

Учитывая нижние границы значений изучаемых характеристик, можно предположить, что для всех сортов пшеницы с влажностью семян 14 % экспозиция обработок СВЧ-полем не должна превышать 6–7 секунд, для семян с влажностью 18 % верхний предел продолжительности воздействия варьирует в более широких пределах и составляет от 6 до 12 секунд.

Выводы. Таким образом, обработка ЭМП СВЧ зерна яровой мягкой пшеницы способна в значительной степени влиять на энергию прорастания и всхожесть семян и изменять этот показатель в довольно широких пределах. Наиболее благоприятным режимом воздействия признан следующий: 5 секунд, влажность зерна 18 %. Яровая мягкая пшеница казахской селекции проявляет сортовую изменчивость к данному виду воздействия. Построенные модели, демонстрирующие ответ семян пшеницы на влияние ЭМП СВЧ, показывают важность такого параметра, как влажность зерна в момент обработки: семена с влажностью 18 % проявляют большую устойчивость, чем с влажностью 14 %.

Литература

1. Алексеев Е.А., Пахомов В.Ф. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
2. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 20 с.
3. Грачев Ю.П. Математические методы планирования эксперимента. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 200 с.
4. Математическая теория планирования эксперимента / под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, 1983. – 392 с.
5. Морфофизиологические особенности роста и продуктивность растений пшеницы при обработке семян электромагнитными волнами сверхвысокой частоты / И.Ф. Головацкая, О.А. Восканян, Ю.Л. Соловьев [и др.] // С.-х. биология. – 2004. – № 1. – С. 48–55.
6. Тютерев С.Л. Роль и место физических методов обеззараживания зерна // Защита и карантин растений. – 2001. – № 2. – С. 15–17.
7. Цугленок Г.И. Система исследования электротехнологических процессов ВЧ и СВЧ-обработки семян: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Красноярск, 2003. – 35 с.
8. Шеин А.Г., Кривонос Н.В. Исследование воздействия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на всхожесть зерновых // Процессы и оборудование экологических производств: мат-лы 6-й науч.-техн. конф. стран СНГ. – Волгоград: Политехник, 2002. – С. 175–179.



УДК 621.365.46:664.8.039.51:635.1.2

I.V. Алтухов

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ САХАРОСОДЕРЖАЩИХ КОРНЕПЛОДОВ

Полученные результаты исследования позволяют определить поглощательную способность корнеплодов в определённом диапазоне длин волн, что делает возможным выбрать эффективные излучатели для процесса сушки.

Ключевые слова: сахаросодержащий корнеплод, сушка, терморадиационные характеристики, излучатель.

I.V. Altukhov

THE EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF THE INFRARED DRYING OF SUGAR-CONTAINING ROOT CROPS

The received research results allow to determine the root absorbance capacity in the certain range of wavelengths, that makes it possible to choose effective radiators for the drying process.

Key words: sugar containing root crop, drying, thermo-radiative characteristics, radiator.

Введение. На сегодняшний день диапазон использования моркови, свеклы и топинамбура столь велик, что трудно осветить все их положительные качества как кормовых культур для животных и птицы, пищи для человека, сырья для получения самых различных пищевых и лекарственных продуктов и продукции технического назначения.

Цель исследований. Получение продуктов высокой биологической активности из корнеплодов свеклы, моркови и топинамбура, применяемых в качестве ценного дополнительного питания.

Химический состав этих корнеплодов определяет их исключительную ценность не только в обычном, но и диетическом питании. Биологическая активность содержащихся в них веществ при систематическом употреблении в пищу определяет их общеукрепляющее действие на организм как человека, так и животных [1].

Корнеплоды даже при соблюдении температурного режима теряют свои питательные свойства при хранении. Для использования данных продуктов в течение всего года и получения их максимальной эффективности целесообразно эти продукты высушить до влажности 10–12 % в режимах, не нарушающих их ценный химический состав.

Различные коллоидные капиллярно-пористые тела, к которым относятся и корнеплоды, обладают четко выраженной селективностью к поглощению ИК-излучения в диапазоне длин волн ИК-спектра. Поэтому источники излучения следует подбирать исходя из конкретных терморадиационных характеристик данного материала, с учетом конструктивных особенностей и энергетической характеристики аппарата.

