

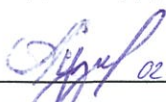


## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель:  
заместитель директора,  
руководитель селекционно-  
семеноводческого центра, д с.-х.н

  
02.12.24 А. В. Солонкин  
(подпись, дата)

Исполнитель:  
младший научный сотрудник

  
02.12.24 А. Ю. Гузенко  
(подпись, дата)

### **1. Основание выдачи технического задания:**

Необходимость комплексного исследования эффективности применения аппарата электромагнитного воздействия «ТОР» производства АО «Концерн ГРАНИТ» в сельскохозяйственном производстве Волгоградской области.

### **2. Цель работы:**

Установление биологической эффективности применения аппарата электромагнитного воздействия «ТОР» для повышения продуктивности и качества урожая зерновых культур.

### **3. Основные задачи работ и методы выполнения:**

3.1. Выявление агрономической эффективности и экологической безопасности применения аппарата электромагнитного воздействия «ТОР» в полевых условиях на посевах озимой пшеницы и ярового ячменя.

3.2. Провести исследования по влиянию аппарата электромагнитного воздействия «ТОР» при разных схемах обработки почвы и семян озимой пшеницы и ярового ячменя.

3.3. Выявить агроэкологическую эффективность аппарата электромагнитного воздействия «ТОР» при формировании качества семян озимой пшеницы и ярового ячменя.

3.4. Схема полевого опыта: поле разделяется на два варианта - контрольный и опытный.

Опыт 1. Постановка прибора на хранение зерна на промежуток времени 45 календарных дней;

Опыт 2: Обработка сортов озимой пшеницы в поле после посева, экспозиция 15 минут;

Опыт 3: Обработка ярового ячменя сорт «Медикум 139» перед посевом. Облучение проводилось в ранние часы суток – с 6:00 до 9:00 по Московскому времени длительностью 15 минут. Посев проведен через 5-7 суток после обработки.

Методика: обработка аппаратом «ТОР» проводится в ручном режиме, путем установки аппарата «ТОР» на штативе.

## Результаты наблюдений опыта за 2024 год

### *Опыт 1.*

Введение: известно, что магнитная обработка семян оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур [Савченко В.В. «Установка для магнитной обработки семян сельскохозяйственных культур» Вестник ВИЭСХ 2013, №4 (13), С. 12-14].

Известен способ обработки семян воздействием электромагнитного поля, которое вызывает в них ускорение ряда биохимических процессов. Так, например, воздействие электромагнитным полем в диапазоне частот 3-30 Гц позволяет увеличить всхожесть, энергию прорастания семян и добиться повышения урожайности растений [см. патент РФ 2179792 С1, А01С 1/00 (2000.01), патент РФ 2134944 С1, А01С 1/00 (1995.01)].

Известен способ объемного электромагнитного облучения сельскохозяйственной продукции, в котором формируют поток облучаемого материала с помощью облучателей, пространственно расположенных в соответствии с конфигурацией поверхности поглощающей среды, а дозу облучения обеспечивают временем нахождения материала в зоне облучения с последующим послойным удалением облученной среды [Патент РФ 2073527 С1, А61L 2/08 (1995.01)].

Недостатками известного способа и устройства является то, что в случае магнитной обработки свежее обмолоченных семян снижается качество их обработки вследствие неравномерности омагничивания зерновой массы. Неравномерность обработки зависит от недогрузки, либо перегрузки молотильно-сепарирующих устройств уборочной машины, от вида убираемой культуры, варьирования ее урожайности и влажности.

