

Iztaev A.I.¹, Yakiyayeva M.A.¹, Zhakatayeva A.N.²

¹Almaty Technological University, Almaty c., Kazakhstan

²Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing,
Almalybak settlement, Almaty Region, Kazakhstan

STUDY OF STORAGE PERMANENCE OF SUGAR BEET UNDER OZONE AND ION OZONE TREATMENT

Abstract. The article presents the results of a study on the preservation of sugar beet roots after treatment with ozone and ion-ozone flows. The aim of the study was to extend the storage period of raw materials for sugar production through antibacterial treatment and loss minimization. Innovative ozone and ion-ozone treatment technologies were applied to eliminate pathogenic microflora and prevent decay. Ozone (O₃) has disinfectant properties, effectively destroying bacteria, mold spores, and fungi. Ion-ozone flows, combining ozone with negatively charged ions, enhance the antibacterial effect. During the experiment, the respiration intensity of the roots, metabolic process dynamics, and the degree of ozone and ion-ozone impact were assessed. A quantitative analysis of product changes was conducted, including: mass loss, the number of affected roots, the extent of mechanical damage, total losses (moisture loss, rot, mold), and the percentage of preserved high-quality roots. A phytopathological evaluation revealed a reduction in disease incidence. The results confirmed that ozone and ion-ozone treatment reduces losses and extends storage time while maintaining the commercial appearance and taste quality. This highlights the potential of the technology for the sugar industry as an effective and environmentally safe method of raw material storage.

Keywords: sugar beet, storage, ozone, ion-ozone, treatment.

Introduction. Sugar beets are accepted in batches. A batch is any quantity of beets delivered in one transport unit and documented by one document. Before weighing, the beets are inspected by the control and, based on their physical condition, ripeness, general contamination and data from the pre-harvest chemical and phytopathological examination of crops, they are distributed according to storage periods [1-2]. Modern progressive technology for the acceptance and storage of sugar beet roots harvested by a combine provides for the following key activities: pre-harvest mass chemical and phytopathological examination of beet crops; acceptance of beets in strict accordance with the requirements of GOST 17421; distribution of beets into categories according to storage and processing periods;

additional cleaning of beets from impurities before placing them in piles; use of chemicals for treating beets placed for storage; ventilation of piles with humidified air; use of automated temperature control and regulation devices; protection of beets from wilting and freezing (applying a layer of lime milk to the surface of the piles and covering them with heat-insulating materials); use of floating platforms equipped with active ventilation systems for short-term storage of beets and their delivery for processing; use of mechanisms for feeding beets from piles for processing, ensuring minimal losses of beet mass and sugar [3-4].

Beets delivered from the fields in trucks with sides are unloaded and placed in piles: in pile fields - with the help of mobile beet stackers, in mechanized warehouses and platforms with hard surfaces - with the help of frontal beet stackers on pneumatic wheels or rails [5-6].

When beets are frozen correctly, respiration and all metabolic processes in the root crops stop. The chemical composition and technological qualities of frozen and fresh beets are practically the same.

Enzymes are not inactivated during freezing. When the roots are thawed, their activity is restored, which is confirmed by the blackening of the beet tissue and the rapid hydrolysis of sucrose [7-8].

It has also been established that freshly dug, un-dried, washed beets with a content of heavily damaged roots of no more than 15% and green mass of no more than 3% are stored well. Dried roots after washing are stored worse than unwashed ones.

The success of storage largely depends on the gas composition of the silt air, in particular the ratio of carbon dioxide and oxygen. The most favorable conditions for storing mother roots are created if the silt air contains 12-14% oxygen and about 5% carbon dioxide. When storing beet mother roots in conditions of increased carbon dioxide concentration, not only are there losses in weight and sugar (due to more intense respiration), and the greater the loss, the more carbon dioxide in the storage, but their seed productivity also decreases. In the experiments of N. I. Korzhenko (VNIS), when storing mother roots for a month in a storage facility where the carbon dioxide concentration was about 60%, they lost their ability to germinate. The death of the central bud was observed in 16.3% when stored for 20 days and in 30% when stored for 30 days without air access to the storage facility. The average seed yield from one plant was 90 and 75 g, and when stored without air access for 10 days - 123 g. In the absence of aeration, which can be in piles of beets, the accumulation of carbon dioxide quickly increases. The temperature in the storage facility is also important. If it is within 0°, 2°C, then carbon dioxide accumulates gradually and, accordingly, the oxygen content in the storage facilities decreases. If the temperature is 8°C and above, then the amount of carbon dioxide can already be 25-30% on the fifth day if there is no air access to the storage facility. From this follows the practical conclusion that long-term storage of mother root crops in piles where aeration is impaired inevitably leads to both losses of stored root crops and a decrease in their seed productivity [9-10].

The gas composition of the air in the storage facility can also change depend-

ing on the degree of contamination of the beets. Adherent dirt clogs the surface of the root crops and the spaces between them, which complicates aeration, increases the temperature, resulting in increased activity of microorganisms and increased respiration intensity.

For normal storage of beets, an excessive amount of not only carbon dioxide, but also oxygen is harmful. A decrease in the oxygen level in the environment increases cold resistance, enrichment of the environment with carbon dioxide weakens beet respiration, and enrichment with oxygen stimulates respiration. Good storage of beets requires moderate respiration. A significant amount of carbon dioxide formed during respiration is retained by root crops, and if fresh air is provided, the carbon dioxide is immediately released. It should be taken into account that the main causative agent of pile rot, the fungus *Botrytis cinerea*, is an aerobe, so an influx of oxygen can stimulate its development [11-12]. Measures to prevent disruption of the normal gas composition of the air in the storage facility: follow the recommendations for the depth of trenches and the height of the pile cover; do not allow increased soil moisture and severe contamination of beets, do not allocate areas with saucers, with a high groundwater level, on heavily waterlogged soils for the pile field; in the spring, do not delay the removal of root crops after removing the earth cover.

Research methods. During the experiment, sugar beet was treated with ozone and ion ozone flows in various modes, which differed in:

- Ozone concentration (depending on the type of treatment);
- Duration of exposure (treatment time intervals);
- Temperature conditions of storage after treatment.

Evaluation of the treatment efficiency included a comprehensive study of the condition of root crops at different stages of storage. The following analyses were carried out:

1. Determination of respiration intensity – measurement of carbon dioxide emission to assess the metabolic activity of root crops. High respiration intensity indicates accelerated decomposition processes and reduced shelf life.
2. Quantitative analysis of stored products – weighing and recording the mass of products at different stages of storage to identify the dynamics of losses.
3. Phytopathological assessment of root crops – study of the presence and prevalence of fungal and bacterial diseases, assessment of the degree of damage and identification of pathological changes.

Determination of respiration intensity. When conducting all kinds of studies with the storage of tubers or vegetables, a convenient method is to determine respiration in hermetically sealed desiccators. The essence of the method is that the released carbon dioxide is absorbed by caustic soda to form carbonates, the amount of which is calculated by the difference in titration of the resulting solution in the presence of phenolphthalein and methyl orange.

Desiccators must be closed hermetically. The tightness of desiccators is checked as follows: ignited paper is placed in a prepared dry desiccator and

closed; if after 24 hours the desiccator maintains a vacuum, then it is hermetically sealed and can be used for the experiment.

The size of the desiccator depends on the size of the sample and the duration of the experiment. The calculation should be such that by the end of the experiment, about half of the oxygen contained in the desiccator is used by the sample. To ensure the tightness of the desiccator lid, grease it with petroleum jelly or grease. The experiment requires 0.5 N HCl and NaOH solutions, as well as solutions of phenolphthalein and methyl orange indicators.

Usually, an average sample of vegetables is taken, 0.5-1 kg of tubers. Each determination is carried out in 2.3-fold repetition, for which the appropriate number of typical and identical samples are prepared. 50 ml of 0.5 N alkali is placed on the bottom of the desiccator in a Petri dish (the respiration rate does not exceed 10 mg CO₂ per hour, and the sample is 0.5 kg). This operation should be carried out as quickly as possible so that the alkali absorbs less CO₂ from the air. At the same time, the same desiccators are placed, but without vegetables (control for alkali).

Tubers or vegetables are usually kept over alkali for 12-24 hours. To obtain comparable data, the determination must be carried out at the same temperature, since the respiration rate is highly dependent on temperature. Samples are placed one by one on the insert stands in prepared desiccators with alkali, so that the root vegetables do not touch the alkali and dirt does not get into the alkali. Samples are removed in the same order in which they were placed. Alkali is poured into flasks and tightly closed. 10 ml of alkali is taken for titration in 2 replicates: if the data of parallel titrations do not match, then the number of repeated titrations is increased. Titration is carried out with 0.5 N hydrochloric acid, first in the presence of 1-2 drops of phenolphthalein until discoloration, and then with the addition of methyl orange (1-2 drops) until the color changes. The respiration rate is determined by the amount of carbon dioxide released (mg) by 1 kg of vegetables in 1 hour at a predetermined temperature (taken into account in each individual case).

$$x = \frac{a \cdot 2k \cdot 11A}{T \cdot P \cdot B}$$

where:

a – difference in titrations for phenolphthalein and methyl orange (minus the difference in titration control for alkali), ml.

k – correction to the acid titer.

A – volume of alkali stirred in a desiccator, ml.

B – volume of alkali taken for titration, ml.

T – exposure time, hours.

P – sample weight, kg.

$$\text{Respiration intensity of sugar beet: } J = \frac{a k \cdot 5.5 A}{T \cdot P \cdot B}$$

where:

a – difference in titrations for phenolphthalein and methyl orange (minus the difference in titration control for alkali) – ml (c.p.)

A – volume of alkali stirred in a desiccator, 50 ml

B – volume of alkali taken for titration, 10 ml

T – exposure time, 5 hours

P – sample weight, 1 kg

5.5 – conversion factor for ml NaOH of absorbed CO₂ per mg CO₂

For 1 ml of 0.1 N alkali solution there are 2.2 mg of CO₂, and for 1 ml of 0.25 N alkali solution there are:

0.1 N - 2.2 mg of CO₂

0.25 N - x

$$x = \frac{0.25 \cdot 2.2}{0.1} = 5.5$$

k – acid titer correction

$k = \frac{\text{ml alkali}}{\text{ml acid}}$ used for titration with phenolphthalein

$$k = \frac{10 \text{ ml NaOH}}{10 \text{ ml HCl}} = 1 \quad \text{For 10 ml of 0.25 N NaOH,}$$

10 ml of 0.25 N HCl were added.

$$J = \frac{a \cdot k \cdot 5.5 \cdot A}{T \cdot P \cdot B} = \frac{a \cdot 1 \cdot 5.5 \cdot 50}{5 \cdot 1 \cdot 10} = a \cdot 5.5$$

Methodology of research on storage of root crops. For long-term storage, root crops are grown on fertile soils. The crop should be grown in compliance with the basic requirements of agricultural technology: maintaining crop rotation, with rational use of fertilizers, pesticides and irrigation. The soil should not contain pathogens, especially phomosis and gray rot. Pure varieties of seeds from one batch are used for sowing.

