

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

В. А. СЕРДЮКОВ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,  
а.г. Самохваловичи, Республика Беларусь, 223013

(Поступила в редакцию 24.01.2023)

*В работе представлены результаты исследований влияния условий и способов хранения на изменение содержания биохимических веществ в клубнях картофеля за период длительного хранения. Содержание в клубнях картофеля сухих веществ, крахмала и витамина С зависело от условий года и сорта, нитратов от факторов «сорт» и «условия года», редуцирующих сахаров и суммарного белка от сорта.*

*После длительного хранения у клубней сорта Бриз было максимальное количество редуцирующих сахаров, суммарного белка, витамина С и нитратов – 1,98 %, 1,04 %, 10,97 мг% и 230,08 мг/кг соответственно, а у сорта Вектар крахмала и сухих веществ – 11,79 и 17,52 % соответственно. Минимальное количество крахмала, сухих веществ, витамина С и нитратов было у сорта Скарб – 9,70 %, 15,37 %, 8,88 мг% и 105,91 мг/кг, редуцирующих сахаров у сорта Вектар – 0,82 %, а суммарного белка у сорта Рагнеда – 0,81 %.*

*В условиях ТХ-1 на 0,03 % и 10,12 мг/кг больше сохраняется суммарного белка и нитратов, на 0,10 % повышается количество редуцирующих сахаров. В условиях ТХ-2 выше количество крахмала, сухих веществ и витамина С на 0,05 %, 0,06 % и 0,65 мг% соответственно.*

*При хранении клубней картофеля насыпью больше сохраняется крахмала – 11,35 %, сухих веществ – 17,07 %, витамина С – 10,23 мг%, что больше на 0,06 %, 0,04 % и 0,60 мг % чем при контейнерном способе. Редуцирующих сахаров и нитратов меньше при хранении насыпью на 0,06 % и 17,10 мг/кг и составляет – 1,42 % и 151,71 мг/кг соответственно.*

**Ключевые слова:** картофель, сорт, клубень, условия и способ хранения, биохимические вещества.

*The paper presents the results of studies of the influence of storage conditions and methods on the change in the content of biochemical substances in potato tubers over a period of long-term storage. The content of dry substances, starch and vitamin C in potato tubers depended on the conditions of the year and variety, that of nitrates – on the factors "variety" and "conditions of the year", that of reducing sugars and total protein – on the variety.*

*After long-term storage, the tubers of the Breeze variety had the maximum amount of reducing sugars, total protein, vitamin C and nitrates – 1.98 %, 1.04 %, 10.97 mg% and 230.08 mg/kg, respectively, and in the Vektar variety starch and dry matter were 11.79 and 17.52 %, respectively. The minimum amount of starch, solids, vitamin C and nitrates was in the Skarb variety – 9.70 %, 15.37 %, 8.88 mg% and 105.91 mg/kg, reducing sugars in the Vektar variety – 0.82 %, and the total protein in the Ragneda variety is 0.81 %.*

*Under the first storage conditions, total protein and nitrates are preserved by 0.03 % and 10.12 mg/kg more, and the amount of reducing sugars increases by 0.10 %. Under the second storage conditions, the amount of starch, solids and vitamin C is higher by 0.05 %, 0.06 % and 0.65 mg%, respectively.*

*When storing potato tubers in bulk, more starch is retained – 11.35 %, solids – 17.07 %, vitamin C – 10.23 mg /%, which is more by 0.06 %, 0.04 % and 0.60 mg % than with the container method. There are less reducing sugars and nitrates when tubers are stored in bulk by 0.06 % and 17.10 mg/kg, they amount to 1.42 % and 151.71 mg/kg, respectively.*

**Key words:** potato, variety, tuber, conditions and method of storage, biochemical substances.

### Введение

Содержание биохимических веществ в клубнях картофеля зависят от многих факторов: почвенно-климатических условий, сортовых особенностей, агротехники выращивания, условий хранения клубней и т. д. [1, 2]. Качество картофеля во многом зависит от содержания сухих веществ [3]. В. Бертон [4], С. М. Прокошев [5] отмечали, что на их содержание в клубнях оказывают влияние сорт и условия года. Потери сухих веществ в сильной степени зависят от температуры, влажности воздуха в период хранения [6, 7].