Известно, что состояние зерна при хранении - так называемая стойкость, его качество и возможность использования по назначению в значительной степени зависят от условий и времени облучения, в которых оно находилось сразу после обмолота и уборки урожая. В период уборки

урожая зерна необходим мягкий режим обмолота с влажностью зерна не выше 20%. Пункты приема и обработки зернового вороха, как правило, располагаются на значительном расстоянии от полей, затраты времени на транспортировку и ожидания на разгрузку вызывают необходимость дополнительной обработки семян облучением. Необходимо учитывать, что свежееубранное зерно менее устойчиво при хранении, чем прошедшее послеуборочное дозревание. Его несвоевременная обработка приводит к повышенным потерям из-за значительно возрастающего протекания физиологических процессов (увлажнение, самосогревание, развитие микроорганизмов и т.п.), в результате возникает необходимость в дополнительных затратах энергии на доведение зерна до кондиционного состояния. В этом плане необходимыми являются дополнительное облучение и последующая обработка с целью снижения влажности зернового вороха [Савченко В.В. «Установка для магнитной обработки семян сельскохозяйственных культур» Вестник ВИЭСХ 2013, №4 (13), С. 12-14].

В нашем исследовании мы постарались выяснить влияние определенной электромагнитной волны с заданной частотой обработки аппаратом «ТОР» на одном из складов ОПХ «Камышинское» Волгоградской области. Опыт основан на ранних исследованиях (выше) и практических мероприятиях по данной тематике исследования.

Ранее выявлено, что при хранении семена подвергаются процессам старения, что снижает их жизнеспособность и вызывает ухудшение всхожести. Физиологическое ухудшение качества семян во время хранения тесно связано с прорастанием и последующим урожаем зерна.

Продолжительность хранения семян зависит от внутренних (наследственных, морфологических, физиологических) и внешних (зараженность патогенами, условия хранения) факторов.

Понижение жизнеспособности семян в ходе хранения часто связано с разрушением белков и углеводов. При оптимальных условиях хранения

содержание этих веществ в семенах изменяется незначительно. При длительном хранении в семенах снижается содержание белка.

Ценность зерна определяется количеством и качеством клейковины. В литературе нет однозначных сведений об изменении количества клейковины и ее свойств в процессе хранения зерна.

*Целью* проведенной работы было выявление изменения содержания протеина, клейковины в зерне мягкой озимой пшеницы сорта Камышанка 4, в процессе хранения без обработки, и после обработки аппаратом «ТОР».

*Условия проведения:* данное исследование проводилось в Волгоградской области, Камышинский район, поселок Госселекстанция – ОПХ «Камышинское». Для обработки семян ярового ячменя использовался аппарат «ТОР». Обработка семян мягкой озимой пшеницы сорта Камышанка 4 произведена в соответствии с требованиями методики применения аппарата «ТОР».

Длительность наблюдения при хранении 45 календарных дней. Предварительно был сделан контрольный замер показателей белка и клейковины зерна. Обработка зерна аппаратом «ТОР» проводилась согласно методике АО «Концерн ГРАНИТ». Изначально 30 июля были взяты образцы на химический состав (качественный анализ зерна) с двух точек хранения зерна на складе («А» и «Б»). Затем прибор был установлен между двумя объектами исследования так, чтобы точка «Б» не была подвержена электромагнитной обработкой. Соблюдены нормы расположения прибора 70-75 градусов излучения на временной промежуток 45 дней (рисунок 1).