The following parameters were analyzed during storage:

- Weight loss - quantitative loss of root crop weight due to moisture evaporation and metabolic activity.
- Number of diseased root crops - the proportion of root crops affected by phytopathogens (rot, mold and bacterial infections).
- Mechanical damage - assessment of external defects and injuries that occurred during harvesting and transportation.
- Total losses - a combination of all forms of losses, including natural loss, damage and disease.
- Storage quality – percentage of healthy root crops suitable for further processing after certain storage intervals.

Harvesting and storage selection must be done before frost sets in. Experimental products should be taken to a permanent storage location on the day of harvesting so that the root crops do not lose some of their moisture and do not absorb it from the humid air, which may affect their storage quality. After the root crops are brought to the storage facility, they should be kept for several days to level out their turgor state. All variants of one experiment should be laid out within one day. Only healthy, clean, dry, not damaged by pests and diseases, without mechanical damage, not wilted medium-sized root crops, characteristic of the variety and harvest of the given year, are laid out in the experiment. The laid out root crops must meet the requirements of GOST. The difference in the size of the root crops affects the intensity of respiration, moisture evaporation, chemical composition, mechanical strength, and other indicators. Differences in weight loss can be large, so it is necessary to lay medium-sized root crops and the same in different variants.

The weight of the registration sample for vegetables with medium and large root crops, the number of repetitions is not less than 3. The element of comparison must be mandatory, so one of the variants must be a control (standard). One control must fall on 10-12 variants.

The scheme of a single-factor experiment must be built in compliance with the principle of a single difference, with the identity of other conditions. In the storage facility for storing root crops, it is necessary to bring the temperature to the optimum as soon as possible. In the locations of all experimental variants, including the control, the same optimum storage mode must be created. It is recommended to store at a temperature of 0°C with fluctuations in the range from -0.5 to +1°C at a relative air humidity of 95-98%. Beets - at a temperature of +1°C, not lower than 0, at a relative air humidity of not higher than 95%. When removing samples from storage, a complete analysis of quantitative changes in the preserved products and a phytopathological assessment are carried out:

- weight loss (losses from respiration and evaporation), determined by the difference in the weight of the registration sample when placing it in storage and removing it after long-term storage;
- the yield of full-fledged root crops, determined by weighing the preserved full-fledged product;
- absolute waste, determined by weighing the product unsuitable for consumption and its ratio to the weight of the stored sample is determined;
- the number of diseased root crops (products affected by diseases are selected taking into account the types of diseases);
- other losses (frozen, wilted) are taken into account separately or in combination with other waste or as absolute waste;
- sprouted root crops characterize the degree of exit from the dormant state. The percentage of sprouted root crops in the registration sample is determined;
- total losses, consisting of weight loss and absolute waste;

The results of the surveys are expressed as a percentage of the mass of root crops stored.

To determine qualitative changes during storage, the biochemical composition is studied. Biochemical analyses are carried out according to generally accepted methods before and after laying the root crops for storage. Changes in dry matter, sugars, vitamin C, and carotene are determined. The sample for chemical analysis must consist of at least 10 root crops and completely represent the average sample from the experimental variant. The analysis is carried out on the day of sampling. Root crops are analyzed without stripping the integumentary tissues.

Results and discussion. Preservation of sugar beet of the Koksus district farm under ozone treatment. The shelf life of sugar beet characterizes the level of unlost mass when harvesting, expressed as a percentage. Total mass loss of sugar beet consists of natural loss (%), diseased strawberries (%), mechanical damage (%).

Research was conducted to determine the shelf life of sugar beet minus total mass loss, which was determined in three agility by different methods of long-term storage of sugar beet with ozone treatment in the Koksus district of Almaty region.

The results of the shelf life of sugar beet research are given in Table 1.

According to the results of the evaluation of the shelf life of sugar beet from the Koksus district farm, stored under various storage methods, it was noted that all variants with ozone treatment in the ridge, hermetic and trench storage methods exceed the control variants in shelf life. The shelf life of sugar beet in hermetic storage conditions with ozone treatment exceeds other storage methods. Storage of sugar beet from the Merke sugar plant treated with ion ozone flow. Similarly, a study was conducted to determine the shelf life of sugar beet using different storage methods (cage, sealed and trench) with ion-ozone treatment in three replicates. The following losses were also determined: natural losses (%), diseased strawberries (%), mechanical damage (%), summing them up, the total losses were established, masses, which allowed us to establish the shelf life of sugar beet using different storage methods. The results of the study to determine the shelf life of sugar beet using different methods of long-term storage are shown in Table 2.

Table 1 – Change in the shelf life of sugar beet during long-term storage using different storage methods, ozone treatment

Name of samples	Repetition	Weight at ex- traction, g	Weight loss		Sick		Mechanical damage		Total losses		Storability	
			g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Cagat - control	I	4565	435	8,7	300	6,0	0	0	735	14,7	4265	85,3
	II	4630	370	7,4	285	5,7	0	0	655	13,1	4345	87,0
	III	4600	400	8,0	275	5,5	0	0	675	13,5	4325	86,5
	average	4598	401	8,0	287	5,7	0	0	689	13,8	4311	86,2
OZ (Cagat -1)	I	4710	290	5,8	230	4,6	30	0,6	550	11,0	4450	89,0
	II	4685	315	6,3	205	4,1	20	0,4	540	10,8	4460	89,2
	III	4645	355	7,1	150	3,0	0	0	505	10,1	4495	90,0
	average	4680	320	6,4	195	3,9	17	0,3	532	10,6	4468	89,3
OZ (Cagat -2)	I	4705	295	5,9	150	3,0	0	0	445	8,9	4555	91,1
	II	4705	295	5,9	170	3,4	0	0	465	9,3	4535	90,7
	III	4675	325	6,5	190	3,8	0	0	515	10,3	4485	89,7
	average	4695	305	6,1	170	3,4	0	0	475	9,5	4525	90,5
Hermetically sealed - control	I	4565	435	8,7	390	7,8	0	0	825	16,5	4175	83,5
	II	4565	435	8,7	370	7,4	70	1,4	875	17,5	4125	82,5
	III	4560	440	8,8	420	8,4	10	0,2	870	17,4	4130	82,6
	average	4763	437	8,7	393	7,8	26	0,5	856	17,1	4144	82,9
OZ (hermetically sealed – 1)	I	4800	200	4,0	240	4,8	0	0	440	8,8	4560	91,2
	II	4780	220	4,4	180	3,6	0	0	400	8,0	4600	92,0
	III	4750	250	5,0	90	1,8	0	0	340	6,8	4660	93,2
	average	4778	223	4,5	170	3,4	0	0	393	7,8	4607	92,1

OZ (hermetically sealed – 2)	I	4850	150	3,0	100	2,0	0	0	250	5,0	4750	95,0
	II	4820	180	3,6	90	1,8	0	0	270	5,4	4730	94,6
	III	4810	190	3,8	70	1,4	0	0	260	5,2	4740	94,8
	average	4827	173	3,5	86	1,7	0	0	259	5,1	4741	94,8
Trench closure - control	I	4612	388	7,7	590	11,8	20	0,4	998	19,9	4002	80,0
	II	4515	485	9,7	470	9,4	0	0	955	19,1	4045	80,9
	III	4525	475	9,5	480	9,6	0	0	955	19,1	4045	80,9
	average	4551	449	9,0	513	10,2	6	0,1	968	19,3	4032	80,6
OZ (Trench closure – 1)	I	4625	375	7,5	100	2,0	0	0	475	9,5	4525	90,5
	II	4735	265	5,3	205	4,1	30	0,6	500	10,0	4500	90,0
	III	4595	405	8,1	380	7,6	0	0	785	15,7	4215	84,3
	average	4652	348	6,9	228	4,5	10	0,2	586	11,7	4414	88,2

Table 2 – Change in the shelf life of sugar beet during long-term storage using different storage methods with ion ozone treatment

Name of samples	Repetition	Weight at ex- traction, g	Weight loss		Sick		Mechanical damage		Total losses		Storability	
			g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Cagat - control	I	4700	300	6,0	1015	20,3	0	0	1315	26,3	3685	73,7
	II	4465	535	10,7	1120	22,4	0	0	1655	33,1	3345	66,9
	III	4505	495	9,9	550	11,0	0	0	1045	20,9	3955	79,1
	average	4557	443	8,8	895	17,9	0	0	1338	26,7	3662	73,2
IOZ (Cagat -1)	I	4600	400	8,0	70	1,4	0	0	470	9,4	4530	90,6
	II	4715	285	5,7	185	3,7	0	0	470	9,4	4530	90,6
	III	4735	265	5,3	185	3,7	70	1,4	520	10,4	4480	89,6
	average	4683	317	6,3	147	2,9	23	0,4	487	9,7	4513	90,2

IOZ (Cagat -2)	I	4690	310	6,2	205	4,1	0	0	515	10,3	4485	89,7
	II	4670	330	6,6	100	2,0	0	0	430	8,6	4570	91,4
	III	4710	290	5,8	320	6,4	0	0	610	12,2	4390	87,8
	average	4690	310	6,2	208	4,8	0	0	518	10,4	4482	89,6
Hermetically sealed - control	I	4550	450	9,0	300	6,0	20	0,4	770	15,4	4230	84,6
	II	4630	370	7,4	480	9,6	10	0,2	860	17,2	4140	82,8
	III	4585	415	8,3	420	8,4	0	0	835	16,7	4165	83,3
	average	4588	412	8,2	400	8,0	10	0,2	822	16,4	4178	83,5
IOZ (hermetically sealed – 1)	I	4860	140	2,8	370	7,4	0	0	510	10,2	4490	89,8
	II	4845	155	3,1	250	5,0	0	0	405	8,1	4595	91,9
	III	4790	210	4,2	245	4,9	0	0	455	9,1	4545	90,9
	average	4831	169	3,3	288	5,8	0	0	457	9,1	4543	90,8
IOZ (hermetically sealed – 2)	I	4715	285	5,7	175	3,4	15	0,3	475	9,5	4525	90,5
	II	4735	265	5,3	175	3,4	20	0,4	460	9,2	4540	90,8
	III	4715	285	5,7	105	2,1	0	0	390	7,8	4610	92,2
	average	4722	278	5,5	151	3,0	11	0,2	440	8,8	4560	91,2
Trench closure - control	I	4630	370	7,4	415	8,3	0	0	785	15,7	4215	84,3
	II	4465	535	10,7	740	14,8	0	0	1275	25,5	3725	74,5
	III	4535	465	9,3	950	19,0	30	0,6	1415	28,3	3585	71,7
	average	4544	456	9,1	701	14,0	10	0,2	1157	23,1	3843	76,8
IOZ (Trench closure – 1)	I	4650	350	7,0	165	3,3	0	0	515	10,3	4485	89,7
	II	4585	415	8,3	250	5,0	0	0	665	13,3	4335	86,7
	III	4645	355	7,1	210	4,2	0	0	565	11,3	4435	88,7
	average	4627	373	7,5	208	4,1	0	0	581	11,6	4419	88,4

According to the results of the evaluation of the shelf life of sugar beet from the Merke District farm, stored under various storage methods, it was noted that all options with ion ozone treatment under pile, hermetic and trench storage methods exceed the control options in shelf life. The shelf life of sugar beet under hermetic storage conditions with ion ozone treatment exceeds other options.