Крахмал в клубнях составляет основную часть сухого вещества (70–80 %), поэтому по данному показателю на первом месте стоят те же сорта, что и по сухому веществу [6–8].

Редуцирующие сахара в клубнях картофеля в основном представлены глюкозой и фруктозой. Накопление их сильно колеблется в зависимости от сорта, агротехники выращивания и условий года [7]. Важнейшим факторам, определяющим изменения количества сахаров в период длительного хранения является температура. Сахара быстро накапливаются при температуре близкой к нулю, а при её повышении значительная часть сахара переходит в крахмал [7].

Считается, что накопление белка в клубнях картофеля не превышает в среднем 2 %, но имеются сорта с более низким и высоким уровнем белка [6]. Его содержание сильно зависит от сорта и условий года [4, 5]. Во время зимнего хранения происходят незначительные изменения содержания белка в клубнях, который к концу хранения достигает первоначального уровня [7].

По данным литературных источников [6], содержание витамина С в клубнях картофеля колеблется в пределах от 4 до 40 мг на 100 г, в отдельных случаях достигает 50 мг. В процессе хранения количество витамина С обычно уменьшается и больше всего теряется в начале хранения [6, 7].

Содержание нитратов в клубнях картофеля непосредственно определяет качество картофеля и зависит от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий и агротехники возделывания. Скороспелость сорта определяет уровень их накопления. Содержание нитратов в позднем картофеле меньше, так как их количество снижается в процессе вегетации за счёт связывания с вновь образующимися углеводами. За период длительного хранения количество нитратов в клубнях снижается [7].

Таким образом, целью наших исследований было определить влияние факторов (сорт, условия и способ хранения, условия года) на накопление и изменение биохимических веществ в клубнях картофеля за период длительного хранения.

#### Основная часть

Исследования проводились в лабораториях технологий производства и хранения картофеля (полевые опыты, отбор образцов, анализ и статистическая обработка данных) и биохимической оценки картофеля (выполнение лабораторных анализов) РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2017–2020 гг.

В качестве объектов исследований использовались сорта картофеля белорусской селекции различных групп спелости: среднеранней – Бриз, среднеспелой – Скарб, среднепоздней – Рагнеда и Вектар.

Предметом исследования были биохимические показатели клубней продовольственного картофеля (крахмал, сухое вещество, редуцирующие сахара, витамин С, суммарный белок и нитраты).

Проведен четырёхфакторный опыт:

**фактор А** – сорт (Бриз, Скарб, Рагнеда и Вектар);

**фактор В** – условия хранения, ТХ: (ТХ-1 – применение систем вентилирования пятого технологического уклада (оборудованы центробежными вентиляторами), ТХ-2 – применение систем вентилирования 3-4-го технологических укладов (оборудованы осевыми вентиляторами));

**фактор С** – способ хранения, СХ (насыпью, контейнерный);

**фактор D** – год (условия года).

Технология возделывания была общепринятой при выращивании картофеля с шириной междурядий 90 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [9].

В качестве предшествующей культуры в технологическом севообороте использовали озимый рапс на зерно с последующей запашкой пожнивных остатков в почву.

Посадку выполняли, когда температура почвы на глубине заделки клубней прогрелась до 6–8 °С.

Минеральные удобрения вносились из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. – фосфора (суперфосфат двойной) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Убирали картофель механизировано с отбором опытного материала, последующей их закладкой на хранение согласно схеме исследований. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный горизонт опытных участков полей характеризовался следующими агрохимическими показателями, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1. Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы (Самохваловичи Минского района), 2017-2019 гг.

Показатели	Единица измерения	2017 г.	2018 г.	2019 г.	$\bar{x}$
Гумус	%	2,11	1,98	2,22	2,10
pH <sub>KCl</sub>	–	4,80	4,40	3,40	4,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	мг/кг	338,60	419,20	220,30	326,03
K <sub>2</sub> O	мг/кг	436,00	387,60	276,30	366,63

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение.