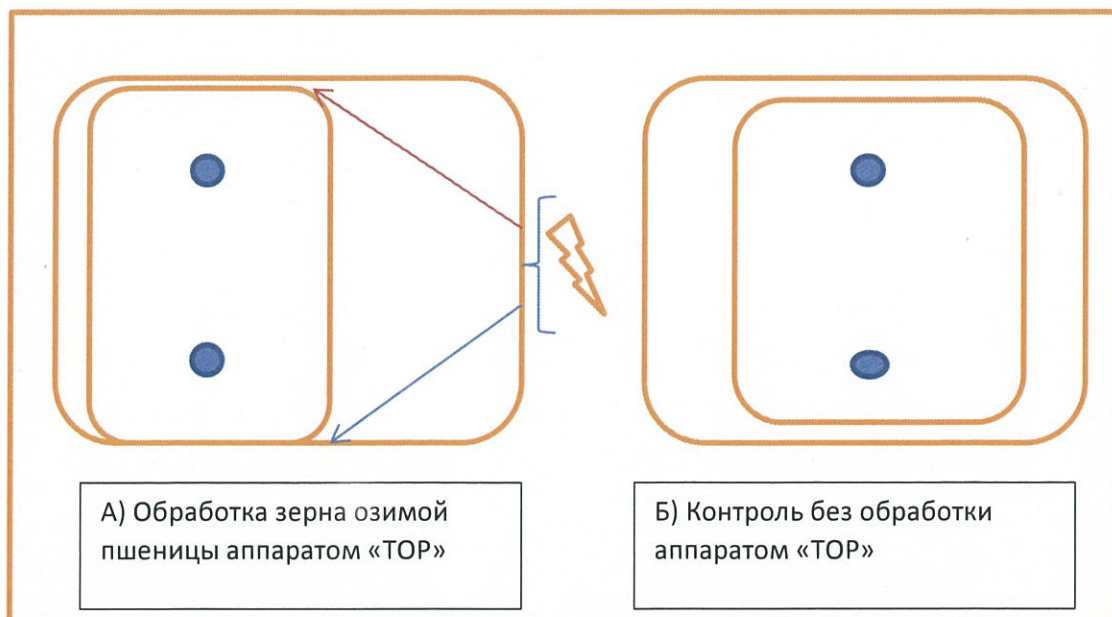


Рисунок 1 – Проведение опыта на складе с хранением семян озимой пшеницы Камышанка 4 для посева в ОПХ «Камышинское» Волгоградской области, 2024 год

По завершению опыта, на 45-ый день были отобраны образцы с учетом тех же мест первоначального отбора семян озимой пшеницы Камышанка 4.

Результаты данного анализа показали, что сохранение содержания процента белка и клейковины в зерне в точке «А» значительно отличалось от первоначального замера, а также по истечении 45 дней в точке «Б» (таблица 1).

Таблица 1. Влияние обработки аппаратом «ТОР» на процентное содержание белка и клейковины озимой пшеницы Камышанка 4, 2024 год

Вариант обработки	Белок, %	Клетчатка, %
«А» и «Б» - Контроль (начало опыта)	13,85	20,23
«Б» - Спустя 45 дней без обработки	12,45	19,10
«А» - Опыт 45 дней после обработки «ТОР»	13,56	20,02

Как видно из полученных данных, обработка аппаратом «ТОР» позволила сохранить качественные показатели зерна озимой пшеницы. Спустя 45 дней хранения содержание белка упало в контрольной группе на

10 %, а в опытной – на 2,1 %. Содержание клейковины в контроле снизилось на 5,6 %, а в опыте всего на 1,1 %.

**Вывод по 1 опыту:** применение аппарата «ТОР» позволило сохранить качественные показатели (содержание белка и клейковины) хранимого зерна и не выйти за рамки требования стандарта.



## Опыт 2

**Целью** проведенной работы было выявление влияния на урожайность ярового ячменя разных сортов обработки аппаратом «ТОР» в почве после посева.

**Условия проведения:** изучение различных сортов ярового ячменя проводилось в Камышинском районе. Для изучения были взяты сорта селекции ФНЦ агроэкологии РАН и ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Таблица 2).

Таблица 2. Сорта ярового ячменя, проходившие испытания в 2024 году, Камышинский район, ФНЦ агроэкологии РАН.