Phytopathological assessment of sugar beet harvest from a farm in Koksü district with ozone treatment. Quantitative and qualitative losses of sugar beet during long-term storage occur mainly from diseases caused by pathogenic microorganisms such as gray mold (*Botrytis cinerea*), phomosis (*Phoma betae*) and fusarium (*Fusarium* spp). Establishing the loss of sugar beet from the above types of diseases allows for a phytopathological assessment of the condition of sugar beet during long-term storage. In this regard, the effect of ozone treatment on changing the content of these types of diseases of sugar beet roots is of great scientific and practical interest. The results of the study, on the phytopathological assessment of sugar beet from the Koksü district farm with ozone treatment, are shown in Table 3.

From the data in Table 3 it is evident that the total losses from sugar beet disease in the control samples are from 5.7% to 10.2%, with pile storage from 3.4% to 3.9%, with hermetically sealed storage from 1.7% to 3.4%, with trench storage from 3.0% to 4.5%. The greatest losses are due to gray rot from 1.6% to 4.6%, then phomosis and fusarium. According to the results of phytopathological assessment of sugar beet from the farm of Koksü district with different storage methods, it follows that the incidence of beet diseases in the control variants with all storage methods is higher than with ozone treatment. It should be noted that the lower incidence of diseases is under hermetically sealed storage conditions with ozone treatment.

Phytopathological assessment of sugar beet from the Merke district farm during ion ozone treatment. We conducted experimental studies to establish the effect of ion ozone treatment on the state of the general disease and on individual types: gray mold, phomosis and fusarium of sugar beet. The results of the study on the phytopathological assessment of the state of sugar beet from the farm of the Merke district are given in Table 4.

From the data in Table 4 it is evident that the total losses are from (min) to (max), including gray rot from 1.0 to 8.1%, phomosis from 0.8% to 6.6% and fusarium from 0.4% to 3.4%.

Table 3 – Phytopathological condition of sugar beet by diseases during ozone treatment

Name of samples	Recurrence	Losses from diseases		Botrytis cinerea (gray rot)		Phoma betae (phoma blight)		Fusarium spp (fusarium wilt)	
		g	%	g	%	g	%	g	%
Cagat - control	I	300	6,0	170	3,4	75	1,5	65	1,3
	II	285	5,7	190	3,8	0	0	95	1,9
	III	275	5,5	100	2,0	105	2,1	70	1,4
	average	287	5,7	153	3,0	60	1,2	76	1,5
OZ (Cagat -1)	I	230	4,6	110	2,2	60	1,2	60	1,2
	II	205	4,1	80	1,6	70	1,4	55	1,1
	III	150	3,0	70	1,4	80	1,6	0	0
	average	195	3,9	86	1,7	70	1,5	38	0,7
OZ (Cagat -2)	I	150	3,0	60	1,2	60	1,2	20	0,4
	II	170	3,4	80	1,6	50	0,5	40	0,8
	III	190	3,8	100	2,0	45	0,9	45	0,9
	average	170	3,4	80	1,6	51	1,1	35	0,6
Hermetically sealed - control	I	390	7,8	180	3,6	110	2,2	100	2,0
	II	370	7,4	120	2,4	130	2,6	120	2,4
	III	420	8,4	190	3,8	120	2,4	110	2,2
	average	393	7,8	163	3,2	120	2,4	110	2,2
OZ (hermetically sealed – 1)	I	240	4,8	90	1,8	150	3,0	0	0
	II	180	3,6	80	1,6	50	0,5	50	0,5
	III	90	1,8	90	1,8	0	0	0	0
	average	170	3,4	86	1,7	66	1,4	16	0,3
OZ (hermetically sealed – 2)	I	100	2,0	100	2,0	0	0	0	0
	II	90	1,8	45	0,9	45	0,9	0	0
	III	70	1,4	30	0,6	0	0	40	0,8
	average	86	1,7	58	1,2	15	0,3	13	0,2

Trench closure - control	I	590	11,8	290	5,8	150	3,0	150	3,0
	II	470	9,4	170	3,4	170	3,4	130	2,6
	III	480	9,6	230	4,6	150	3,0	100	2,0
	average	513	10,2	230	4,6	156	3,1	126	2,5
OZ (Trench closure – 1)	I	100	2,0	100	2,0	0	0	0	0
	II	205	4,1	195	3,9	0	0	10	0,2
	III	380	7,6	180	3,6	170	3,4	30	0,6
	average	228	4,5	158	3,2	56	1,1	13	0,2

Table 4 – Phytopathological condition of sugar beet during ion ozone treatment

Name of samples	Recurrence	Losses from diseases		Botrytis cinerea (gray rot)		Phoma betae (phoma blight)		Fusarium spp (fusarium wilt)	
		g	%	g	%	g	%	g	%
Cagat - control	I	1015	20,3	515	10,3	380	7,6	120	2,4
	II	1120	22,4	420	8,4	400	8,0	300	6,0
	III	550	11,0	250	5,0	150	3,0	100	2,0
	average	895	17,9	395	7,9	327	6,6	173	3,4
IOZ (Cagat -1)	I	70	1,4	70	1,4	0	0	0	0
	II	185	3,7	90	1,8	95	1,9	0	0
	III	185	3,7	85	1,7	50	1,0	50	1,0
	average	147	2,9	49	1,0	48	0,9	50	1,0
IOZ (Cagat -2)	I	205	4,1	105	2,1	70	1,4	30	0,6
	II	100	2,0	50	1,0	50	1,0	0	0
	III	320	6,4	120	2,4	130	2,6	70	1,4
	average	208	4,1	92	1,8	83	1,7	33	0,6

Hermetically sealed - control	I	300	6,0	130	2,6	170	3,4	0	0
	II	480	9,6	280	5,6	100	2,0	100	2,0
	III	420	8,4	180	3,6	120	2,4	100	2,0
	average	400	8,0	196	3,9	130	2,8	66	1,3
IOZ (hermetically sealed – 1)	I	370	7,4	170	3,4	150	3,0	50	1,0
	II	250	5,0	150	3,0	100	2,0	0	0
	III	245	4,9	145	2,9	50	1,0	50	0,5
	average	288	5,8	155	3,2	100	2,0	33	0,6
IOZ (hermetically sealed – 2)	I	175	3,4	75	1,5	75	1,5	25	0,5
	II	175	3,4	85	1,7	55	1,1	35	0,7
	III	105	2,1	105	2,1	0	0	0	0
	average	151	3,0	88	1,8	43	0,8	20	0,4
Trench closure - control	I	415	8,3	215	4,3	150	3,0	50	1,0
	II	740	14,8	440	8,8	170	3,4	130	2,6
	III	950	19,0	550	11,0	290	5,8	110	2,2
	average	701	14,0	401	8,1	203	4,0	96	1,9
IOZ (Trench closure – 1)	I	165	3,3	65	1,3	50	1,0	50	1,0
	II	250	5,0	150	3,0	50	1,0	50	1,0
	III	210	4,2	160	3,2	50	1,0	0	0
	average	208	4,1	125	2,5	50	1,0	33	0,6

According to the results of phytopathological assessment of sugar beet from the farm of Merke district with different storage methods, it follows that the incidence of beet diseases in the control variants with all storage methods is higher than with ion ozone treatment. The variant with storage of sugar beet in conditions of pile storage with ion ozone treatment slightly exceeds the other variants.

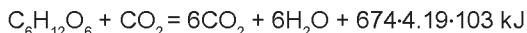
Study of the intensity of respiration of sugar beet with ozone treatment. The intensity of respiration of sugar beet characterizes the physiological processes occurring during long-term storage of sugar beet; natural loss of sugar beet mass is mainly associated with the intensity of respiration. In the case of the pile method of storing sugar beets, the intensity of respiration is mainly aerobic, i.e. with access to oxygen in the air.

In the hermetic method of storing sugar beets in stationary containers, the intensity of respiration changes from aerobic to completely anaerobic respiration.

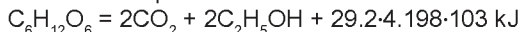
In the trench method of storing sugar beets, the aerobic nature of the respiration begins and the oxygen content in the air decreases, and anaerobic respiration also occurs.

As is known, the intensity of respiration is described by the equation:

Aerobic respiration:



Anaerobic respiration:



During long-term storage of sugar beets, a large amount of carbon dioxide, water and thermal energy is released during aerobic respiration.

All of them affect the storage condition of sugar beets in terms of humidity and temperature, as well as the development of pathogenic microorganisms. During anaerobic respiration of sugar beets, ethyl alcohol, water and thermal energy are formed in small quantities compared to aerobic respiration. The method for determining the intensity of respiration of sugar beets during long-term storage was determined according to those described above in the research methods section. The results of the study on the effect of ozone treatment on the respiration intensity of sugar beet under different storage conditions are presented in Table 5.

