DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-36-47
УДК: 633.491:631.527
Поступила: 10.09.2020
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

С. Н. Травина

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова,
Полярная опытная станция – филиал ВИР,
184209 Россия, Мурманская область, г. Апатиты, Козлова, 2;

e-mail: swetusic@mail.ru

РАСКРЫТИЕ ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ С ЦВЕТНОЙ МЯКОТЬЮ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. Произведенная в местных условиях овощная продукция может обеспечить продовольственную безопасность населения; снабдить организм человека необходимыми витаминами и элементами питания. В условиях Арктического Севера была изучена коллекция картофеля, образцы которой содержали в составе мякоти клубней антоцианы – растительные пигменты. Все изученные образцы картофеля обладают антиоксидантными свойствами, пригодны для диетического и лечебного питания. **Материалы и методы.** Изучение проводили на 15 сортообразцах: ‘Сеянец Степана’, ‘Степан’, ‘Екзотика’, ‘Фиолетик’, ‘Кубинка’, ‘Василёк’, ‘Лекарь’, ‘Северное Сияние’, ‘Аметист’, ‘Гурман’, ‘Перламутровый’, ‘Весь синий’, ‘Весь красный’, ‘Клюквенно-красный’, ‘Малина’. Изучение проводили согласно методическим рекомендациям ВИР. **Результаты.** На протяжении трехлетнего изучения сорта коллекции имели антоциановое окрашивание мякоти фиолетового (синего), красного цвета разной степени интенсивности. У диетических сортов с белой мякотью (‘Василек’, ‘Кубинка’) наблюдалось ее слабое окрашивание по сосудистому кольцу. Изменчивость признака окрашивания мякоти клубня определяется на генном уровне. Вероятно, интенсивному биосинтезу антоцианов способствовали длинный полярный день низкие температуры воздуха. При изучении элементов продуктивности в условиях Мурманской области практически все сорта проявили признаки позднеспелости и не годятся для выращивания на раннюю продукцию. Сорт стандарт ‘Хибинский ранний’ в пробной копке имеет в среднем 520 г/куст, 76% товарности. В окончательной уборке стандарт набирает в среднем 800 г/куст, 87% товарности. Самые высокие значения по раннему накоплению урожая (79-80% к стандарту) в условиях Крайнего Севера были у сортов ‘Фиолетик’ (к-24754) и ‘Северное сияние’ (к-25344). Высокой урожайностью к окончательной уборке характеризовались сорта: ‘Фиолетик’ (к-24754 93% к St), ‘Гурман’ (106% к St), ‘Перламутровый’ (115% к St). По крахмалистости выделились образцы: ‘Кубинка’ (19,3%), ‘Екзотика’ (15,2%), ‘Гурман’ (16,7%), ‘Фиолетик’ (14,2%), ‘Перламутровый’ (14,2%), ‘Лекарь’ (13,2%). Высокое содержание крахмала в данном случае, вероятно, обусловлено метеорологическими условиями и генетическими особенностями сортов, проявляющих признаки позднеспелости. **Выводы.** Для возделывания в условиях Арктического Севера могут быть рекомендованы сорта: ‘Северное Сияние’, ‘Фиолетик’, ‘Гурман’, ‘Перламутровый’, ‘Клюквенно-красный’.

Ключевые слова: картофель, антоциановое окрашивание мякоти, урожайность, арктический Север.

DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-36-47

Received: 10.09.2020

ORIGINAL ARTICLE

S. N. Travina

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
Polar Experiment Station of VIR,
2, Kozlova Street, Apatity 184209, Russia;