Название сорта	Краткая характеристика	Происхождение
Камышинский 23	Высокая продуктивность, устойчивость к полеганию	«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград
Медикум 139	Высокорослый скороспелый, крупнозёрный	
Медикум 200	Засухоустойчив, повышенная кустистость	
Новониколаевский	Крупные зерна, повышенная кустистость	
Дмитриевский 5	Высокорослый, высокоустойчив к болезням	
Ратник	Засухоустойчив, жароустойчив, среднеустойчив к болезням	Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «АНЦ «Донской» г. Зерноград, Ростовская область, Научный городок,3
Азимут	Засухоустойчив, жароустойчив	
Федос	Засухоустойчив, скороспелый	
Формат	Засухоустойчив, устойчив к болезням	
Щедрый	Среднеспелый. Засухоустойчивость на уровне стандартных сортов. Устойчив к полеганию.	
Леон	Скороспелый, крупнозернистый	

Весенняя вегетация началась в конце I декады апреля, когда температура воздуха достигла в среднем 10,8 °С, а осадков выпало 36,0 мм. В июне выпало осадков 50,0 мм, в июле – 59,0 мм. Температура воздуха в летние месяцы была самой высокой в августе – 36,7 °С.

Предшественник черный пар. Весной проводилась предпосевная культивация. Перед посевом обработали семена раствором рабочей смеси препаратов Гераклион, Биостим Старт, Имидор Про.

Схема опытного участка в Камышинском районе (рисунок 2).

1. Предпосевная обработка семян – 12.04.2024 г
2. Предпосевная культивация парового поля – 13.04.2024 г
3. Посев – 14.04.2024 год
4. Норма – 3,5 млн. всхожих семян на 1 га.
5. Глубина заделки семян – 4 см
6. Сеялка СС-11 «Альфа»
7. 11 сортов ярового ячменя

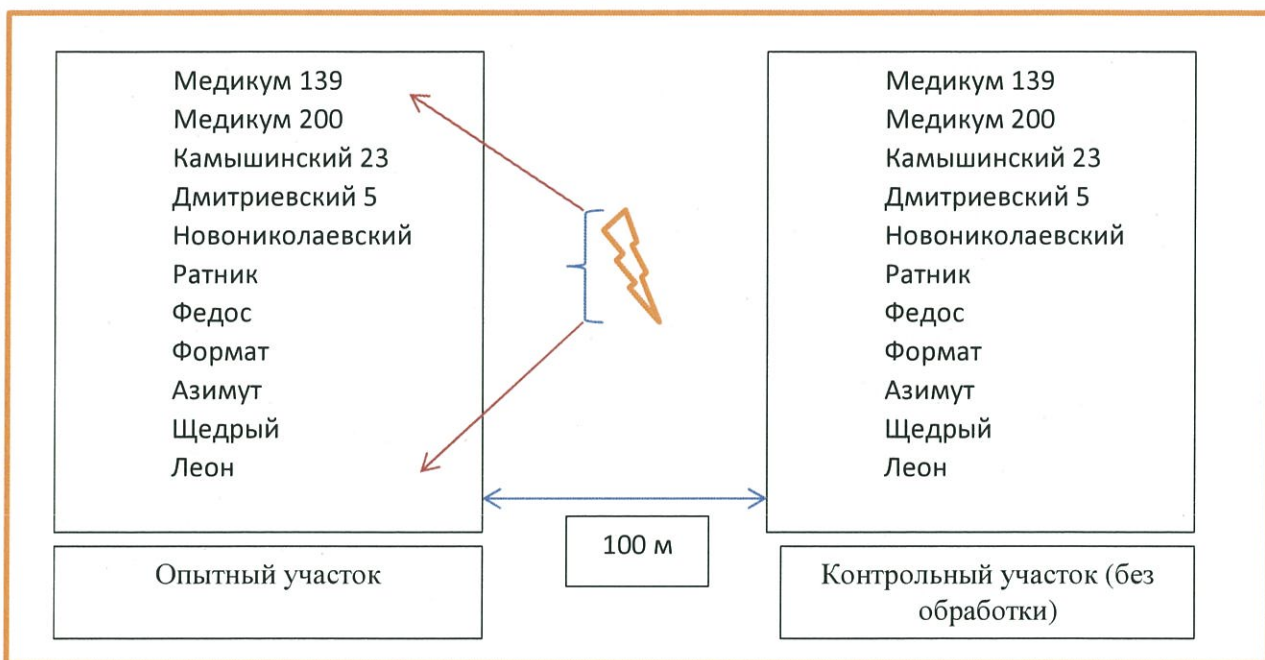


Рисунок 2 – Расположение контрольного и опытного варианта сортов ярового ячменя в ОПХ «Камышинское» Волгоградской области, 2024 год

На рисунке представлено расположение сортов ярового ячменя. Данный опыт позволил исключить обработку контрольного варианта для наиболее точной картины действия электромагнитного излучения прибора от классического возделывания данной полевой культуры. Результаты проведенных испытаний представлены ниже (таблица 3 и 4).