Table 5 – Change in respiration intensity of sugar beet with different methods of storage with ozone treatment

No.	Sample names	Repeti- tion	Amount of HCl used for titration ml		a	Average value, a	Respiratory rate (J) mg CO ₂ /kg h
			Investigate				
			by f-fo	by m-or			
	Xn	I	9,9	10,2	0,3	0,3	
		II	9,9	10,2	0,3		

1	Cagat - control	I	8,8	10,4	1,3	1,3	7,15
		II	8,8	10,4	1,3		
2	OZ (Cagat - 1)	I	9,7	10,7	0,65	0,65	4,29
		II	9,7	10,7	0,65		
3	OZ (Cagat - 2)	I	8,9	10,2	1,0	1,0	5,5
		II	8,9	10,2	1,0		
4	Sealed - control	I	8,4	10,2	1,5	1,55	8,5
		II	8,3	10,2	1,6		
5	OZ (Sealed -1)	I	9,0	10,2	0,9	0,75	4,1
		II	9,3	10,2	0,6		
6	OZ (Sealed -2)	I	9,3	10,4	0,8	0,8	4,4
		II	9,3	10,4	0,8		
7	Trench - control	I	8,1	10,1	1,8	1,85	10,1
		II	8,0	10,1	1,9		
8	OZ (Trench -1)	I	8,9	10,3	1,15	1,15	6,32
		II	8,8	10,2	1,15		

It is evident from the data in Table 5 that in the control samples the respiration rate was in the range from 7.15 to 10.1 mg CO₂/kg.hour, with pile storage from 4.29 to 5.5 mg CO₂/kg.hour, hermetically sealed from 4.1 to 4.4 mg CO₂/kg.hour and in trenches at an average level of 6.32 CO₂/kg.hour. The respiration rate of sugar beet with all studied storage methods with ozone treatment is less than the respiration rate under conditions without treatment in the control samples, which is explained by more favorable storage conditions with ozone treatment.

Study of sugar beet respiration intensity during ion ozone treatment. The results of the study of the effect of ion ozone treatment on the respiration intensity of sugar beet under different storage conditions are presented in Table 6.

It is evident from the data in Table 6 that the respiration rate in the control samples was within the range of 8.2 to 12.6 mg CO₂/kg.hour, in a pile from 4.5 to 5.22 mg CO₂/kg.hour, in a sealed container from 4.29 to 4.95 mg CO₂/kg.hour, and in a trench from 7.7 to 12.6 mg CO₂/kg.hour.

The respiration rate of sugar beets in all studied storage methods with ion ozone treatment was less than the respiration rate under conditions without treatment (control variants), which is explained by more favorable storage conditions with ion ozone treatment.

The effect of ozone treatment:

- Treatment with ozone flows significantly reduced the microbial load on the surface of root crops, which led to a decrease in the number of diseased and rotten specimens.
- The weight loss after ozone treatment was 10–15% lower compared to the control group.
- The shelf life of root crops increased by 20–25% with optimal ozone concentration and treatment time.

Efficiency of ion-ozone treatment:

- Ion-ozone treatment was more effective in combating bacterial infections due to the combined action of ions and ozone.
- The number of diseased root crops decreased by 30% compared to untreated samples.
- Weight loss was minimal (5–8%), and shelf life reached 80% after 3 months of storage.

Table 6 – Changes in the intensity of respiration of sugar beet under different storage methods with ion ozone treatment

No.	Sample names	Repetition	Amount of HCl used for titration ml		a	Average value, a	Respiratory rate (J) mg CO ₂ /kg h
			Investigate				
			by f-fo	by m-or			
	X _n	I	9,9	10,2	0,3	0,3	
		II	9,9	10,2	0,3		
		II	8,8	10,2	1,15		
1	Cagat - control	I	8,4	10,2	1,55	1,60	8,8
		II	8,3	10,2	1,65		
2	IOZ (Cagat - 1)	I	10,2	11,3	0,8	0,82	4,5
		II	10,2	11,3	0,8		
3	IOZ (Cagat - 2)	I	9,0	10,2	0,95	0,95	5,22
		II	9,0	10,2	0,95		
4	Sealed - control	I	8,6	10,3	1,4	1,5	8,2
		II	8,5	10,4	1,6		
5	IOZ (Sealed -1)	I	9,7	10,7	0,65	0,65	4,29
		II	9,7	10,7	0,65		
6	IOZ (Sealed -2)	I	8,9	10,1	0,9	0,9	4,95
		II	8,9	10,1	0,9		
7	Trench - control	I	7,65	10,25	2,35	2,30	12,6
		II	7,7	10,25	2,35		
8	IOZ (Trench -1)	I	8,3	10,2	1,7	1,7	7,7
		II	8,3	10,2	1,7		

Conclusion. In general, based on the study of the physiological process occurring in sugar beet during long-term storage based on changes in respiration intensity, it is possible to cancel the importance of its reduction during ozone and ion-ozone treatment, which leads to a decrease in all losses, including natural loss. The use of ozone and ion-ozone flows has shown high efficiency in extending the shelf life of sugar beet. The most significant results have been achieved using ion-ozone treatment, which provides:

- Reduction of phytopathological damage.

- Minimization of quantitative losses.
- Improvement of shelf life and suitability of root crops for processing.

The results of the study have been tested at Koksu Sugar Plant LLP and Merke Sugar Plant LLP.

The introduction of these technologies into agricultural practice will increase the economic efficiency of sugar production by reducing losses at the storage stage and ensuring high quality of raw materials.

References

- 1 Sharipov A.K. Experience of reviving sugar beet production in Kazakhstan and Russia (Text) // Actual issues of economic sciences: materials of the II Intern. scientific conf. (Ufa, April 2013). - Ufa: Leto, 2013. - P. 36-40. (in Russian)
- 2 Methods of storing sugar beets (Electronic resource) // Vuzlit.ru. - URL: https://vuzlit.ru/1737604/rezhimy_sposoby_hraneniya_saharnoy_svekly (date of access: 10.02.2025). (in Russian)
- 3 Sweet problems of Kazakhstan (Electronic resource) // Kazakh-Zerno. — July 13, 2017 — URL: <http://www.kazakh-zerno.kz/novosti/populyarnye-novosti/237380-sladkie-problemy-kazakhstana> (date of access: 10.02.2025). (in Russian)
- 4 Trisvyatsky L. A., Lesik, G. V., Kudrina, V. N. Storage and technology of agricultural products. — Moscow: Agropromizdat, 1991. — 415 p. (in Russian)
- 5 Experience of reviving sugar beet production in Kazakhstan and Russia (Electronic resource) // Moluch.ru. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/76/3723/> (date of access: 10.02.2025). (in Russian)
- 6 Is it profitable to grow sugar beets in Kazakhstan (Electronic resource) // Inform.kz. — URL: http://www.inform.kz/ru/vygodno-li-vyraschivat-saharnuyu-sveklu-v-kazahstane_a2982838 (date of access: 10.02.2025). (in Russian)
- 7 Storage of sugar beets, storage methods (Electronic resource) // Agroxxi.ru. — URL: <https://www.agroxxi.ru/saharnaja-sv-kla/saharnaja-sv-kla-hranenie/hranenie-saharnoi-svekly-prodolzhenie.html> (date of access: 10.02.2025). (in Russian)
- 8 Kulajanov K. S., Iztaev A. I., Maemerov M. M. Theoretical foundations of the technique and technology of ozone and ion and ion-ozone processing of grain // Information agrotechnologies: abstract of the report of the international scientific and practical seminar. — Almaty, 2009. — P. 90. (in Russian)
- 9 Iztaev A. I., Dautkanova D. R., Dautkanova N. B., Yerbulekova M. T., Toxanbayeva B. O. New Natural Sugar Substitute in Baking Industry // 5-th World Engineering Congress (WEC-2013) «Pakistan Engineering Council at National University of Sciences Technology». — Islamabad, 2013. — P. 6.
- 10 Iztaev A. I., Kulajanov T. K., Maemerov M. M., Assangalieva J. R. Electromagnetic Ion-Ozone Grain Processing // Pakistan Engineering Council at National University of Sciences Technology. 5-th World Engineering Congress (WEC-2013): Proceedings of the International Scientific and Practical Conf. — Islamabad, 2013. — P. 31.
- 11 Stankevich G. N. Compilation of a mathematical description based on experimental data // Mathematical modeling of food production processes: Collection of problems: Textbook; Ed. by N. Ostapchuk V. Kyiv: Vyshchak, 1992. - Chapter 1. - P. 3-59. (in Russian)
- 12 Ostapchuk M. V. Mathematical modeling on EOM: Handbook / M. V. Ostapchuk, G. N. Stankevich. - Odessa: Druk, 2007. - 313 p. (in Ukrainian)

Измаев А.И.¹, Якияева М.А.¹, Жакатаева А.Н.²

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, пос. Алмалыбак, Алматинская область, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ОЗОННОЙ И ИОНООЗОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования сохраняемости корнеплодов сахарной свеклы после обработки озонными и ионоозонными потоками. Целью исследования являлось продление срока хранения сырья сахарного производства за счет антибактериальной обработки и минимизации потерь. Применялись инновационные технологии озоновой и ионоозонной обработки, направленные на уничтожение патогенной микрофлоры и предотвращение гниения. Озон (O_3) обладает дезинфицирующими свойствами, уничтожая бактерии, споры плесени и грибов. Ионоозонные потоки, сочетая озон и отрицательно заряженные ионы, усиливают антибактериальный эффект. В ходе эксперимента оценивались интенсивность дыхания корнеплодов, динамика метаболических процессов и степень воздействия озона и ионоозона. Проведен анализ количественных изменений продукции, включая: убыль массы; количество пораженных корнеплодов; степень механических повреждений; общие потери (усушка, гниль, плесень); процент сохраняемости качественных корнеплодов. Фитопатологическая оценка выявила снижение пораженности болезнями. Результаты подтвердили, что обработка озоном и ионоозоном снижает потери и продлевает срок хранения, сохраняя товарный вид и вкусовые качества. Это подтверждает перспективность технологии для сахарной промышленности как эффективного и экологически безопасного метода хранения сырья.

Ключевые слова: сахарная свекла, хранение, озон, ионоозон, обработка.

* * *

Измаев А.И.¹, Якияева М.А.¹, Жакатаева А.Н.²

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ ауылы, Алматы облысы, Қазақстан

ОЗОН ЖӘНЕ ИОНОЗОНДЫ ӨНДЕУ АЛДЫНДА ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНЫҢ САҚТАУ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Түйіндіме. Мақалада қант қызылшасының түйнектерін озонды және ионоозонды ағындармен өндегеннен кейінгі сақталу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты – шикізатты бактерияға қарсы өңдеу және сақтау кезіндегі шығындарды азайту арқылы қант өндірісінің негізгі шикізатының сақталу мерзімін ұзарту. Патогендік микрофлораны жою және шіру процестерінің алдын алу үшін озонды және ионоозонды өндеудің инновациялық технологиялары қолданылды. Озон (O_3) бактерияларды, көгеру спораларын және зәңдерді жоятын күшті дезинфекциялық қасиеттерге ие. Ионоозонды ағындар озон мен теріс зарядталған иондарды біріктіре отырып, бактерияға қарсы әсерін күшейтеді. Эксперимент барысында түйнектердің тыныс алу қарқындылығы, метаболиттік процестердің динамикасы және озон мен ионоозонның әсер ету деңгейі баға-

ланды. Өнімнің сандық өзгерістері талданып, салмақтың кемуі, зақымдалған түйнектер саны, механикалық зақымдану дәрежесі, жалпы шығындар (кебу, шіру, зең), сапалы түйнектердің сақталу пайызы көрсеткіштері зерттелді. Фитопатологиялық бағалау барысында аурулардың таралуының төмендегені байқалды. Зерттеу нәтижелері озон және ионоозонмен өңдеу әдістерінің шикізаттың массалық жоғалуын азайтып, сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік беретінін дәлелдеді. Зерттеу барысында өңделген түйнектер ұзақ уақыт бойы тауарлық түрін және дәмдік қасиеттерін сақтап қалды. Бұл әдістің қант өнеркәсібі үшін тиімді және экологиялық қауіпсіз сақтау технологиясы ретінде болшағы зор екенін растайды.