Для определения спектральных терморадиационных характеристик корнеплодов был использован цифровой прибор, функциональная схема и общий вид которого приведены на рисунках 1, 2. Авторами получен патент РФ на изобретение данного прибора [3].

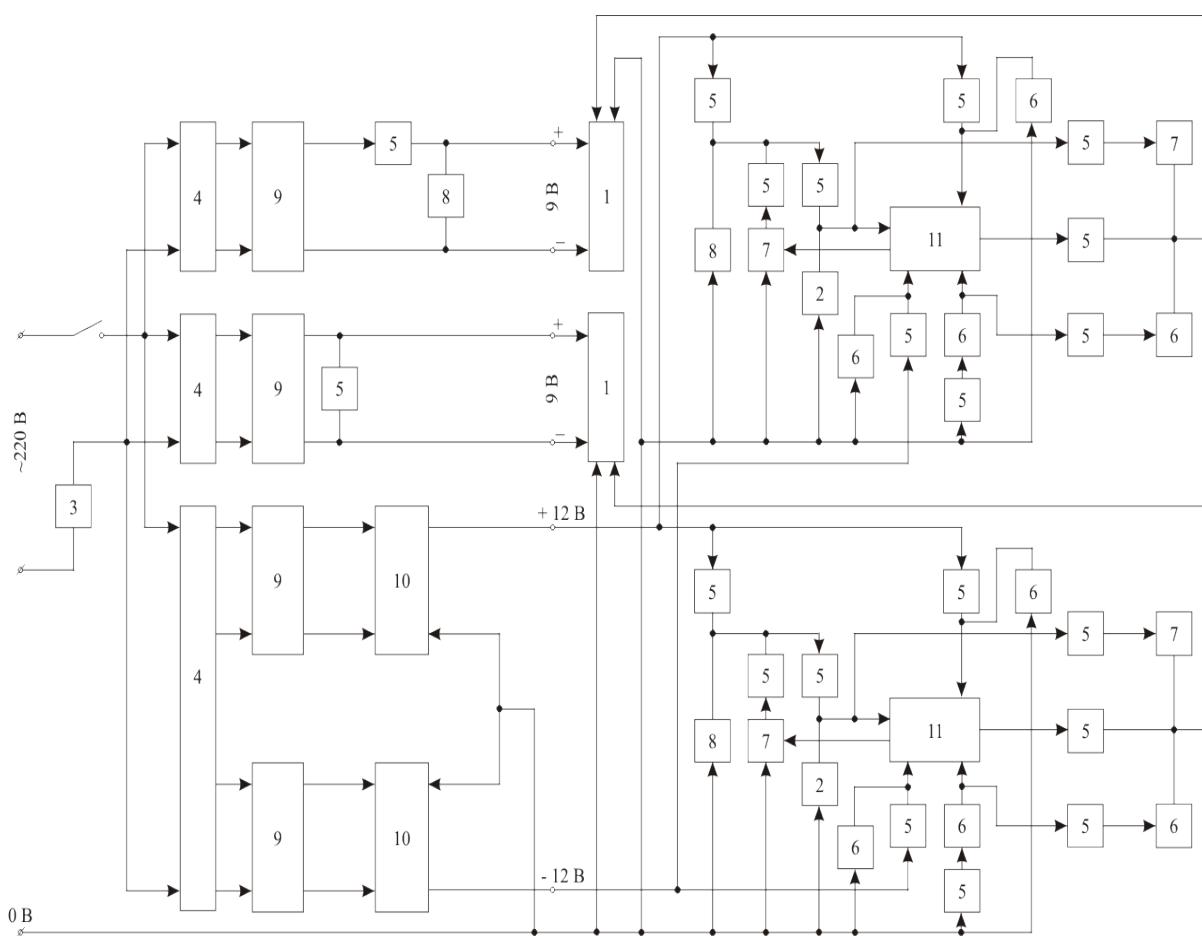


Рис. 1. Функциональная схема цифрового прибора: 1 – цифровой мультиметр; 2 – микротерморезистор типа МТ54; 3 – предохранитель; 4 – понижающий трансформатор; 5 – резистор сопротивления; 6 – конденсатор; 7 – реостат; 8 – диод; 9 – однофазный выпрямитель; 10 – интегральный стабилизатор напряжения; 11 – операционный усилитель сигнала

В основе методики по определению спектральных терморадиационных характеристик заложена идея измерения температуры на двух различных глубинах обрабатываемого материала.