e-mail: swetusic@mail.ru

REVEALING THE POTENTIAL OF POTATO VARIETIES WITH COLORED PULP IN THE CONDITIONS OF THE MURMANSK REGION

A collection of 15 potato varieties 'Seyanets Stepana', 'Stepan', 'Yekzotika', 'Fioletik', 'Kubinka', 'Vasilok', 'Lekar'', 'Severnoye Siyaniye', 'Ametist', 'Gurman', 'Perlamutrovyy', 'Ves siniy', 'Ves krasnyy', 'Klyukvenno-krasnyy', 'Malina' was studied in the Arctic North. All the studied accessions demonstrated antioxidant properties and suitability for dietetic and therapeutic nutrition. The study was conducted in accordance with the VIR Guidelines. During a three-year study, the studied varieties displayed purple (blue) and red tuber pulp coloration of varying degrees of intensity. Even the varieties with white flesh 'Kubinka' (к-25276), 'Vasilok' (к-25199) had a slightly colored pulp along the vascular ring. The trait of colored tuber pulp variability is determined at the gene level. Probably, the long Polar day and low air temperatures contributed to the intense biosynthesis of anthocyanins. When studying economically valuable traits in the conditions of the Murmansk region, almost all varieties behaved as late ripening and unsuitable for cultivation for early production. The standard variety 'Khibinskiy ranniy' produced an average of 520 g/bush with 76% marketability in the trial dig. By the final harvesting, the standard yields an average of 800 g/bush with 87% marketability. The highest values of early yield accumulation (79-80% of the standard) in the Arctic North were displayed by the varieties 'Fioletik' (k-24754[1]) and 'Severnoye Siyaniye' (k-25344). High yields at the final harvest were characteristic of the varieties 'Fioletik' (k-24754), 'Gurman' (vr.k.-p 523[2]), and 'Perlamutrovyy' (vr.k.-p 526). In terms of the starch content, the varieties 'Kubinka' (19,3%), 'Yekzotika' (15,2%), 'Gurman' (16,7%) 'Fioletik' (14,2%), 'Lekar'' (13,2%), 'Perlamutrovyy' (14,2%) were distinguished. The high starch content is likely due to meteorological conditions and the genetic characteristics of the varieties. All varieties show signs of late ripening. For cultivation in the Arctic North, the varieties 'Fioletik' (к-24754), 'Severnoye Siyaniye' (k-25344); 'Gurman' (vr.k.-p 523), 'Perlamutrovyy' (vr.k.-p 526), and 'Klyukvenno-krasnyy' (vr.k.-p 522) can be recommended.

Key words: potato, anthocyanin color of pulp, productivity, Arctic North.

[1] k-24754 – accession number in the VIR Permanent Catalogue
[2] vr.k.-p 523 – accession number in the VIR Temporary Catalogue

С 2011 года на Полярной станции ВИР в условиях Крайнего Севера (Мурманская область) проводятся исследования по изучению коллекции картофеля, обладающего лечебными свойствами. Образцы картофеля из этой коллекции имеют преимущественно пигментированную синим, фиолетовым, красным (розовым) колером мякоть[3].

Известно, что картофель, мякоть которого имеет яркую цветовую гамму, является прекрасным источником антиоксидантов – созданных природой растительных веществ. Цвет мякоти определяют растительные пигменты – антоцианины. Например, каротиноиды – лютеин и виолаксантин способствуют проявлению ярко-желтого цвета. Их содержание отмечается и в клубнях с белой и красной мякотью. Клубни с фиолетовой мякотью содержат в составе производные антоцианидинов – петунидина, пеларгонидина, пеонидина, мальвидина. В красной мякоти присутствуют производные пеларгонидина (Brown, 2003; Brown et al., 2005).

Мякоть, окрашенная природными красителями, способствует получению на выходе полезной высокобрендовой продукции в виде цветного пюре, отварного картофеля для винегретов и салата, чипсов, фри, в том числе пригодного и для детского питания, а также может быть применена в лечебных целях или при диетическом питании.

Считается, что картофели с пигментированной антоцианами мякотью существовали на Европейском континенте наравне с беломякотными сортами. К началу XIX века в мире было разработано модное направление здорового питания, результатом которого стало появление и активное воспроизводство сортов: ‘Salad Blue’, ‘Vitelotte’, ‘Purple Peruvianum’, ‘Hinghland Burgundy Red’ и др. В России сорта с лечебными свойствами также встречались в каталогах у выдающего селекционера-любителя того времени Ефима Андреевича Грачева: ‘Оригиналъ Грачева’ (под номером 23365), ‘Спаржевый черный’ (под номером 23367), ‘Царь красныхъ Грачева’ (под номером 23375).