Түйінді сөздер: Қант қызылшасы, сақтау, озон, ионоозон, өңдеу.

Information about the authors

Iztayev Auyelbek – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, yamadina88@mail.ru

Yakiyayeva Madina – PhD, Associate Professor, Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, yamadina88@mail.ru

Zhakatayeva Altynay – PhD, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalymbak settlement, Almaty Region, Kazakhstan, yamadina88@mail.ru

Авторлар туралы мәліметтер

Измаев Ауелбек Измаевич – Техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, yamadina88@mail.ru

Якияева Мадина Асатуллаевна – PhD, қауымдастырылған профессор, ҚР ҰАҒА корреспондент-мүшесі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, yamadina88@mail.ru

Жакатаева Алтынай Насыпкановна – PhD, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ а., Алматы облысы, Қазақстан, yamadina88@mail.ru

Сведения об авторах

Измаев Ауелбек Измаевич – доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, yamadina88@mail.ru

Якияева Мадина Асатуллаевна – PhD, ассоциированный профессор, член-корреспондент НААН РК, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан, yamadina88@mail.ru

Жакатаева Алтынай Насыпкановна – PhD, Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, п. Алмалыбак, Алматинская область, Казахстан, yamadina88@mail.ru

ПЕРЕВОД СТАТЬИ / МАҚАЛАНЫҢ АУДАРМАСЫ

Измаев А.И.¹, Якияева М.А.¹, Жакатаева А.Н.²

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, п. Алмалыбак, Алматинская область, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ОЗОННОЙ И ИОНООЗОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования сохраняемости корнеплодов сахарной свеклы после обработки озонными и ионоозонными потоками. Цель исследования - продление срока хранения сырья сахарного производства за счет антибактериальной обработки и минимизации потерь. Применялись инновационные технологии озонной и ионоозонной обработки, направленные на уничтожение патогенной микрофлоры и предотвращение гниения. Озон (O_3) обладает дезинфицирующими свойствами, уничтожая бактерии, споры плесени и грибов. Ионоозонные потоки, сочетая озон и отрицательно заряженные ионы, усиливают антибактериальный эффект. В ходе эксперимента оценивались интенсивность дыхания корнеплодов, динамика метаболических процессов и степень воздействия озона и ионоозона. Проведен анализ количественных изменений продукции, включая: убыль массы; количество пораженных корнеплодов; степень механических повреждений; общие потери (усушка, гниль, плесень); процент сохраняемости качественных корнеплодов. Фитопатологическая оценка выявила снижение пораженности болезнями. Результаты подтвердили, что обработка озоном и ионоозоном снижает потери и продлевает срок хранения, сохраняя товарный вид и вкусовые качества. Это подтверждает перспективность технологии для сахарной промышленности как эффективного и экологически безопасного метода хранения сырья.

Ключевые слова: сахарная свекла, хранение сахарной свеклы, озонная обработка, ионоозон, обработка.

Введение. Сахарную свеклу принимают партиями. Партией считают любое количество свеклы, доставленное в одной транспортной единице и оформленное одним документом. До взвешивания свеклу осматривает контроль и, исходя из ее физического состояния, спелости, общей загрязненности и данных предуборочного химико-фитопатологического обследования посевов, распределяет по срокам хранения [1-2].

Современная прогрессивная технология приемки и хранения корнеплодов сахарной свеклы, убранный комбайном, предусматривает выполнение следующих важнейших мероприятий: предуборочное массовое химико-фитопатологическое обследование посевов свеклы; приемку свеклы в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 17421; распределение свеклы на категории по срокам хранения и переработки; доочистку свеклы от примесей перед укладкой в кагаты; применение химических препаратов для обработки свеклы, укладываемой на хранение; вентилирование кагатов увлажненным воздухом; использование автоматизированных средств контроля и регулирования

ния температурного режима; защиту свеклы от увядания и подмораживания (нанесение на поверхность кагатов слоя известкового молока и укрытие их теплоизоляционными материалами); использование сплавных площадок, оборудованных системами активного вентилирования для краткосрочного хранения свеклы и подачи ее на переработку; применение механизмов для подачи свеклы из кагатов на переработку, обеспечивающих минимальные потери свекломассы и сахара [3-4].

Свекла, доставляемая с полей в автомашинах с бортами, разгружается и укладывается в кагаты: на кагатных полях – с помощью мобильных свеклоукладчиков, на механизированных складах и площадках с твердым покрытием с помощью фронтальных свеклоукладчиков на пневмоколесном ходу или рельсовых [5-6].

При правильно проведенном замораживании свеклы дыхание и все процессы обмена в корнеплодах прекращаются. Химический состав и технологические качества замороженной и свежей свеклы практически одинаковы.

Ферменты при замораживании не инактивируются. При оттаивании же корнеплодов их активность восстанавливается, что подтверждается почернением свекловичной ткани и быстрым гидролизом сахарозы [7-8].

Установлено также, что хорошо хранится свежевыкопанная, неподвяленная мытая свекла с содержанием сильно травмированных корнеплодов не более 15 % и зеленой массы не более 3 %. Подвяленные корнеплоды после мойки хранятся хуже, чем невымытые.

Успех хранения во многом зависит от газового состава кагатного воздуха, в частности соотношения углекислого газа и кислорода. Наиболее благоприятные условия для хранения маточных корнеплодов создаются, если в кагатном воздухе кислорода содержится 12-14 %, углекислого газа — около 5 %. При хранении маточных корнеплодов свеклы в условиях повышенной концентрации углекислого газа не только наблюдаются потери массы и сахара (в связи с более интенсивным дыханием), и тем больше, чем больше в хранилище углекислоты, но и снижается семенная их продуктивность. В опытах Н. И. Корженко (ВНИС) при хранении маточных корнеплодов в течение месяца в хранилище, где концентрация углекислого газа составляла около 60%, они потеряли способность к прорастанию. Гибель центральной почки наблюдалась у 16,3% при хранении в течение 20 дней и у 30% при хранении 30 дней без доступа воздуха в хранилище. Средний урожай семян с одного растения был 90 и 75 г, а при хранении без доступа воздуха в течение 10 дней — 123 г. При отсутствии аэрации, что может быть в кагатах со свеклой, накопление углекислого газа быстро возрастает. Имеет значение и температура в хранилище. Если она в пределах 0°, 2°С, то углекислый газ накапливается постепенно и соответственно уменьшается содержание кислорода в хранилищах. Если температура 8°С и выше, то количество углекислого газа уже на пятый день может быть 25-30 %, если нет доступа воздуха в хранилище. Отсюда следует практический вывод, что длительное хранение маточных корнеплодов в кагатах, где нарушена аэрация, неизбежно приводит к потерям хранимых корнеплодов, и к снижению их семенной продуктивности [9-10].

Газовый состав воздуха в хранилище может изменяться и в зависимости от степени загрязненности свеклы. Приставшая грязь закупоривает по-

верхность корнеплодов и промежутки между ними, что затрудняет аэрацию, повышает температуру, в результате повышается активность микроорганизмов и интенсивность дыхания.

Для нормального хранения свеклы вредно избыточное количество не только углекислоты, но и кислорода. Снижение уровня кислорода в среде повышает холодостойкость, обогащение среды углекислым газом ослабляет дыхание свеклы, а обогащение кислородом стимулирует дыхание. Хорошее хранение свеклы требует умеренного дыхания. Значительное количество углекислоты, образуемое в ходе дыхания, удерживается корнеплодами, а если дать свежий воздух, то углекислота сразу же освобождается. Надо учитывать, что главный возбудитель кагатной гнили — грибок *Ботритиссинереа* — аэроб, поэтому приток кислорода может стимулировать его развитие [11-12].

Меры предупреждения нарушения нормального газового состава воздуха в хранилище: соблюдать рекомендации по глубине траншей и высоте укрытия кагатов; не допускать повышенного увлажнения почвы и сильного загрязнения свеклы, не выделять под кагатное поле участки с блюдцами, с высоким уровнем грунтовых вод, на сильно заплывающих почвах; весной не задерживать выемку корнеплодов после снятия земляного укрытия.

Методы исследования. В ходе эксперимента сахарная свекла подвергалась обработке озонными и ионоозонными потоками в различных режимах, которые различались:

- Концентрацией озона (в зависимости от типа обработки);
- Продолжительностью воздействия (временные интервалы обработки);
- Температурными условиями хранения после обработки.

Оценка эффективности обработки включала в себя комплексное изучение состояния корнеплодов на разных этапах хранения. Были проведены следующие анализы:

1. Определение интенсивности дыхания – измерение выделения углекислого газа для оценки метаболической активности корнеплодов. Высокая интенсивность дыхания свидетельствует об ускоренных процессах разложения и снижении сохраняемости.

2. Количественный анализ сохраненной продукции – взвешивание и учет массы продукции на разных этапах хранения для выявления динамики потерь.

3. Фитопатологическая оценка корнеплодов – изучение наличия и распространности грибковых и бактериальных заболеваний, оценка степени поражения и выявление патологических изменений.

Определение интенсивности дыхания. При проведении всевозможных исследований с хранением клубней или овощей удобным является способ определения дыхания в герметично закрытых эксикаторах. Сущность метода состоит в том, что выделяемая углекислота поглощается едким натрием с образованием углекислых соли, количество которой рассчитывается по разнице титрования полученного раствора в присутствии фенолфталеина и метилоранжа.

Эксикатора должны закрываться герметично. Проверяют герметичность эксикаторов следующим образом: в подготовленный сухой эксикатор кладут

подожжённую бумагу и закрывают, если через сутки эксикатор сохраняет вакуум, то он герметичен, его можно использовать для опыта.

Размер эксикатора зависит от величины пробы и продолжительности опыта. Расчёт должен быть такой, чтобы к концу опыта навеской было использовано около половины кислорода, заключённого в эксикаторе. Для обеспечения герметичности крышки эксикатора промазывают вазелином или смазкой. Для опыта необходимы 0,5 н растворы HCl и NaOH, а также растворы индикаторов фенолфталеина и метилоранжа.