Содержание основных элементов питания в почве находилось на достаточном уровне для выращивания картофеля. Гумус варьировал от 1,98 % до 2,22 %. Почва сильноокислая, кислотность варьировала от 3,40 до 4,80. Содержание подвижного фосфора и калия отличалось по годам, так, самое низкое их содержание было в 2019 г. – 220,30 и 276,30 мг/кг соответственно. Максимальное количество фосфора в почве было в 2018 г., а калия в 2017 г., их содержание в среднем составило – 419,20 и 436,00 мг/кг соответственно.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были не стабильны и отличались по годам, что позволило достоверно оценить влияние условий выращивания на биохимические показатели. В период посадки (май) среднесуточная температура воздуха в 2017 г. была ниже среднемного-

летней, а в 2018 и 2019 гг. превышала. Следует выделить 2018 г. температура воздуха значительно была выше среднемноголетней значения на 3,5 °С. Независимо от года количество выпавших осадков не превышало норму. Существенный дефицит влаги был в 2017 и 2018 гг., всего выпало 25,5 и 27,0 мм осадков, при норме 60,0 мм. Июнь 2017 и 2019 гг. был значительно теплее мая, среднесуточная температура воздуха в 2018 г. была на одном уровне с маем месяцем. Следует отметить, что июнь 2017 г. так же был более прохладным, температура воздуха была ниже среднемноголетней на 1,2 °С, а в 2019 г. на 3,4°С выше, в июне 2018 г. она была близка к среднемноголетней. Осадков выпало в июне меньше нормы, минимум в 2019 г. – 48,6 мм, максимум в 2017 г. – 69,9 мм. Температура в июле 2017 и 2019 гг. была близка – 17,4 и 17,5 °С соответственно, что ниже среднемноголетней, а в 2018 г. среднесуточная температура воздуха была на уровне среднемноголетней. Большое количество осадков в июле выпало в 2017 и 2018 гг. – 152,7 и 152,2 мм при норме 87,0 мм, дефицит влаги отмечен был в 2019 г., всего выпало 67,8 мм. Август 2017 и 2018 гг. был теплым, среднесуточная температура воздуха составила 19,0 и 19,9 °С соответственно, при среднемноголетней – 18,6 °С, а в 2019 г. она была ниже – 17,7 °С. Количество выпавших осадков превысило норму только в 2019 г., всего выпало 87,3 мм (норма 78,0 мм), а в 2017 и 2018 гг. осадков было ниже нормы. Сентябрь 2018 г. по температурному режиму отличался от других лет, он был теплым, среднесуточная температура воздуха была 15,5 °С, при норме 13,3 °С. В 2017 и 2019 гг. среднесуточная температура воздуха составила 13,8 и 12,9 °С соответственно. В сентябре 2017 г. выпало больше всего осадков – 81,2 мм, что на 22,2 мм больше нормы (59,0 мм), 2018 и 2019 гг. были более сухие, всего выпало 45,2 и 42,1 мм (рис. 1 и 2).

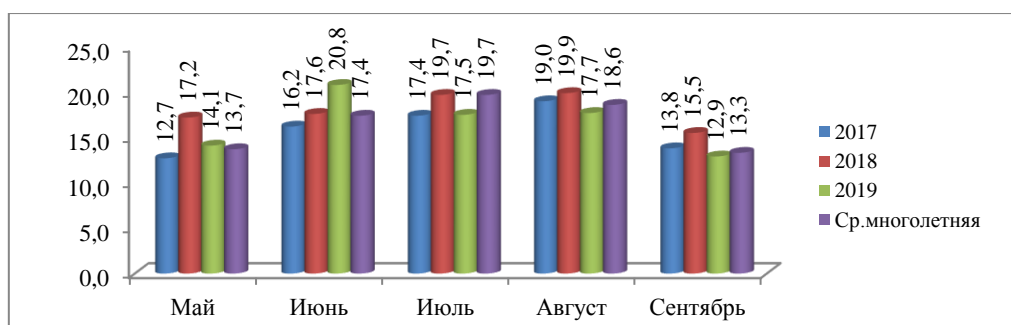


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха по месяцам в период проведения исследований, 2017–2019 гг., °С, (Агрометеостанция Минск, аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

