

✦ НАУКА И ТЕХНИКА

ЗАЙНУЛЛИН В.Г.

ведущий научный сотрудник, Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

ЮДИН А.А.

директор, Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

ГАЛКИНА Е.А.

научный специалист АО «Концерн ГРАНИТ» Москва

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Оценена эффективность электромагнитной обработки слабыми неионизирующими импульсными полями сортов картофеля селекции Института агробиотехнологий Коми НЦ УрО РАН на урожайность. Выявлено, что в условиях вегетационного периода 2021 года обработка привела к значимому увеличению урожайности сортов местной селекции.

С учетом наблюдающихся изменений климата, нарушения экологического равновесия все более актуальной становится необходимость создания сортов картофеля, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, адаптированных к условиям возделывания, экологически пластичных генотипов [1,2]. Сорта картофеля максимально реализуют свой генетический потенциал, как правило, в определенных экологических нишах, характеризующихся своеобразным сочетанием почвенно-климатических условий, что обуславливает необходимость зональной организации селекционных программ.

Возможность более полно реализовать генетический потенциал обеспечивают не только погодные условия, но и плодородность почвенного покрова сельхозугодий, обеспеченная органическим и минеральными удобрениями. Без сомнения, комплексное внесение органических и минеральных удобрений является залогом повышения плодородия почв, получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, длительное применение некоторых видов минеральных удобрений негативно воздействует на некоторые агрофизические свойства почв, что особенно важно для агроценозов северных территорий.

В последние годы все чаще стали обращать внимание на поиск новых технологий повышающих урожайность сельскохозяйственных растений, более бюджетных и с минимальным эффектом на качественные характеристики культуры.

Использование электромагнитного излучения (ЭМИ) является перспективным направлением современных технологий. Особый интерес с этой точки зрения представлял диапазон миллиметровых радиоволн (1... 10 мм). [3, 4, 5] Внимание привлекла необычная эффективность действия излучений миллиметрового диапазона («крайне высоких частот» — КВЧ) на живые организмы.

Действие КВЧ-излучения (электромагнитное излучение миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности) интенсивно изучается в последние 25 лет на различных биологических объектах (от бактерий до тканей и органов человека) и модельных системах, [4 -7].

К настоящему времени имеется довольно большое число исследований о влиянии электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой (нетепловой) интенсивности (КВЧ-излучения) на микроорганизмы, растительные организмы. Основным результатом воздействия является влияние на различные физиологические процессы и свойства у микроорганизмов: клеточное деление, морфологические свойства, скорость роста, выход биомассы и др. Ряд исследований по влиянию КВЧ-излучения на метаболизм фотосинтезирующих организмов, выявили его стимулирующее действие на важные физиологические процессы [8, 9, 10]

Показано, что эффекты от воздействия ЭМИ КВЧ диапазона на растения зависят от параметров ЭМИ, экспозиции и могут быть как стимулирующими, так и угнетающими [11, 12, 13]. Выявлено, что КВЧ излучение оказывает существенное влияние на продолжительность жизни *D. melanogaster* и ширину листовой пластинки *T. aestivum* [14].

Необходимо отметить, что КВЧ-излучение относится к сверхслабым воздействиям, но, тем не менее, обладает большим потенциалом: хотя при облучении количество поглощаемой объектом энергии ничтожно мало, эффект воздействия на живые объекты оказывается весьма впечатляющим, например, стимуляция выхода биомассы у цианобактерий может достигать двух и более раз [9]. Влияние КВЧ-излучения на биологические объекты имеет, как правило, резонансный характер, то есть частотную, временную и мощностную зависимость.

В нашей работе мы оценили эффективность технологии дистанционной электромагнитной обработки сортов картофеля слабыми неионизирующими импульсными полями.

Материал и методы. В работе были использованы 5 сортов картофеля (разных сроков созревания), из которых 3 местной селекции (Зырянец, Печорский – среднеранние сорта, Вычегодский – среднеспелый сорт) и 2 сорта из реестра сортов, рекомендованных для территорий Республики Коми (Аврора – среднеспелый сорт, Гала – среднеранний сорт).