Обычно берется средняя проба овощей 0,5-1 кг клубней. Каждое определение проводится в 2,3 кратной повторности, для чего готовят соответствующее количество типичных и одинаковых проб. На дно эксикатора в чашке Петри помещают 50 мл 0,5 н щёлочь (интенсивность дыхания не превышает 10 мг CO₂ в час, а навеске 0,5 кг). Эту операцию нужно проводить как можно быстрее, чтобы щелочь поглотила меньше CO₂ из воздуха. Одновременно ставят такие же эксикаторы, но без овощей (контроль для щелочь).

Клубни или овощи над щёлочью выдерживают обычно 12-24 часа. Для получения сравнимых данных, определение необходимо проводить при одинаковой температуре, так как интенсивность дыхания сильно зависит от температуры. В подготовленные эксикаторы с щелочью на подставки вкладывают поочередно помещают пробы с таким расчетом, чтобы корнеплоды не касались щелочи, а в щёлочь не попадала грязь. Вынимают пробы в том же порядке, в каком закладывали. Щелочь выливают в колбы и плотно их закрывают. На титрование берётся 10 мл щелочи в 2 кратной повторности: если данные параллельных титрований не совпадают, то число повторных титрований увеличивают. Титрование проводят 0,5 н соляной кислотой сначала в присутствии 1-2 капель фенолфталеина до обесцвечивания, а затем с добавлением метилоранжа (1-2 капли) до изменения окраски.

Интенсивность дыхания определяется количеством углекислоты, выделяемой (мг) 1 кг овощей за 1 час преопределённой температуре (учитывается в каждом отдельном случае).

$$x = \frac{a \cdot 2 \cdot k \cdot 11 A}{T \cdot P \cdot B}$$

где:

a – разница титрований по фенолфталеину и метилоранжу (за вычетом разницы титрования контроле на щелочь), мл

k – поправка к титру кислоты.

A – объем щелочи, помещанной в эксикаторе, мл

B – объем щелочи, взятый на титрования, мл

T – время экспозиции, час.

P – вес пробы, кг.

$$\text{Интенсивность дыхания сахарной свеклы} - J = \frac{a \cdot k \cdot 5.5 A}{T \cdot P \cdot B}$$

где:

a – разница титрований по фенолфталеину и метилоранжу (за вычетом разницы титрования контроле на щелочь) – мл (х.п)

A – объем щелочи, помещенной в эксикаторе, 50 мл

B – объем щелочи взятый на титрования, 10 мл

T – время экспозиции, 5 ч.

P – вес пробы, 1 кг

5,5 – коэффициент пересчёта мл NaOH усвоенного CO₂ на мг CO₂

На 1 мл 0,1 н раствора щелочи идет 2,2 мг CO₂, а на 1 мл 0,25 н раствора щелочи идет:

0,1 н - 2,2 мг CO₂

0,25 н х

$$x = \frac{0,25 \cdot 2,2}{0,1} = 5,5$$

к – поправка к титру кислоты

$k = \frac{\text{мл щелочи}}{\text{мл кислоты}}$ пошедшее на титрование по фенолфталеину

$k = \frac{(10 \text{ мл NaOH})}{(10 \text{ мл HCl})} = 1$ На 10 мл 0,25 н NaOH пошло 10 мл 0,25 н HCl

$$J = \frac{a \cdot k \cdot 5.5 \cdot A}{T \cdot P \cdot B} = \frac{a \cdot 1 \cdot 5.5 \cdot 50}{5 \cdot 1 \cdot 10} = a \cdot 5.5$$

Методика исследований по хранению корнеплодов. Для длительного хранения корнеплоды выращивают на плодородных почвах. Урожай должен быть выращен при соблюдении основных требований агротехники: при ведении севооборотов, при рациональном применении удобрений, пестицидов и орошения. В почве не должно быть возбудителей болезней, особенно фомоза и серая гнили. Для посева используют чистосортные семена одной партии.

В процессе хранения анализировались следующие параметры:

- Убыль массы – количественные потери массы корнеплодов из-за испарения влаги и метаболической активности.
- Количество больных корнеплодов – доля корнеплодов, пораженных фитопатогенами (гнили, плесень и бактериальные инфекции).
- Механические повреждения – оценка внешних дефектов и травм, возникших при сборе и транспортировке.
- Общие потери – совокупность всех форм утрат, включая естественную убыль, повреждения и поражение заболеваниями.
- Сохраняемость – процент здоровых и пригодных к дальнейшей переработке корнеплодов через определенные интервалы хранения.

Убирать урожай и отбирать урожай на хранение необходимо до наступления заморозков. Опытную продукцию следует свезти в день уборки на постоянное место хранения, чтобы корнеплоды не утратили часть влаги и не поглотили ее из влажного воздуха, что может сказаться на сохраняемости. После завоза корнеплодов в хранилище следует выдержать их несколько

дней для выравнивания по тургорного состояния. Все варианты одного опыта должны быть заложены в течение одного дня. Закладывают в опыт только здоровые, чистые, сухие, не поврежденные вредителями и болезнями, без механических повреждений, не подвявшие корнеплоды средних размеров, характерные для сорта и урожая данного года. Заложенные корнеплоды должны соответствовать требованиям ГОСТа Разница в размерах корнеплодов сказывается на интенсивности дыхания, испарении влаги, химическом составе, механической прочности и др. показателях. Различия в убыли массы могут быть большими, поэтому следует закладывать корнеплоды средних размеров и одинаковых в различных вариантах.

Масса учетного образца для овощей со средними и крупными корнеплодами, число повторений – не менее 3. Обязательным должен быть элемент сравнения, поэтому одним из вариантов должен быть контроль (стандарт). Один контроль должен приходиться на 10-12 вариантов.

Схема однофакторного опыта должна быть построена с соблюдением принципа единственного различия, при тождестве прочих условий.

В хранилище для хранения корнеплодов необходимо в возможно короткий срок довести температуру до оптимальной. В местах расположения всех вариантов опыта, включая контрольный должен быть создан одинаковый оптимальный режим хранения. Рекомендуется хранить при температуре 0°C с колебаниями в пределах от -0,5 до +1°C при относительной влажности воздуха 95-98%. Свеклу – при температуре +1°C, не ниже 0, при относительной влажности воздуха – не выше 95%.

При снятии образцов с хранения проводится полный анализ количественных изменений сохранившейся продукции и фитопатологическая оценка:

- убыль массы (потери от дыхания и испарения), определяется разницей в весе учетного образца при закладке на хранение и снятия после длительного хранения;
- выход полноценных корнеплодов, определяется взвешиванием сохранившейся полноценной продукции;
- абсолютный отход, определяется взвешиванием непригодной к употреблению продукции и определяется его отношение к весу заложенного образца;
- количество больных корнеплодов (отбирается продукция, пораженная болезнями с учетом видов болезней);
- другие потери (подмороженные, вялые) учитываются отдельно или в совокупности с другими отходами или как абсолютный отход;
- проросшие корнеплоды характеризуют степень выхода из состояния покоя. Определяется процент проросших корнеплодов в учетном образце;
- общие потери, складываются из убыли массы и абсолютного отхода.

Результаты учетов выражают в процентах к массе корнеплодов, заложенных на хранение.

Для определения качественных изменений при хранении изучают биохимический состав. Биохимические анализы проводят по общепринятым методикам перед закладкой корнеплодов на хранение и после него. Определяют изменения сухого вещества, сахаров, витамина С, каротина. Проба для хими-

ческого анализа должна состоять не менее, чем из 10 корнеплодов и полностью представлять средний образец от варианта опыта. Анализ проводят в день взятия пробы. Анализируют корнеплоды без зачистки покровных тканей.

Результаты и обсуждение. *Сохраняемость сахарной свеклы хозяйства Коксуского района при озонной обработке.* Сохраняемость сахарной свеклы характеризуется уровнем не потерянной массы при выемке этой массы, выражаемым в процентном соотношении. Потери общей массы сахарной свеклы складывается из следующих характеристик - естественной убыли (%), больных клубней (%), механических повреждений (%).

В данном случае, в хозяйстве Коксуского района Алматинской области, проведены исследования по определению сохраняемости сахарной свеклы с вычетом общей потери массы, которые определялись в трёх параметрах по разным способам длительного хранения при озонной обработке.

Результаты исследования сохраняемости сахарной свеклы приведена в таблице 1.

По результатам оценки сохраняемости сахарной свеклы из хозяйства Коксуского района, хранящейся при различных способах хранения отмечено, что все варианты с обработкой озоном при кагатном, герметичном и траншейном способах хранения превышают по сохраняемости контрольные варианты. Сохраняемость сахарной свеклы в условиях герметичного хранения с обработкой озоном превышает остальные способы хранения.

Сохраняемость сахарной свеклы Меркенского сахарного завода, обработанной ионоозонным потоком. Аналогичным образом, проведены исследование по определению сохраняемости сахарной свеклы разным способом хранения (кагатное, герметичное и траншейное) с ионоозонной обработкой в трех повторностях. Были также определены следующие потери: естественная убыль (%), больные клубники (%) механическое повреждение (%), суммируя их установлены общие потери, массы, которые позволили установить сохраняемость сахарной свеклы при разных способах хранения.

Результаты исследования по определению сохраняемости сахарной свеклы при разных способах длительного хранения, приведены в таблице 2.

По результатам оценки сохраняемости сахарной свеклы из хозяйства Меркенского района, хранящейся при различных способах хранения отмечено, что все варианты с обработкой ионоозоном при кагатном, герметичном и траншейном способах хранения превышают по сохраняемости контрольные варианты. Сохраняемость сахарной свеклы в условиях герметичного хранения с обработкой ионоозоном превышает остальные варианты.

Фитопатологическая оценка сахарной свеклы урожая из хозяйства Коксуского района с озонной обработкой. Количественно-качественные потери сахарной свеклы при длительном хранении происходит в основном от болезни, вызванные болезнетворными микроорганизмами такие как серая гниль (*Botrytis cinerea*), фомоз (*Phoma betae*) и фузариозы (*Fusarium* spp). Установления потери сахарной свеклы от приведённых видов болезни позволяет провести фитопатологическую оценки состояние сахарной свеклы при длительном хранении.