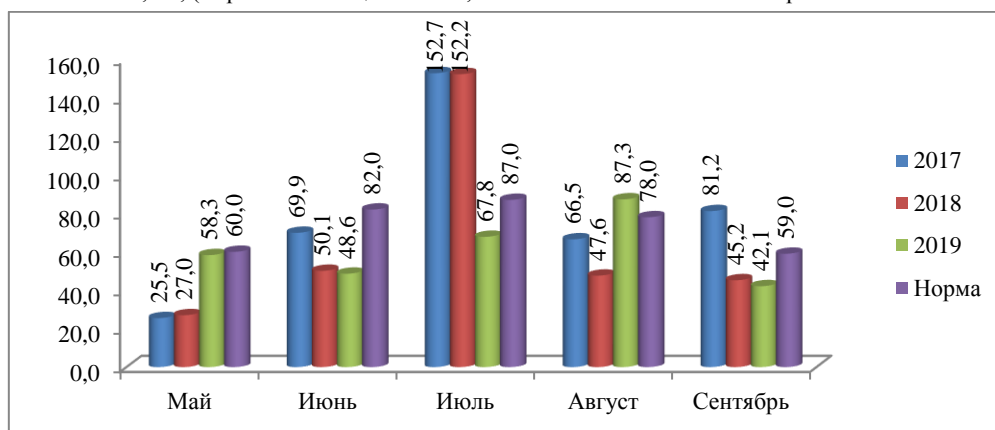


Рис. 2. Количество осадков по месяцам в период проведения исследований, 2017–2019 гг., мм, (Агрометеостанция Минск, аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

Исследования выполняли согласно Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля [10]. Содержание сухого вещества определяли термостатно-весовым методом, витамина С – по Мурри, нитратов – ионоселективным методом [11], суммарного белка – с реактивом Оранж «Ж» [12], редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера [13]. Экспериментальные данные обработаны программой Statistica 10.

В результате проведенных исследований установлено, что за период длительного хранения в клубнях сорта Вектар больше всего сохраняется сухих веществ, следовательно, и крахмала 17,93 и 12,17 % соответственно, меньше их у сорта Скарб – 15,37 и 9,70 % соответственно. После хранения у сортов Бриз и Скарб количество сухих веществ снизилось на 0,18 и 0,60 %, крахмала – 0,32 и 0,50 %

соответственно, а у сорта Рагнеда увеличивается на 0,29 %, у сорта Вектар эти показатели были неизменны независимо от условий и способов хранения. Четкой закономерности влияния условий и способов хранения на данные показатели не установлено, табл. 2.

Таблица 2. Влияние сорта, условий и способов хранения на биохимический состав клубней картофеля за период длительного хранения, 2017-2020 гг.

Сорт	ТХ	СХ	Показатель					
			крахмал, %	сухое вещество, %	редуцирующие сахара, %	суммарный белок, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг
Бриз	контроль		11,60	17,23	1,28	1,03	20,10	274,53
	1	Н	10,71	16,52	1,82	1,07	10,64	219,78
		К	11,62	17,39	2,07	1,09	10,13	269,14
	2	Н	11,91	17,64	2,13	1,00	11,72	175,89
		К	10,87	16,64	1,90	1,01	11,38	255,50
Среднее по сорту			11,28	17,05	1,98	1,04	10,97	230,08
Скарб	контроль		10,20	15,97	0,53	0,87	15,27	198,77
	1	Н	9,86	15,39	1,69	0,85	9,75	100,30
		К	9,62	15,30	1,96	0,87	8,36	117,13
	2	Н	9,43	15,13	1,50	0,84	8,58	108,93
		К	9,88	15,65	1,51	0,83	8,81	97,26
Среднее по сорту			9,70	15,37	1,67	0,85	8,88	105,91
Рагнеда	контроль		11,83	17,57	0,34	0,82	20,43	190,43
	1	Н	12,16	17,86	1,31	0,82	9,01	120,00
		К	11,65	17,39	1,74	0,83	9,42	131,34
	2	Н	12,27	18,05	1,19	0,80	10,12	136,83
		К	12,41	18,12	1,12	0,79	9,83	127,41
Среднее по сорту			12,12	17,86	1,34	0,81	9,60	128,90
Вектар	контроль		12,17	17,90	0,27	1,03	17,13	203,47
	1	Н	12,25	18,03	0,80	0,89	10,94	175,15
		К	12,44	18,24	0,64	0,98	8,63	189,72
	2	Н	12,18	17,92	0,93	0,97	11,10	176,77
		К	11,79	17,52	0,89	0,95	10,51	163,00
Среднее по сорту			12,17	17,93	0,82	0,95	10,30	176,16
Среднее по ТХ-1			11,29	17,02	1,50	0,93	9,61	165,32
Среднее по ТХ-2			11,34	17,08	1,40	0,90	10,26	155,20
Среднее по СХ-н			11,35	17,07	1,42	0,91	10,23	151,71
Среднее по СХ-к			11,29	17,03	1,48	0,92	9,63	168,81
Среднее за 2017-2018			9,98	15,74	1,37	0,90	8,56	155,05
Среднее за 2018-2019			10,50	16,21	1,51	0,92	12,11	105,11
Среднее за 2019-2020			13,46	19,20	1,48	0,92	9,13	220,62
НСР <sub>05</sub>	фактор А		0,95	0,95	0,20	0,04	1,24	35,11
	фактор В		0,74	0,75	0,20	0,04	0,90	29,16
	фактор С		0,74	0,75	0,20	0,04	0,90	29,07
	фактор D		0,67	0,68	0,25	0,05	0,93	30,38
	А:В:С:D		1,96	1,97	0,39	0,08	2,52	70,97