Таблица 3. Структура урожайности при испытании послепосевной обработки аппаратом «ТОР» ярового ячменя в Камышинском районе Волгоградской области, 2024 г

Наименование сорта	Вариант обработки	Высота стебля, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт	Продуктивный стеблестой, шт/м <sup>2</sup>
Медикум 139	контроль	62	6,2	16	152

	опыт	68	6,8	17	164
	прибавка	6	0,6	1	12
Медикум 200	контроль	61	6,5	15	180
	опыт	63	6,9	16	188
	прибавка	2	0,4	1	8
Камышинский 23	контроль	58	6,5	17	198
	опыт	61	7,1	17	208
	прибавка	3	0,6	0	10
Дмитриевский 5	контроль	47	6,5	16	184
	опыт	56	6,9	18	192
	прибавка	9	0,4	2	8
Новониколаев ский	контроль	48	6,5	14	176
	опыт	52	7,2	16	152
	прибавка	4	0,7	4	-24
Ратник	контроль	45	5,9	13	156
	опыт	49	6,3	16	189
	прибавка	4	0,4	3	33
Федос	контроль	35	5,8	11	152
	опыт	38	6,2	14	172
	прибавка	3	0,4	3	20
Формат	контроль	39	5,3	15	152
	опыт	44	5,6	18	168
	прибавка	5	0,3	3	16
Азимут	контроль	52	4,9	17	180
	опыт	58	5,1	19	204
	прибавка	6	0,2	2	24
Щедрый	контроль	57	5,2	15	148
	опыт	61	5,7	17	164
	прибавка	4	0,5	2	16
Леон	контроль	59	6,1	13	152
	опыт	63	6,4	15	180
	прибавка	4	0,3	2	28
Средняя прибавка по всем сортам		4,54	0,4	2,09	13,7

Анализ биометрических показателей урожайности сортов ярового ячменя показал, что обработка аппаратом «ТОР» семян после посева дала существенную среднюю прибавку по структуре урожая от контрольного варианта, по высоте стебля – на 4,54 см; длине колоса – на 0,4 см; количестве зерен – 2,09 шт/колосе, и наиболее важному показателю - продуктивному



стеблестю – на 13,7 шт/м<sup>2</sup> (таблица 3). Данные по сорту Новониколаевский по продуктивному стеблестю (минус 24 стебля от контроля) обусловлены незначительным промыванием почвы после кратковременного дождя и переуплотнением почвы в связи с проходом техники при обработке от вредителей (инсектицидами). Данный показатель не уменьшает значимость воздействия облучения аппаратом «ТОР» по остальным сортам ярового ячменя на опытном участке.

Погодные условия 2024 года за последние пять лет были самыми экстремальными для вегетации ячменя ярового (низкое количество продуктивной влаги).

В дальнейшем при проведении подсчета урожайности было выявлено, что разница между контрольным вариантом и вариантом с обработкой «ТОР» была существенная по всем качественным и количественным показателям растений ячменя (таблица 4).