Таблица-1 – Изменение показателя сохраняемости сахарной свеклы при длительном хранении разными способами при озонной обработке

Название образца	Повторность	Масса при выемке, г	Убыль массы		Больные		Механические повреждения		Общие потери		Сохраняемость	
			г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Кагат-контрольный	I	4565	435	8,7	300	6,0	0	0	735	14,7	4265	85,3
	II	4630	370	7,4	285	5,7	0	0	655	13,1	4345	87,0
	III	4600	400	8,0	275	5,5	0	0	675	13,5	4325	86,5
	Cp	4598	401	8,0	287	5,7	0	0	689	13,8	4311	86,2
ОЗ (кагат-1)	I	4710	290	5,8	230	4,6	30	0,6	550	11,0	4450	89,0
	II	4685	315	6,3	205	4,1	20	0,4	540	10,8	4460	89,2
	III	4645	355	7,1	150	3,0	0	0	505	10,1	4495	90,0
	Cp	4680	320	6,4	195	3,9	17	0,3	532	10,6	4468	89,3
ОЗ (кагат-2)	I	4705	295	5,9	150	3,0	0	0	445	8,9	4555	91,1
	II	4705	295	5,9	170	3,4	0	0	465	9,3	4535	90,7
	III	4675	325	6,5	190	3,8	0	0	515	10,3	4485	89,7
	Cp	4695	305	6,1	170	3,4	0	0	475	9,5	4525	90,5
Герметичное – контрольный	I	4565	435	8,7	390	7,8	0	0	825	16,5	4175	83,5
	II	4565	435	8,7	370	7,4	70	1,4	875	17,5	4125	82,5
	III	4560	440	8,8	420	8,4	10	0,2	870	17,4	4130	82,6
	Cp	4763	437	8,7	393	7,8	26	0,5	856	17,1	4144	82,9
ОЗ (герметичное – 1)	I	4800	200	4,0	240	4,8	0	0	440	8,8	4560	91,2
	II	4780	220	4,4	180	3,6	0	0	400	8,0	4600	92,0
	III	4750	250	5,0	90	1,8	0	0	340	6,8	4660	93,2
	Cp	4778	223	4,5	170	3,4	0	0	393	7,8	4607	92,1

ОЗ (герметичное – 2)	I	4850	150	3,0	100	2,0	0	0	250	5,0	4750	95,0
	II	4820	180	3,6	90	1,8	0	0	270	5,4	4730	94,6
	III	4810	190	3,8	70	1,4	0	0	260	5,2	4740	94,8
	Ср	4827	173	3,5	86	1,7	0	0	259	5,1	4741	94,8
Траншей.– кон- трольный	I	4612	388	7,7	590	11,8	20	0,4	998	19,9	4002	80,0
	II	4515	485	9,7	470	9,4	0	0	955	19,1	4045	80,9
	III	4525	475	9,5	480	9,6	0	0	955	19,1	4045	80,9
	Ср	4551	449	9,0	513	10,2	6	0,1	968	19,3	4032	80,6
ОЗ (траншейное – 1)	I	4625	375	7,5	100	2,0	0	0	475	9,5	4525	90,5
	II	4735	265	5,3	205	4,1	30	0,6	500	10,0	4500	90,0
	III	4595	405	8,1	380	7,6	0	0	785	15,7	4215	84,3
	Ср	4652	348	6,9	228	4,5	10	0,2	586	11,7	4414	88,2

Таблица-2 – Изменение показателя сохраняемости сахарной свеклы при длительном хранении разными способом с ионоозонной обработкой

Название образ- цы	Повтор- ность	Масса при вы- емке, г	Убыль массы		Больные		Механическая повреждения		Общие потери		Сохраняемость	
			г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Кагат- контрольный	I	4700	300	6,0	1015	20,3	0	0	1315	26,3	3685	73,7
	II	4465	535	10,7	1120	22,4	0	0	1655	33,1	3345	66,9
	III	4505	495	9,9	550	11,0	0	0	1045	20,9	3955	79,1
	Ср	4557	443	8,8	895	17,9	0	0	1338	26,7	3662	73,2
ИОЗ (кагат- 1)	I	4600	400	8,0	70	1,4	0	0	470	9,4	4530	90,6
	II	4715	285	5,7	185	3,7	0	0	470	9,4	4530	90,6
	III	4735	265	5,3	185	3,7	70	1,4	520	10,4	4480	89,6
	Ср	4683	317	6,3	147	2,9	23	0,4	487	9,7	4513	90,2

ИОЗ (кагат- 2)	I	4690	310	6,2	205	4,1	0	0	515	10,3	4485	89,7
	II	4670	330	6,6	100	2,0	0	0	430	8,6	4570	91,4
	III	4710	290	5,8	320	6,4	0	0	610	12,2	4390	87,8
	Cp	4690	310	6,2	208	4,8	0	0	518	10,4	4482	89,6
Герметичное – контрольный	I	4550	450	9,0	300	6,0	20	0,4	770	15,4	4230	84,6
	II	4630	370	7,4	480	9,6	10	0,2	860	17,2	4140	82,8
	III	4585	415	8,3	420	8,4	0	0	835	16,7	4165	83,3
	Cp	4588	412	8,2	400	8,0	10	0,2	822	16,4	4178	83,5
ИОЗ (герметич- ное – 1)	I	4860	140	2,8	370	7,4	0	0	510	10,2	4490	89,8
	II	4845	155	3,1	250	5,0	0	0	405	8,1	4595	91,9
	III	4790	210	4,2	245	4,9	0	0	455	9,1	4545	90,9
	Cp	4831	169	3,3	288	5,8	0	0	457	9,1	4543	90,8
ИОЗ (герметич- ное – 2)	I	4715	285	5,7	175	3,4	15	0,3	475	9,5	4525	90,5
	II	4735	265	5,3	175	3,4	20	0,4	460	9,2	4540	90,8
	III	4715	285	5,7	105	2,1	0	0	390	7,8	4610	92,2
	Cp	4722	278	5,5	151	3,0	11	0,2	440	8,8	4560	91,2
Траншейное – контрольный	I	4630	370	7,4	415	8,3	0	0	785	15,7	4215	84,3
	II	4465	535	10,7	740	14,8	0	0	1275	25,5	3725	74,5
	III	4535	465	9,3	950	19,0	30	0,6	1415	28,3	3585	71,7
	Cp	4544	456	9,1	701	14,0	10	0,2	1157	23,1	3843	76,8
ИОЗ (траншей- ное – 1)	I	4650	350	7,0	165	3,3	0	0	515	10,3	4485	89,7
	II	4585	415	8,3	250	5,0	0	0	665	13,3	4335	86,7
	III	4645	355	7,1	210	4,2	0	0	565	11,3	4435	88,7
	Cp	4627	373	7,5	208	4,1	0	0	581	11,6	4419	88,4

В этой связи большой научно-практический интерес представляет, влияние озонной обработки на изменение содержание указанных видов болезни корнеплодов сахарной свеклы.

Результаты исследования, по фитопатологической оценке, сахарной свеклы из хозяйства Коксуского района с озонной обработкой приведены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что общей потери от болезни сахарной свеклы в контрольных образцах составляет от 5,7 % до 10,2 %, при кагатном хранении от 3,4 % до 3,9 %, при герметичном от 1,7 % до 3,4%, при траншейном от 3,0 % до 4,5 %. Самая большие потери приходится к серой гнили от 1,6 % до 4,6 %, затем фомоз и фузариозы.

По результатам фитопатологической оценки сахарной свеклы из хозяйства Коксуского района при разных способах хранения следует, что пораженность свеклы болезнями в контрольных вариантах при всех способах хранения выше, чем с обработкой озоном. Следует отметить более низкое поражение болезнями в условиях герметичного способа хранения с обработкой озоном.

Фитопатологическая оценка сахарной свеклы из хозяйства Меркенского района при ионоозонной обработке. Авторами были проведены экспериментальные исследования по установлению влияние ионоозонной обработки на состояние общей болезни и по отдельным видам: серая гниль, фомоз и фузариозы сахарной свеклы.

Результаты исследования по фитопатологической оценке состояния сахарной свеклы из хозяйства Меркенского района приведены в таблице 4.

Из данных таблицы 4 видно, что общие потери от (min) до (max), в том числе серая гниль от 1,0 до 8,1%, фомоз от 0,8% до 6,6% и фузариозы от 0,4 % до 3,4%.

По результатам фитопатологической оценки сахарной свеклы из хозяйства Меркенского района при разных способах хранения следует, что пораженность свеклы болезнями в контрольных вариантах при всех способах хранения выше, чем с обработкой ионоозоном. Вариант с хранением сахарной свеклы в условиях кагатного хранения с обработкой ионоозоном незначительно превышает остальные варианты.

Таблица-3 – Фитопатологическое состояние сахарной свеклы по болезням при озонной обработке

Название образцы	Повторность	Потери от болезней		Botrytis cinerea (серая гниль)		Phoma betae (фомоз)		Fusarium spp (фузариозы)	
		г	%	г	%	г	%	г	%
ОЗ (кагат-контрольный)	I	300	6,0	170	3,4	75	1,5	65	1,3
	II	285	5,7	190	3,8	0	0	95	1,9
	III	275	5,5	100	2,0	105	2,1	70	1,4
	Ср	287	5,7	153	3,0	60	1,2	76	1,5
ОЗ (кагат-1)	I	230	4,6	110	2,2	60	1,2	60	1,2
	II	205	4,1	80	1,6	70	1,4	55	1,1
	III	150	3,0	70	1,4	80	1,6	0	0
	Ср	195	3,9	86	1,7	70	1,5	38	0,7

ОЗ (кагат-2)	I	150	3,0	60	1,2	60	1,2	20	0,4
	II	170	3,4	80	1,6	50	0,5	40	0,8
	III	190	3,8	100	2,0	45	0,9	45	0,9
	Ср	170	3,4	80	1,6	51	1,1	35	0,6
ОЗ (герметичный-контрольный)	I	390	7,8	180	3,6	110	2,2	100	2,0
	II	370	7,4	120	2,4	130	2,6	120	2,4
	III	420	8,4	190	3,8	120	2,4	110	2,2
	Ср	393	7,8	163	3,2	120	2,4	110	2,2
ОЗ (герметичное – 1)	I	240	4,8	90	1,8	150	3,0	0	0
	II	180	3,6	80	1,6	50	0,5	50	0,5
	III	90	1,8	90	1,8	0	0	0	0
	Ср	170	3,4	86	1,7	66	1,4	16	0,3
ОЗ (герметичное – 2)	I	100	2,0	100	2,0	0	0	0	0
	II	90	1,8	45	0,9	45	0,9	0	0
	III	70	1,4	30	0,6	0	0	40	0,8
	Ср	86	1,7	58	1,2	15	0,3	13	0,2
ОЗ (траншейный-контрольный)	I	590	11,8	290	5,8	150	3,0	150	3,0
	II	470	9,4	170	3,4	170	3,4	130	2,6
	III	480	9,6	230	4,6	150	3,0	100	2,0
	Ср	513	10,2	230	4,6	156	3,1	126	2,5
ОЗ (траншейное – 1)	I	100	2,0	100	2,0	0	0	0	0
	II	205	4,1	195	3,9	0	0	10	0,2
	III	380	7,6	180	3,6	170	3,4	30	0,6
	Ср	228	4,5	158	3,2	56	1,1	13	0,2