Рис. 2. Общий вид цифрового прибора: 1 – полупроводниковый микротерморезистор типа МТ-54

В качестве чувствительного температурного элемента используется полупроводниковый микротерморезистор типа МТ-54. Постоянная времени нагрева этого микротерморезистора равна 500 мкс, поэтому измерение температуры можно производить в течение 2–3 секунд. Поскольку электронный усилитель имеет линейную характеристику, то показания приборов n и плотность потока проникающего излучения I_x связаны следующей зависимостью:

$$I_x = n \cdot K, \quad (1)$$

где K – постоянная прибора (при использовании данной методики можно принять $K = 1$).

Для проведения эксперимента очищенные корнеплоды с начальной влажностью нарезались на кружки толщиной 2–3 мм, толщина слоя варьировалась от 5 до 30 мм с интервалом 5 мм.

Выполнив измерения в момент облучения испытуемого образца, можно определить коэффициент поглощения

$$A_\lambda = \frac{2,3 \cdot \lg \frac{n_1}{n_2}}{\Delta x}, \quad (2)$$

где n_1 – показания первого микроамперметра; n_2 – показания второго микроамперметра; Δx – толщина слоя материала, м.

Коэффициент пропускания можно определить по формуле

$$T_\lambda = \frac{n_2}{n_1} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Коэффициент отражения

$$R_\lambda = 1 - (T_\lambda + A_\lambda). \quad (4)$$

Экспериментальные данные, измеренные цифровым прибором, представлены в таблице.

Экспериментальные данные, измеренные цифровым прибором

Толщина слоя, мм	Показания микроамперметров μA_1 и μA_2 и спектральный коэффициент пропускания для различных источников ИК-излучения						
	Коротковолновый		T, %	Средневолновый		T, %	
	μA_1	μA_2		μA_1	μA_2		
Морковь							
5	11000	6490	59	9700	3800	39	
10	11000	5600	44	9700	2900	30	
15	11000	3850	33	9700	2400	24	
20	11000	3410	26	9700	1900	20	
25	11000	2970	17	9700	1600	16	
30	11000	2640	15	9700	1300	13	

Опыты показали, что проницаемость корнеплодов при облучении коротковолновым ИК-излучением при толщине слоя 5 мм в 1,4–1,9 раза выше, чем при облучении средневолновым ИК-излучением. Однако и температура корнеплодов превышает предельно допустимую. При увеличении толщины слоя это различие сглаживается, и на глубинах 20–30 мм разница между проницаемостью “светлых” и “темных” ИК-излучателей составляет 5–10 % (рис. 3–5).

Следовательно, при выборе источника ИК-излучения предпочтение следует отдавать средневолновым источникам излучения, а толщина слоя не должна превышать 20 мм.

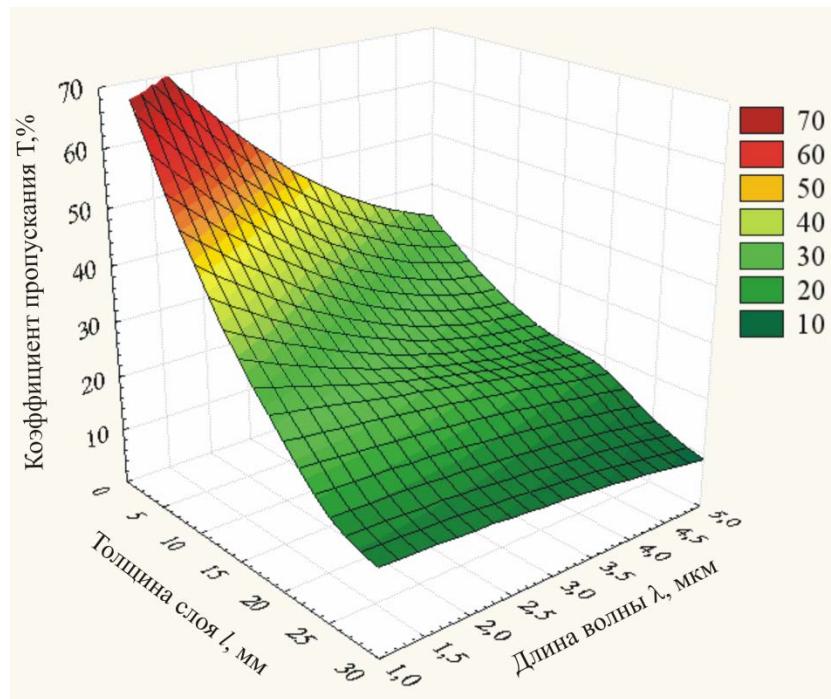


Рис. 3. Зависимость спектрального коэффициента пропускания корнеплодов моркови от толщины слоя и длины волны, измеренная цифровым прибором