Таблица 4. Структура урожайности при испытании послепосевной обработки аппаратом «ТОР» ярового ячменя в Камышинском районе Волгоградской области, 2024 г

Наименование сорта	Вариант обработки	Урожайность, т/га	Прибавка, %	Протеин, %	Клетчатка, %
Медикум 139	контроль	0,21		18,31	5,02
	опыт	0,86	309,5	17,74	5,02
Медикум 200	контроль	0,45		16,33	5,06
	опыт	1,20	166,7	16,08	4,96
Камышинский 23	контроль	0,32		18,01	5,45
	опыт	0,50	56,2	17,95	5,77
Дмитриевский 5	контроль	0,57		17,01	5,38
	опыт	0,89	56,1	15,77	5,2
Новониколаевский	контроль	0,44		17,02	6,01
	опыт	1,10	150	16,9	5,14
Ратник	контроль	0,64		15,73	5,33
	опыт	1,24	93,8	15,25	5,05
Федос	контроль	0,46		16,99	5,02
	опыт	0,64	39,1	17,31	5,06
Формат	контроль	0,66		16,63	4,87
	опыт	1,09	65,2	15,23	5,45
Азимут	контроль	0,63		17	5,77

	опыт	0,64	1,6	16,63	6,01
Щедрый	контроль	1,48		15,23	5,2
	опыт	0,61	-58,8	18,36	6,03
Леон	контроль	0,55		15,67	5,21
	опыт	1,99	261,8	16,61	5,46

Значения, представленные в таблице 3 и 4 показывают, что при первичном воздействии электромагнитного облучения на семена аппаратом «ТОР» закладываются начальные стадии развития растений и в последующем более эффективно влияют на рост и продуктивное кущение, увеличивая качественные и количественные характеристики растений ячменя.

Анализируя качественные показатели зерна ярового ячменя, все сорта можно разделить на две группы. Первая (большая часть сортов) со снижением белка на 5...11 %, что прослеживалось и в 2023 году, а вторая (1/3 сортов) с незначительным увеличением данного показателя на 2,5...4 %. Данная закономерность объясняется влиянием облучения на определенный сорт ярового ячменя. То есть, учитывая генетические характеристики объекта исследований, у каждого сорта разная восприимчивость семян к накоплению питательных веществ и их трансформации в качественные показатели.

**Вывод по 2 опыту:** послепосевная обработка ярового ячменя аппаратом «ТОР» позволила значительно повысить показатели урожайности - в среднем на 103% по отношению к контрольным значениям, а также оказать влияние на изменение качественных характеристик.



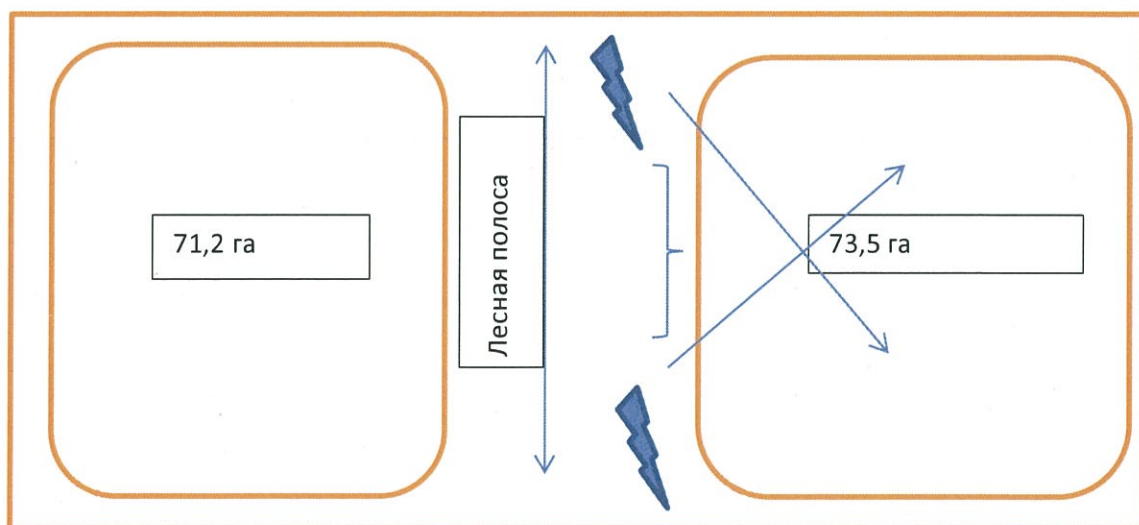
### **Опыт 3.**

**Целью** проведенной работы было выявление изменения урожайности ярового ячменя разных сортов при обработке аппаратом «ТОР» семян перед посевом.