Таблица 4 – Фитопатологическое состояние сахарной свеклы при ионоозонной обработке

Название образцы	Повторность	Потери от болезней		Botrytis cinerea (серая гниль)		Phoma betae (фомоз)		Fusarium spp (фузариозы)	
		г	%	г	%	г	%	г	%
Кагат-контрольный	I	1015	20,3	515	10,3	380	7,6	120	2,4
	II	1120	22,4	420	8,4	400	8,0	300	6,0
	III	550	11,0	250	5,0	150	3,0	100	2,0
	Ср	895	17,9	395	7,9	327	6,6	173	3,4
ИОЗ (кагат- 1)	I	70	1,4	70	1,4	0	0	0	0
	II	185	3,7	90	1,8	95	1,9	0	0
	III	185	3,7	85	1,7	50	1,0	50	1,0
	Ср	147	2,9	49	1,0	48	0,9	50	1,0
ИОЗ (кагат- 2)	I	205	4,1	105	2,1	70	1,4	30	0,6
	II	100	2,0	50	1,0	50	1,0	0	0
	III	320	6,4	120	2,4	130	2,6	70	1,4
	Ср	208	4,1	92	1,8	83	1,7	33	0,6

Герметичный – контрольный	I	300	6,0	130	2,6	170	3,4	0	0
	II	480	9,6	280	5,6	100	2,0	100	2,0
	III	420	8,4	180	3,6	120	2,4	100	2,0
	Ср	400	8,0	196	3,9	130	2,8	66	1,3
ИОЗ (герметичное – 1)	I	370	7,4	170	3,4	150	3,0	50	1,0
	II	250	5,0	150	3,0	100	2,0	0	0
	III	245	4,9	145	2,9	50	1,0	50	0,5
	Ср	288	5,8	155	3,2	100	2,0	33	0,6
ОЗ (герметичное – 2)	I	175	3,4	75	1,5	75	1,5	25	0,5
	II	175	3,4	85	1,7	55	1,1	35	0,7
	III	105	2,1	105	2,1	0	0	0	0
	Ср	151	3,0	88	1,8	43	0,8	20	0,4
Траншейный – контрольный	I	415	8,3	215	4,3	150	3,0	50	1,0
	II	740	14,8	440	8,8	170	3,4	130	2,6
	III	950	19,0	550	11,0	290	5,8	110	2,2
	Ср	701	14,0	401	8,1	203	4,0	96	1,9
ИОЗ (траншейное – 1)	I	165	3,3	65	1,3	50	1,0	50	1,0
	II	250	5,0	150	3,0	50	1,0	50	1,0
	III	210	4,2	160	3,2	50	1,0	0	0
	Ср	208	4,1	125	2,5	50	1,0	33	0,6

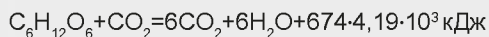
Исследование интенсивности дыхания сахарной свеклы при озонной обработке. Интенсивность дыхания сахарной свеклы характеризует физиологические процессы, происходящие при длительном хранении сахарной свеклы естественной убыли массы сахарной свеклы в основном связаны с интенсивностью дыхания. При кагатном способе хранения сахарной свеклы в основном интенсивность дыхания осуществляется аэробным, т.е. с доступом кислорода воздуха.

В герметичном способе хранения в стационарных ёмкостях сахарной свеклы интенсивность дыхания переходит от аэробного к полностью анаэробному дыханию.

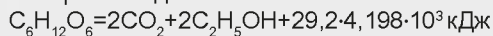
В траншейном способе хранения сахарной свеклы в начале аэробного дыхания имеет место уменьшение количества кислорода в воздухе, также наблюдается тенденция анаэробного дыхания.

Как известно интенсивность дыхания описывается уравнением:

Аэробное дыхание:



Анаэробное дыхание:



При длительном хранении сахарной свеклы при аэробном дыхании выделяется большое количество углекислого газа, воды и тепловой энергии.

Все они влияют на состояние хранения сахарной свеклы по влажности и температуры, а также на развитие болезнетворных микроорганизмов. При анаэробном дыхании сахарной свеклы образуется этиловый спирт, вода и тепловая энергия в малом количестве по сравнению с аэробным дыханием.

Методика определения интенсивности дыхания сахарной свеклы при длительном хранении определялась, согласно описанию выше, в разделе «Методы исследования». Результаты исследования влияние озонной обработки на интенсивность дыхания сахарной свеклы при разных способах хранения приведены в таблице 5.

Из данных таблицы 5 видно, что в контрольных образцах интенсивность дыхания находилось в пределах от 7,15 до 10,1 мг CO_2 /кг.час, при кагатном хранении от 4,29 до 5,5 мг CO_2 /кг.час, герметичном от 4,1 до 4,4 мг CO_2 /кг.час и траншейном на уровне в среднем 6,32 CO_2 /кг.час.

Таблица 5 – Изменение интенсивности дыхания сахарной свеклы при разных способах хранения с озонной обработкой

№ п.п	Названия образца	Повторность	Количество HCl на титрования мл		а	Среднее значение, а	Интенсивность дыхания (J) мг CO ₂ /кг час
			расследовать				
			по ф-фо	по м-ор			
	X _n	I	9,9	10,2	0,3	0,3	
		II	9,9	10,2	0,3		
1	Кагат-контрольный	I	8,8	10,4	1,3	1,3	7,15
		II	8,8	10,4	1,3		
2	ОЗ (кагат-1)	I	9,7	10,7	0,65	0,65	4,29
		II	9,7	10,7	0,65		
3	ОЗ (кагат-2)	I	8,9	10,2	1,0	1,0	5,5
		II	8,9	10,2	1,0		
4	Герметичный-контрольный	I	8,4	10,2	1,5	1,55	8,5
		II	8,3	10,2	1,6		
5	ОЗ (герметичный – 1)	I	9,0	10,2	0,9	0,75	4,1
		II	9,3	10,2	0,6		
6	ОЗ (герметичный - 2)	I	9,3	10,4	0,8	0,8	4,4
		II	9,3	10,4	0,8		
7	Траншейный-контрольный	I	8,1	10,1	1,8	1,85	10,1
		II	8,0	10,1	1,9		
8	ОЗ (траншейный -1)	I	8,9	10,3	1,15	1,15	6,32
		II	8,8	10,2	1,15		

Интенсивность дыхания сахарной свеклы при всех изучаемых способах хранения с обработкой озоном меньше интенсивности дыхания в условиях без обработки у контрольных образцов, что объясняется более благоприят-

ными условиями хранения при озоновой обработке.

Исследование интенсивности дыхания сахарной свеклы при ионоозонной обработке. Результаты исследования влияния ионоозонной обработки на интенсивность дыхания сахарной свеклы при разных способах хранения приведены в таблице 6.

Из данных таблицы 6 видно, что в контрольных образцах интенсивность дыхания находилась в пределах от 8,2 до 12,6 мг CO_2 /кг.час кагатном от 4,5 до 5,22 мг CO_2 /кг.час, герметичном от 4,29 до 4,95 мг CO_2 /кг.час и траншейном от 7,7 до 12,6 мг CO_2 /кг.час.

Интенсивность дыхания сахарной свеклы при всех изучаемых способах хранения с обработкой ионоозоном меньше интенсивности дыхания в условиях без обработки (контрольные варианты), что объясняется более благоприятными условиями хранения при ионоозоновой обработке.

Влияние озонной обработки:

- Обработка озонными потоками значительно снижала микробную нагрузку на поверхности корнеплодов, что приводило к уменьшению количества больных и загнивших экземпляров;

- Убыль массы после озонной обработки была на 10–15% ниже по сравнению с контрольной группой;

- Сохраняемость корнеплодов увеличивалась на 20–25% при оптимальной концентрации озона и времени обработки.

Эффективность ионоозонной обработки:

- Ионоозонная обработка оказалась более эффективной в борьбе с бактериальными инфекциями за счет комбинированного действия ионов и озона;

- Количество больных корнеплодов сократилось на 30% по сравнению с необработанными образцами;

- Убыль массы была минимальной (5–8%), а сохраняемость достигала 80% через 3 месяца хранения.

Таблица-6 – Изменения интенсивности дыхания сахарной свеклы при разных способах хранения с ионоозонной обработкой

№ п.п	Названия образца	Повторность	Количество HCl пошедшее на титрования мл		а	Среднее значения, а	Интенсивность дыхания (J) мг CO ₂ /кг.час
			расследовать				
			по ф-фо	по м-ор			
	X _n	I	9,9	10,2	0,3	0,3	
		II	9,9	10,2	0,3		
		II	8,8	10,2	1,15		
1	Кагат-контрольный	I	8,4	10,2	1,55	1,60	8,8
		II	8,3	10,2	1,65		
2	ИОЗ (кагат-1)	I	10,2	11,3	0,8	0,82	4,5
		II	10,2	11,3	0,8		

3	ИОЗ (кагат-2)	I	9,0	10,2	0,95	0,95	5,22
		II	9,0	10,2	0,95		
4	Герметичный контрольный	I	8,6	10,3	1,4	1,5	8,2
		II	8,5	10,4	1,6		
5	ИОЗ (герметичный - 1)	I	9,7	10,7	0,65	0,65	4,29
		II	9,7	10,7	0,65		
6	ИОЗ (герметичный - 2)	I	8,9	10,1	0,9	0,9	4,95
		II	8,9	10,1	0,9		
7	Траншейный контрольный	I	7,65	10,25	2,35	2,30	12,6
		II	7,7	10,25	2,35		
8	ИОЗ (траншейный контрольный)	I	8,3	10,2	1,7	1,7	7,7
		II	8,3	10,2	1,7		

Вывод. В целом на основе исследования физиологического процесса, происходящего в сахарной свекле при длительном хранении на основе изменения интенсивности дыхания можно отменить важность его снижение при озонной и ионоозонной обработке, которые приводит к снижению всех потерь в том числе естественной убыли. Применение озонных и ионоозонных потоков показало высокую эффективность в продлении срока хранения сахарной свеклы. Наиболее значительные результаты достигнуты при использовании ионоозонной обработки, которая обеспечивает:

- Снижение фитопатологического поражения;
- Минимизацию количественных потерь;
- Улучшение сохраняемости и пригодности корнеплодов к переработке.

Результаты исследования апробированы в ТОО «Коксуский сахарный завод» и ТОО «Меркенский сахарный завод».

Внедрение этих технологий в сельскохозяйственную практику позволит повысить экономическую эффективность сахарного производства за счет снижения потерь на этапе хранения и обеспечения высокого качества сырья.

References /Список литературы (см. страница 47)