Примечание: контроль – биохимические показатели перед закладкой на хранение.

После хранения у клубней сорта Бриз отмечено максимальное количество сахаров – 1,98 %, минимальное у сорта Вектар – 0,82 %. За период хранения независимо от сорта количество сахаров увеличилось от 0,55 % (Вектар) до 1,14 % (Скарб). Закономерности влияния условий хранения на содержание в клубнях редуцирующих сахаров не выявлено. Больше всего суммарного белка после длительного хранения отмечено у клубней сорта Бриз – 1,04 % (перед закладкой на хранение – 1,03 %). Следует также отметить, что у сортов Скарб и Рагнеда за период длительного хранения данный показатель не изменяется. Статистически достоверное снижение белка было у сорта Вектар на 0,08 % и составило 0,95 %, тогда как после уборки его было 1,03 %. Больше всего белка в клубнях сохраняется в условиях ТХ-1 у сортов Бриз, Скарб и Рагнеда, у сорта Вектар в условиях ТХ-2. У клубней сортов Бриз и Рагнеда после уборки отмечено максимальное количество витамина С – 20,10 и 20,43 мг%, минимум у сорта Скарб – 15,27 мг%. За период хранения независимо от условий и способов хранения количество витамина С снижается от 6,39 мг% у сорта Скарб до 10,83 мг% у сорта Рагнеда. После хранения у клубней сорта Скарб минимум витамина С – 8,88 мг%, максимум у сорта Бриз – 10,97 мг%. Четкой закономерности влияния условий и способов хранения на содержание витамина С в клубнях не установлено.