Оценка эффективности ЭМИ картофеля проводилась на поле Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Учетная площадь под опытом 800 м². схема посадки – 0,7 x 0,3 м., посадка (ручная) в предварительно нарезанные гребни (26.05.2021). Полевые наблюдения за сортами картофеля проведены по стандартной схеме [15, 16]. Агрохимические анализы почвы и химический состав клубней выполнены по общепринятым методикам в аналитических лабораториях института и ФГБУ «Станция агрохимической службы «Сыктывкарская»

Отобранные для эксперимента клубни картофеля были подвергнуты электромагнитному воздействию аппаратом TOP (АО «Концерн Гранит») в режиме 15/5 (15 минут воздействия, 5 минут перерыв) индивидуальным спектром воздействия (know how АО «Концерн ГРАНИТ»). Контрольные растения – не обработанные – (сорта Печорский, Зырянец, Вычегодский) были высажены в качестве защитных полос экспериментального участка.

Результаты. Как видно из таблицы 1 обработка ЭМИ привела к существенному увеличению площади листьев изучаемых образцов по всем изучаемым образцам ($p \leq 0,05$). Можно отметить крупные листья ботвы у всходов сортов местной селекции Печорский, Зырянец (оценка визуальная - рисунок).

Таблица 1 – Площадь листовой пластинки (10 кустов) (см²)

	Печорский		Вычегодский		Зырянец	
	Эксперимент	Контроль	Эксперимент	Контроль	Эксперимент № 4	Контроль
29.06.2021	934,7	748,3	990,6	648,6	1447,2	758,1
06.07.2021	5897,03	3632,4	9527,4	4938,4	6546,4	3249,5



Рисунок. Экспериментальный участок. Всходы на 29.06.2021 (сорт Зырянец)

Образцы брались с 10 кустов каждого сорта от середины основного побега. Обрывались одиночные листья (ширина листа более 1 см) и взвешивались. С листьев брались «высечки». Площадь высечки 2,01 см². (20-30 листьев). $S = [P \text{ листье} \times (2,01 \times \text{число высечек})] / P \text{ высечек}$ Измерение площади листа проводили с отклонением от стандартной методики, согласно которой необходим отбор листьев всего куста. Для выполнения данной методики необходимо выкапывать весь куст, оценивать корневую систему (наличие клубней, их инвентаризация) и далее по схеме [15]. В нашем варианте не рассчитывали поправку густоты посева (S/га).

Ранее было показано, что средняя урожайность сорта по данным оригинаторов сорта Печорский 42 т/га, у сорта Зырянец - 38 т/га, сорта Вычегодский 36 т/га, сорта Аврора - 25 т/га, сорта Гала - 22 - 26 т/га [2].

Как видно из таблицы 2 урожайность сортов, обработанных ТОРом, несколько ниже заявленных величин для сортов местной селекции. Надо отметить, что эксперимент проводился на участке не подготовленном, согласно требованиям к почвам для выращивания с/х культур, в частности картофеля. Использованный под эксперимент участок ранее никогда не использовался под выращивание сельскохозяйственных культур. Агрохимические показатели почвы: органическое вещество 4,7 - 6,2 %; рНКСI - 5,6-5,75; гидролитическая кислотность - 2,5-2,9 Ммоль/100г; подвижный фосфор - 1000 -1500 мг/кг почвы; подвижный калий - 180 - 210 мг/кг почвы, подвижный бор - 0,25-1,0. Из таблицы видно, что общая

урожайность обработанных сортов выше, чем в контроле на 4 – 32 %. Всего общая прибавка в урожайности от ЭМИ обработки по всем сортам в среднем возросла на 10 %. Заклячая рассмотрение полученных результатов, следует отметить, что в условиях Республики Коми более чувствительными оказались сорта местной селекции, т.е. сорта, полученные в условиях Республики Коми. Полученные результаты необходимо оценить в условиях Арктического региона (Усть-Цилемский район РК), климатические условия которых отличаются от условий районов, приравненных к Крайнему Северу.