**Условия проведения:** данное исследование проводилось в Волгоградской области, Камышинский район, поселок Госселекстанция – ОПХ «Камышинское». Обработка семян ярового ячменя произведена в соответствии с требованиями методики применения аппарата «ТОР».

Облучение проводилось в ранние часы суток – с 6:00 до 9:00 по Московскому времени с экспозицией 15 минут. Предшественник - черный пар на обоих опытных участках. Весной проводилась предпосевная культивация. В качестве объекта был взят стандарт, сорт Медикум 139.

Площадь полевого участка составила: контроль без обработки – 71,2 га, опыт (обработка «ТОР») – 73,5 га (рисунок 3).



*Рисунок 3– Расположение контрольного и опытного участка в ОПХ «Камышинское» Волгоградской области, 2024 год*

Обработка аппаратом «ТОР» была произведена по заданной методике – 15-минутная обработка (до посева). Чтобы увеличить площадь обработки, облучение проводилось из двух точек опытного участка.

Посев проведен через 5-7 суток после обработки. Погодные условия 2024 года по сравнению с последними пятью годами были самыми экстремальными для вегетации ячменя ярового, отмечалось низкое количество продуктивной влаги, поэтому общая средняя масса зерна с соцветия (колос) растения составляла лишь 0,9-1,11 г. Огромное влияние также дали высокие температуры от +28 до +38°C в первую декаду июня и май-июнь без осадков.

Всходы появились через 8 суток после посева: в среднем по контролю – 49-58 раст/м<sup>2</sup>, по опыту – 56-61 раст/м<sup>2</sup>.

В дальнейшем при подсчете структуры урожая ярового ячменя Медикум 139 было отмечено повышение всех биометрических показателей из расчета на 1 м<sup>2</sup> (таблица 5).

*Таблица 5. Структура урожайности ярового ячменя Медикум 139 в ОПХ «Камышинское», Камышинского района Волгоградской области, 2024 г*

Вариант обработки	Высота стебля, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт	Продуктивный стеблестой, шт/м <sup>2</sup>
Контроль	62,3	7,6	15	280
Опыт	67,2	8,1	18	312
Прибавка	4,9	0,5	3	32

В данном исследовании существенную прибавку по структуре растений дал вариант, обработанный аппаратом «ТОР», по высоте стебля – на 4,9 см; длине колоса – на 0,5 см, по продуктивному стеблестою - 32 шт/м<sup>2</sup> в сравнении с контрольным вариантом.

Не менее важным качественным показателем ярового ячменя является масса 1000 зерен. Наиболее выполненное зерно сформировалось на растениях в варианте с обработкой «ТОР» – 32,3 г на 1000 семян (таблица 6). По фактической урожайности вариант, обработанный аппаратом «ТОР», отличался от контрольного, не обработанного, варианта в среднем на 11 % в сторону увеличения (таблица 6).



Таблица 6. Структура урожайности сортов ярового ячменя в ОПХ «Камышинское», Камышинского района Волгоградской области, 2024 г

Вариант обработки	Масса 1000 семян, г	Фактическая урожайность, т/га
Контроль	29,7	1,37
Опыт	32,3	1,52
Прибавка	2,6	0,15

Учитывая предыдущие параллельные исследования в опыте 2, можно сделать вывод, что обработка аппаратом «ТОР» в производственных масштабах также оказывает значительное влияние на повышение показателей урожайности ярового ячменя в данной почвенно-климатической зоне.

Анализ зерна ярового ячменя Медикум 139 на содержание сырого протеина, проводимого с помощью прибора ИнфраЛЮМ, выявил следующие значения (таблица 7).