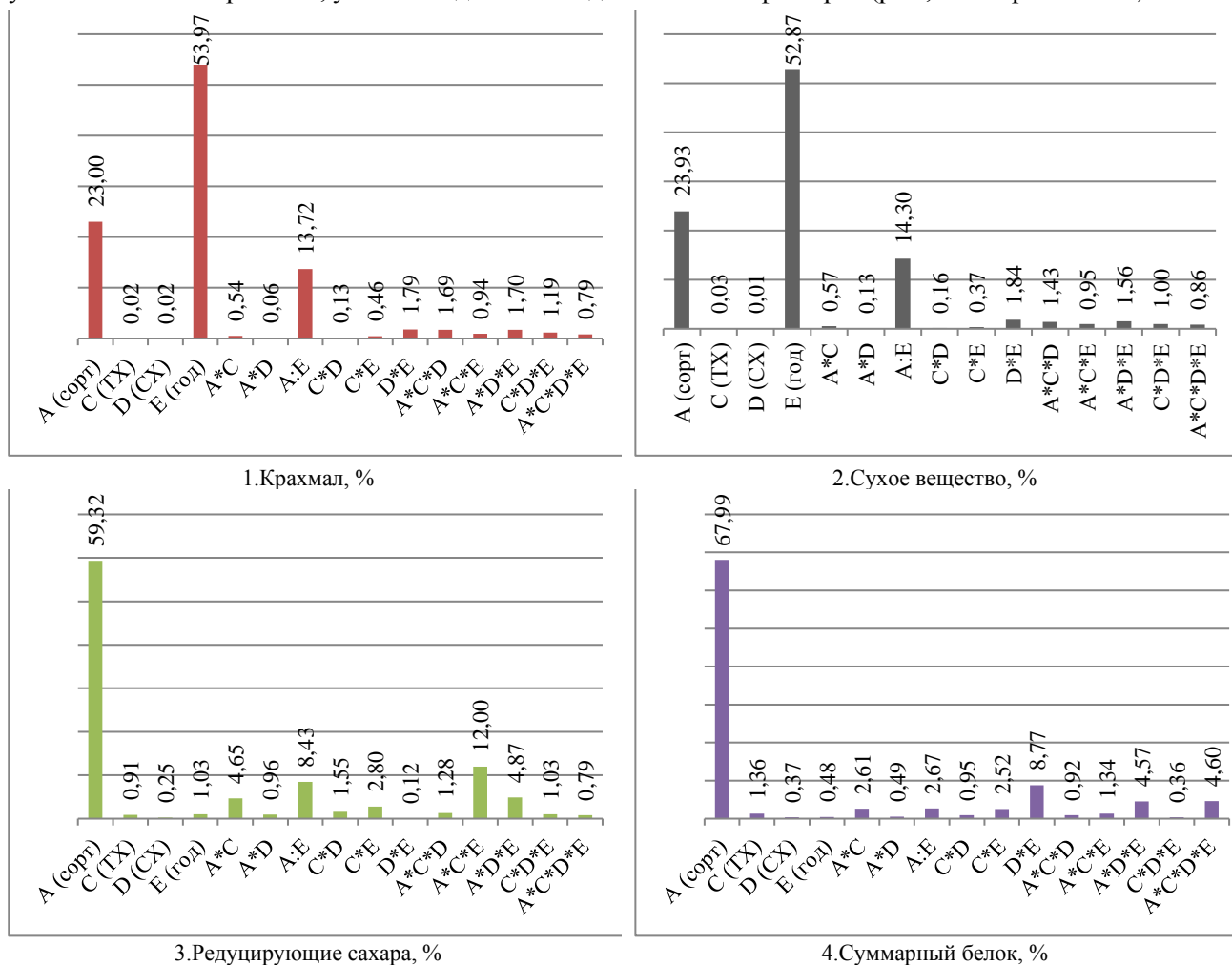
После уборки количество нитратов в клубнях не превышало ПДК, за исключением сорта Бриз, однако статистически достоверного превышения не установлено. После хранения данный показатель снизился и не превышал ПДК, независимо от сорта. Меньше всего нитратов было в клубнях сорта Скарб – 105,91 мг/кг, больше у сорта Бриз – 230,08 мг/кг. За период хранения количество нитратов снизилось от 27,31 до 92,86 мг/кг у сорта Вектар. У клубней сортов Бриз, Скарб и Вектар меньше всего снижается нитратов в условиях ТХ-1, у сорта Рагнеда в условиях ТХ-2. Независимо от сорта и способа хранения в условиях ТХ-1 больше сохраняется суммарного белка и нитратов на 0,03 % и 10,12 мг/кг, на 0,10 % повышается количество редуцирующих сахаров, и составляет 0,93 %,

165,32 мг/кг и 1,50 % соответственно. В условиях ТХ-2 по сравнению с ТХ-1 больше сохраняется крахмала, сухих веществ и витамина С на 0,05 %, 0,06 % и 0,65 мг% соответственно. Важно отметить, что статистически достоверного влияния условий хранения на количество биохимических веществ в клубнях картофеля не выявлено, результаты исследования находятся в пределах ошибки опыта.