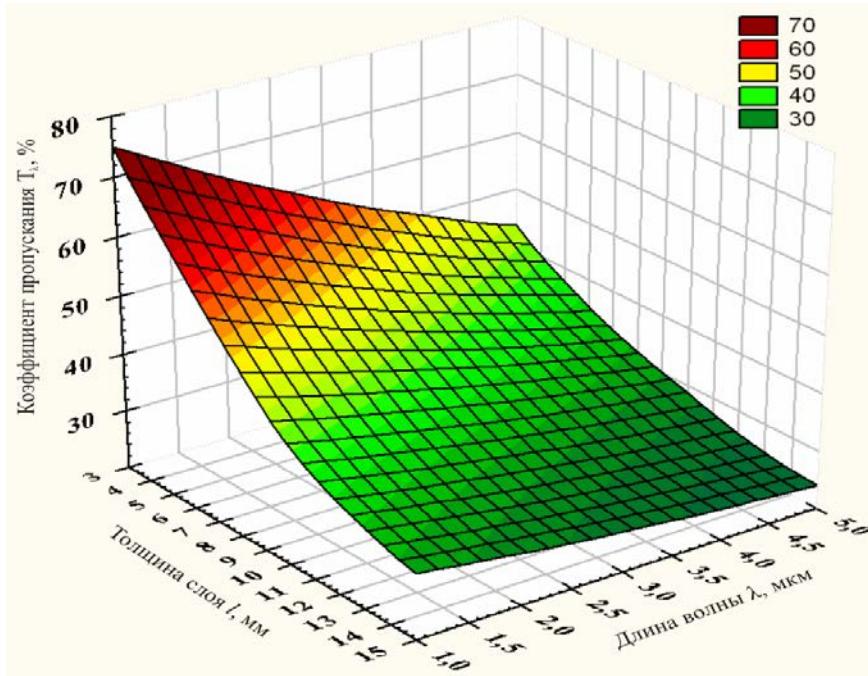


Рис. 4. Зависимость спектрального коэффициента пропускания корнеплодов топинамбура от толщины слоя и длины волны

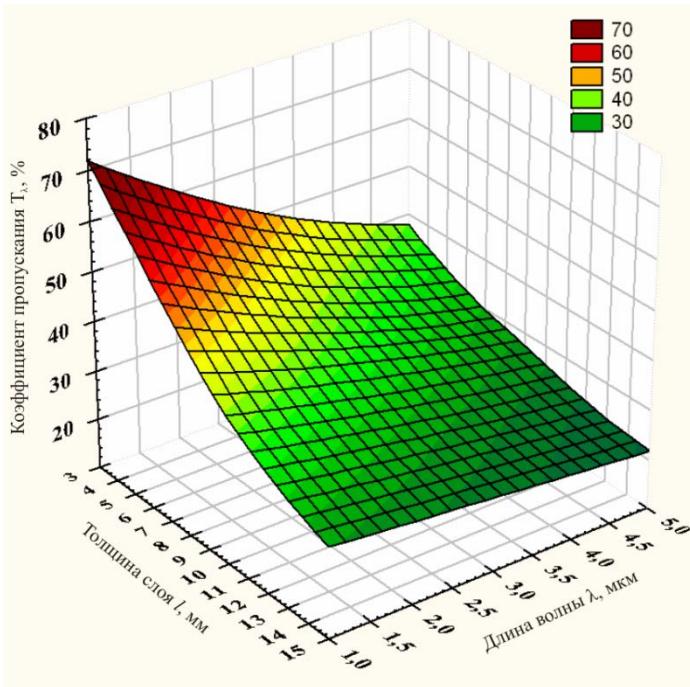


Рис. 5. Зависимость спектрального коэффициента пропускания корнеплодов свеклы от толщины слоя и длины волны

Для процессов сушки моркови, топинамбура и свеклы оптимальной принята область спектра от 2,8 мкм и более, так как в этом диапазоне наблюдается интенсивное поглощение энергии ИК-излучения, следовательно, для влагоудаления в процессах термообработки целесообразно использовать средневолновые ИК-излучатели.

