 15 дней с момента посадки семян в грунт условиях лаборатории.

2. При воздействии магнитного поля с частотой 6 Гц в течение 1 ч на луковицы лука сорта Штудгартер Ризен у некоторых растений может наблюдаться достоверное повышение уровня митотической активности апикальных корневых меристем. Отмечающееся при этом варьирование значений митотического индекса в меристемах разных корней одного растения затрудняет выявление подобного эффекта при анализе всей выборки в целом.

3. В проведенном исследовании влияния магнитного поля на относительную продолжительность различных стадий митоза не обнаружено достоверных изменений данного параметра у опытных растений по сравнению с контрольными.

4. Воздействие магнитного поля с частотой 6 Гц в течение 1 ч на луковицы лука сорта Штудгартер Ризен может приводить к повышению частоты возникновения хромосомных aberrаций в виде мостов и аномалий веретена деления в форме появления опережающих хромосом.