При хранении клубней картофеля насыпью в среднем по опыту независимо от сорта и условий хранения в клубнях больше сохраняется крахмала – 11,35 %, сухих веществ – 17,07 %, витамина С – 10,23 мг%, что больше на 0,06 %, 0,04 % и 0,60 мг % чем при контейнерном способе хранения. Редуцирующих сахаров и нитратов меньше при хранении насыпью на 0,06 % и 17,10 мг/кг и составляет – 1,42 % и 151,71 мг/кг соответственно. Способ хранения на изменение количества суммарного белка не оказал влияние, его количество находится практически на одном уровне – 0,91 и 0,92 % при хранении насыпью и в контейнерах соответственно. Статистически достоверного влияния способы хранения на изменения биохимических веществ в клубнях картофеля не оказали.

Непосредственное влияние на содержание в клубнях крахмала, сухих веществ, витамина С и нитратов оказали условия года в период вегетации и хранения. Количество в клубнях редуцирующих сахаров и суммарного белка от этого фактора не зависели, результаты исследований в пределах одного показателя находились на одном уровне и статистически достоверной разницы не было установлено.

Независимо от сорта, условий и способов хранения минимальное количество в клубнях крахмала, сухих веществ, редуцирующих сахаров, суммарного белка и витамина С было в период 2017–2018 гг. и составило 9,98 %, 15,74, 1,37, 0,90 % и 8,56 мг%, а нитратов в 2018-2019 гг. – 105,11 мг/кг сырого веса. Максимальное количество крахмала, сухих веществ и нитратов было в период 2019–2020 гг. – 13,46 %, 19,20 % и 220,62 мг/кг, редуцирующих сахаров и витамина С в 2018–2019 гг. – 1,51 % и 12,11 мг% соответственно, а суммарного белка в сезон 2018–2019 и 2019–2020 гг. было одинаковым – 0,92 %. Для точного определения влияния изучаемых факторов на изменение количества биохимических веществ в клубнях картофеля выполнен дисперсионный анализ по схеме трёхфакторного опыта включающий факторы сорт, условия и способ хранения, условия года и взаимодействия этих факторов (рис., гистограммы 1–6).



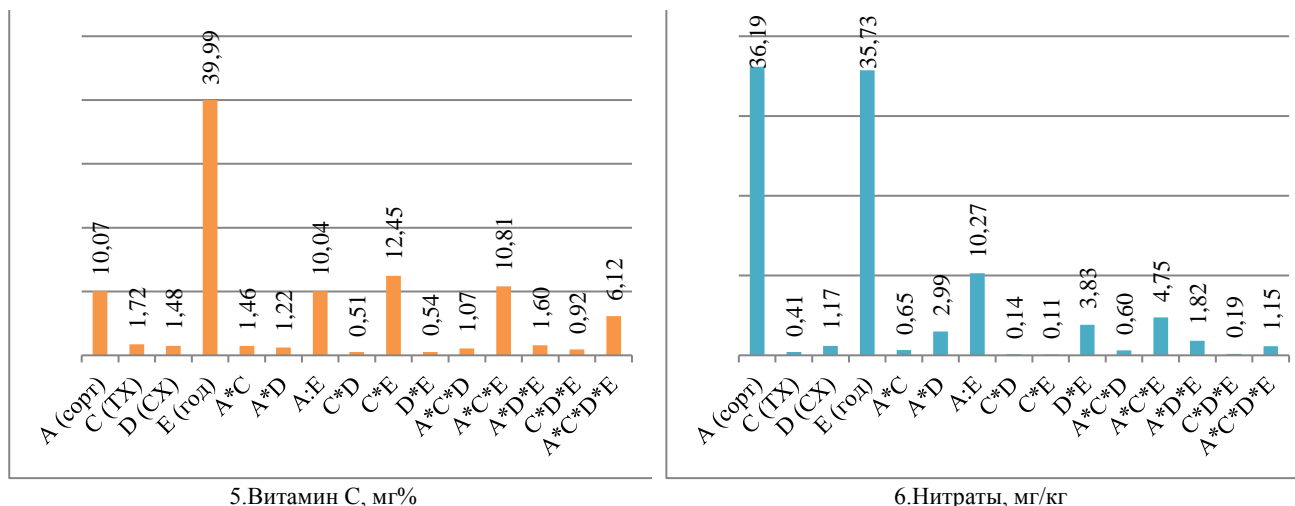


Рис. 3. Влияние изучаемых факторов (сорт, условия и способ хранения, год, и их взаимодействие) на накопление и изменение биохимических веществ в клубнях картофеля, 2017–2020 гг.