К таким излучателям можно отнести импульсные керамические преобразователи излучения (рис. 6). По своим радиационным свойствам эти излучатели приближаются к абсолютно черному телу, у которого, как известно, степень излучения равна единице [2].

Источником первичного ИК-излучения в импульсных керамических преобразователях излучения является обычная никромовая спираль. Спираль находится в трубке, изготовленной из чистого кварцевого стекла с многослойным функциональным керамическим покрытием.

Это покрытие обеспечивает преобразование полного спектра ИК-излучения от нагревательного элемента в излучение очень узкого диапазона ближней области ИК-спектра. При этом излучение происходит не в непрерывном режиме, а идет в виде ряда импульсов длительностью 10–3000 мкс.

Уникальным свойством данного рода излучателей является возможность очень точного селективного воздействия непосредственно на молекулярные связи в любых веществах в различных агрегатных состояниях.

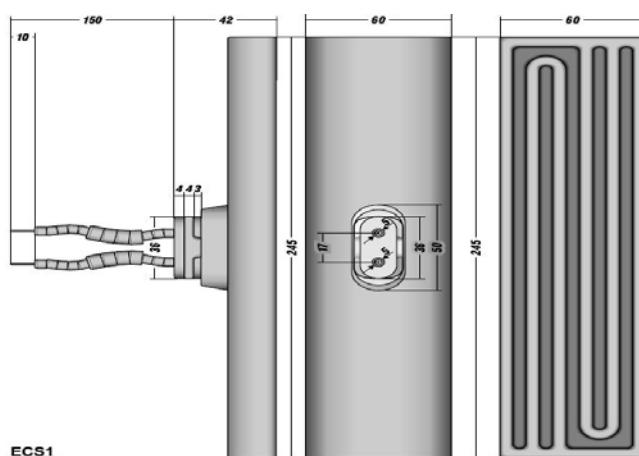


Рис. 6. Импульсный керамический преобразователь излучения

Эффект импульсного преобразования связан с циклическими энергетическими превращениями, происходящими в системе.

Так как система имеет определенный исходный энергетический потенциал, то при прохождении электрического тока система поглощает энергию всего ИК-спектра, используя ее для активизации своей электронной структуры и повышения своего исходного энергетического состояния. При достижении уровня энергетического барьера (насыщения) система преодолевает его, и происходит импульсный выброс энергии, после которого система возвращается в исходное энергетическое состояние. Уровень энергии при этом соответствует излучаемому ИК-диапазону.

Благодаря высокой проникающей способности ИК-излучения достаточной мощности с соответствующей длиной волны, органические и биоорганические молекулы диссоциируют, микроорганизмы, споры, грибки, а также вирусы разрушаются и уничтожаются.

Эффект преобразования полного ИК-спектра в эффективное импульсное излучение ИК-спектра узкого диапазона – это частное проявление эффекта инфракрасного лазера.

Выходы. Проведенные исследования терморадиационных характеристик корнеплодов позволяют подобрать источник ИК-излучения, параметры которого согласуются с параметрами обрабатываемого материала. Импульсный керамический излучатель типа ECS-2 мощностью 500 Вт наиболее эффективно подходит для данной технологии.

Литература

1. Васильев А.В., Полоз Т.П., Соколов Н.Н. Лекарственные растения России – неиссякаемый источник для создания новых высокоэффективных лечебно-профилактических препаратов и биологически активных пищевых добавок // Вопросы медицинской химии. – 2000. – № 2.
2. Инфракрасные нагреватели. – URL: <http://www.nomacon.by/production/izluchateli-infokrasnue/>.
3. Пат. 2493545 Российской Федерации, С2 МПК G01K 7/16. Устройство для определения температуры сахаросодержащих корнеплодов / И.А. Худоногов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров, В.А. Федотов; патентообладатель ФГОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия». – № 201110132/28; заявл. 12.01.2011; опубл. 20.09.2013, Бюл. 26. – 4 с.