Таблица 2. – Урожайность сортов картофеля после ЭМИ обработки

сорт	Посадка (кг)	Всего кустов	Вес (кг)	Урожайность на куст (кг)	Урожайность на га (кг)	С контролем
Печорский №	21,7	255	191,6	0,751	35761,9	132 %
Вычегодский	25,1	371	219,5	0,592	28190,4	104 %
Зырянец	40,4	389	270,4	0,695	33260,6	123 %
Аврора	23,5	309	161,2	0,522	24857,1	92 %
Гала	26,7	196	110,2	0,562	26761,9	97 %
ВСЕГО	137,4	1520	952,9	0,627	29857,1	110 %
Контроль	31,0	160	90,8	0,568	27047,6	

Список литературы:

1. Симаков, Е. А., Анисимов Б. В. Приоритеты развития селекции и семеноводства картофеля // Картофель и овощи. – 2006. – № 8. – С. 4–5.
2. Зайнуллин В.Г., Юдин А.А., Быков С.А. Картофель. Факторы урожайности. Сыктывкар. 2021. – 160 с.
3. Нетепловые эффекты миллиметрового излучения / Под ред. Н.Д. Девяткова. - М.: ИЗЭ АН СССР. - 1981. - 186 с.
4. Девятков Н.Д., Бецкий О.В. Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами // Сб. докл.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М.: ИРЭ АН СССР. 1985. с.6-20
5. Девятков Н. Д., Голант М. Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. — М.: Радио и связь, 1991.— 168 с.
6. Adey, W.R. Tissue interactions with nonionizing electromagnetic fields. *Physiol. Rev.* 1981, 61, 435-514

7. Saliev, T.; Begimbetova, D.; Masoud, A.R.; Matkarimov, B. Biological effects of non-ionizing electromagnetic fields: Two sides of a coin. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 2019, 141, 25-36.
8. Ли Ю.В., Терехова Л.П., Алферова И.В., Галатенко О.А., Гапочка М.Г. Применение сукцессионного анализа в комбинации с КВЧ-излучением для селективного выделения актиномицетов из почвы // *Микробиология*. 2003. т.72, №1, с. 131-135;
9. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Бецкий О.В., Гуляев Ю.В. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы // М.: изд. Радиотехника. 2003.
10. Rosado M.M., Simco M., Mattsson M-O, Pioli C. Immune-modulating perspectives for low frequency electromagnetic fields in innate immunity//*Frontiers in Public Health*. 2018. 13 p. doi 10.3389/fpubh.2018.0085
11. Мазец Ж.Э., Кайзинович К.Я., Пушкина Н.В., Родионова В.Н., Спиридович Е.В. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на активность амилазы в проростках LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L. // *Труды БГУ* 2013, том 8, часть 2 – с. 95-101.)
12. К вопросу о механизмах взаимодействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения с растительными объектами. // Ж. Э. Мазец, К. Я. Кайзинович, А. Г. Шутова // *Весці БДПУ Серыя 3. Фізіка, матэматыка, інфарматыка, біялогія, геаграфія*. – 2014. – N 1. – С. 26–31
13. Калье М. И. Влияние КВЧ – излучения миллиметрового диапазона на физиологические процессы прорастания семян пивоваренного ячменя. // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, 2010, № 2 (2), с. 399–401.)
14. Эколого-биологические особенности динамики признаков *drosophila melanogaster* и *triticum aestivum* в зависимости от дозы квч-излучения В.В. Бабкина, Е.А. Алленова, И.В. Матюхин, Г.В. Чернова, О.П. Эндебера// *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, 2013, № 4 (1), с. 162–168.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
16. Андрюхина, Н. А. Методика исследований по культуре картофеля / Н.А. Андрюхина, Н.С. Бацанов, Л.В. Будина. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.