Таблица 7. Качественные показатели сортов ярового ячменя в ОПХ «Камышинское», Камышинского района Волгоградской области, 2024 г

Вариант обработки	Протеин, %	Влажность, %	Клетчатка, %
Контроль	16,1	10,33	5,67
Опыт	17,2	10,45	5,72

Выявлено увеличение протеина на варианте с обработкой аппаратом «ТОР»: на 6,8 % больше контроля. Влажность и содержание клетчатки при этом не изменились.

Раннее ауксины были первыми фитогормонами, которые подверглись исследованию. Начало исследований было положено в 1880 году Чарльзом Дарвином и его сыном Фрэнсисом, которые изучали фототропизм. В результате данного опыта они сделали вывод, что существует «некоторый стимул», который «перемещается из верхней части в нижнюю, заставляя нижнюю изгибаться».

Гиббереллины — группа соединений класса тетрациклических дитерпеноидов. Основное действие гиббереллинов — стимуляция роста

стебля. Это связано с растяжением клеток, а не делением. Под влиянием обработки «ТОР» заметно увеличились клетки верхней части растений ярового ячменя. Это обусловлено тем, что гиббереллин увеличивает митотическую активность в субапикальной меристеме и корпусе. Гиббереллины также оказывают влияние на цветение растений.

К классу цитокининов относят «производные пуриновых азотистых оснований, а именно аденина, в котором аминогруппа в шестом положении заменена различными радикалами».

На основе литературных источников и ранних исследований за последние годы проводились анализы на данном опытном участке на содержание эндогенных фитогормонов в надземной части растений сорта Медикум 139 (таблица 8).

*Таблица 8. Содержание эндогенных фитогормонов в надземной части растений у ярового ячменя разных сортов при обработке семян аппаратом «ТОР», 2024*

Вариант	Ауксины, мг/г сырой массы	Гиббереллины, в эквиваленте (гибберелловая кислота), мг-экв/г сырой массы	Цитокинины (зеатин) нг/г сырой массы
Контроль	4,7±0,3	29,1±0,5	6,8±0,2
«ТОР»	5,0±0,2	30,4±1,0	7,0±0,2

Данное исследование показало, что обработка облучением «ТОР» повлияла на увеличение запаса фитогормонов в надземной части растений. Однако, выявлено, что необходимо последующее исследование данных параметров, так как они влияют на содержание хлорофилла в растениях. То есть, нужно полное подтверждение действия обработки аппаратом «ТОР» с помощью замеров пигментной окраски и структуры хлоропластов растений.

Таким образом, обработка семян ярового ячменя аппаратом «ТОР» оказывала положительное действие на рост растений ярового ячменя и влияла на содержание эндогенных фитогормонов.

**Выводы по 3 опыту:** обработка электромагнитным излучением влияет на движение и пробуждение активности фитогормонов в посевах ярового ячменя. Данное исследование выявило значимость повышения ауксина и цитокинина при обработке аппаратом «ТОР» по структурному анализу фаз развития ярового ячменя сорта Медикум 139.

**Общие выводы по всем опытам.**

1. ЭМИ-обработка аппарата «ТОР» при хранении зерновых культур позволяет сохранить основные качественные показатели зерна.
2. Послепосевная обработка аппаратом «ТОР» увеличила фактическую урожайность ярового ячменя в среднем на 103% при обработке в поле после посева и на 11% при обработке семян до посева.
3. В опыте 3 установлено, что гормоны роста ауксины чувствительны к ЭМИ воздействию аппарата «ТОР» и увеличивают регуляторную роль в ростовых и формообразовательных процессах структуры ярового ячменя. Наблюдения за структурой урожайности позволили подтвердить данный анализ. Также выявлено, что количественное содержание ауксинов в фазе трубкования увеличивает сырую массу растений, а значит и процессы дыхания в листьях. Однако, как известно, цитокинин является неотъемлемой частью в содержании хлорофилла а и б, что дает предпосылки для полного подтверждения данного исследования.