Дисперсионный анализ показал, что содержание в клубнях картофеля сухих веществ, крахмала и витамина С непосредственно зависит от условий года (условий в период вегетации и хранения) с долей влияния 52,87 %, 53,97 и 39,99 % соответственно. Существенное влияние их накопление и сохранение за период длительного хранения зависит от сорта: сухих веществ на 23,93 %, крахмала и витамина С на 23,00 и 10,07 % соответственно. Содержание в клубнях нитратов непосредственно зависело от факторов «сорт» и «условия года», доля их влияния находилась на одном уровне и составляет 36,19 и 35,73 % соответственно. Количество редуцирующих сахаров и суммарного белка в клубнях является сортовой особенностью, доля влияния данного фактора составляет 59,32 и 67,99 % соответственно. Условия и способ хранения существенного влияния на биохимический состав клубней картофеля не оказывает.

#### Заключение

За период длительного хранения у клубней сорта Бриз отмечено максимальное количество редуцирующих сахаров, суммарного белка, витамина С и нитратов – 1,98 %, 1,04 %, 10,97 мг% и 230,08 мг/кг соответственно, а у сорта Вектар крахмала и сухих веществ – 11,79 и 17,52 % соответственно. Минимальное количество крахмала, сухих веществ, витамина С и нитратов было у сорта Скарб – 9,70 %, 15,37 %, 8,88 мг% и 105,91 мг/кг, редуцирующих сахаров у сорта Вектар – 0,82 %, а суммарного белка у сорта Рагнеда – 0,81 %.

В условиях ТХ-1 на 0,03 % и 10,12 мг/кг больше сохраняется суммарного белка и нитратов, на 0,10 % повышается количество редуцирующих сахаров. В условиях ТХ-2 выше количество крахмала, сухих веществ и витамина С на 0,05 %, 0,06 % и 0,65 мг% соответственно.

При хранении клубней картофеля насыпью больше сохраняется крахмала – 11,35 %, сухих веществ – 17,07 %, витамина С – 10,23 мг%, что больше на 0,06 %, 0,04 % и 0,60 мг % чем при контейнерном способе. Редуцирующих сахаров и нитратов меньше при хранении насыпью на 0,06 % и 17,10 мг/кг и составляет – 1,42 % и 151,71 мг/кг соответственно.

Содержание в клубнях картофеля сухих веществ, крахмала и витамина С зависит от условий года на 52,87 %, 53,97 и 39,99 % соответственно. Количество нитратов в клубнях зависело от факторов «сорт» и «условия года» на 36,19 и 35,73 % соответственно. Содержание редуцирующих сахаров и суммарного белка в клубнях является сортовой особенностью на 59,32 и 67,99 % соответственно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов, М. В. Перевозка и хранение картофеля / М. В. Антонов. – М.: Экономика, 1965. – 207 с.
2. Коршунов, А. В. Управление урожаем и качеством картофеля / А. В. Коршунов. – М., 2001. – С. 369.
3. Жоровин, Н. А. Потребительские качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Минск. – 1963. – 120 с.
4. Бертон, В. Картофель / В. Бертон // Пер. с англ. В. Н. Чепкасова. – М.: Изд-во ЛЛ. – 1952. – С. 52–67.
5. Прокошев, С. М. Биохимия картофеля / С. М. Прокошев. – М., Изд-во АН СССР, 1947. – 242 с.
6. Картофель / под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1972. – 448 с.
7. Сокол, П. Ф. Хранение картофеля / П. Ф. Сокол / М., Сельхозиздат, 1963. – 256 с.
8. Кирюхин, В. П. Накопление крахмала в растущих клубнях / В. П. Кирюхин // Картофель и овощи. – 1989. – № 11. – С. 17–19.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.
10. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
11. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин [и др.]; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
12. Методы биохимического исследования растений / В. В. Арасимович [и др.]; под ред. А. И. Ермакова. – М., 1987. – 456 с.
13. Luchhisinger, W. W. Reducing power by the dinitrosallycyl acid method / W. W. Luchhisinger, B. A. Corneski // Anal. Bbiochem. – 1962. – № 4. – P. 346.