В конце 20 века к сортам, имеющим антиоксидантную активность в сочетании с цветной мякотью, добавились еще не менее известные в мире сорта: ‘Adirondack red’, ‘All red’, ‘Adirondack blue’ ‘All blue’, ‘Purple Majic’, ‘Valfi’, ‘Majestic blue’ ‘Blaue St. Galler’, ‘Blue Congo’ и др. (Vinson et al., 2012; Meleshina, Meleshin, 2017).

В России работы по селекции сортов, богатых антиоксидантами, начали активно вести после 2000 г. Доминирующая роль в этом направлении принадлежала таким учреждениям, как ВИР им. Н.И. Вавилова и ВНИИКХ им. А.Г. Лорха (Meleshina, Meleshin, 2017; Simakov et al., 2020). В литературных источниках стали встречаться описания сортов, имеющих высокий антиоксидантный статус: ‘Василек’, ‘Фиолетик’, ‘Северное сияние’, ‘Аметист’, ‘Фиолетовый’, ‘Сюрприз’. В настоящее время два из них (‘Василёк’ и ‘Фиолетовый’) уже зарегистрированы в Государственном реестре селекционных достижений (Simakov et al., 2020).

Первые поступления сортообразцов картофеля из ВИР с высоким индексом пигментации мякоти на станцию начались с 2011 года (сорт ‘Екзотика’). Изучение образцов производили по мере их поступления. Годы изучения и даты присылки образцов представлены в таблице 1. С целью пополнения коллекции на станции образцами, обладающими высоким антиоксидантным статусом, в 2015 году в интернет-магазине были приобретены образцы ‘Перламутровый’ (вр.к.-п 526), ‘Весь синий’ (вр.к.-п 524), ‘Весь красный’ (вр.к.-п 527), ‘Клюквенно-красный’ (вр.к.-п 522), ‘Малина’ (вр.к.- п 525), изучение которых длилось с 2016 по 2018 гг.

[3] Здесь и далее по тексту паренхима клубней обозначена как мякоть по аналогии с авторскими описаниями сортов

Таблица 1. Даты поступления образцов в дублетную коллекцию Полярной станции ВИР

Table 1. Dates of accessions receipt in the duplicate collection at the Polar Experiment Station of VIR

№ каталога ВИР/ VIR catalogue number	Образец/Accession	Год поступления/ Year of receipt	Период изучения/ Study period
к-24754	‘Фиолетик’	2010	2011-2013
к-25082	‘Екзотика’ (Укр. ИКХ)	2011	2012-2015
к-25255	‘Сеянец Степана’ (Костанайский НИИ)	2015	2016-2018
к-25257	‘Степан’ (Костанайский НИИ)	2015	2016-2018
к-25343	‘Лекарь’ (ВНИИКХ)	2016	2017-2019
к-25344	‘Северное Сияние’ (ВНИИКХ)	2016	2017-2019
к-25336	‘Аметист’ (ВНИИКХ)	2017	2018-2020
к-25276	‘Кубинка’ (Волынская обл., экп)	2014	2015-2017
к-25199	‘Василек’ (ВНИИКХ)	2013	2014-2016
вр.к.-п 526	‘Перламутровый’	2015	2016-2018
вр.к.-п 523	‘Гурман’	2015	2016-2018
вр.к.-п 524	‘Весь синий’	2015	2016-2018
вр.к.-п 527	‘Весь красный’	2015	2016-2018
вр.к.-п 522	‘Клюквенно-красный’	2015	2016-2018
вр.к.-п 525	‘Малина’	2015	2016-2018

К 2019 году комплексное трехлетнее изучение закончили на 15 образцах: ‘Фиолетик’ (к-24754), ‘Екзотика’ (к-25082), ‘Василёк’ (к-25199), ‘Сеянец Степана’ (к-25255), ‘Степан’ (к-25257), ‘Кубинка’ (к-25276), ‘Лекарь’ (к-25343), ‘Аметист’ (к-25336), ‘Северное Сияние’ (к-25344); ‘Гурман’ (вр.к.-п 523), ‘Перламутровый’ (вр.к.-п 526), ‘Весь синий’ (вр.к.-п 524), ‘Весь красный’ (вр.к.-п 527), ‘Клюквенно-красный’ (вр.к.-п 522), ‘Малина’ (вр.к.-п 525).

В статье приводится анализ и обобщение данных, полученных в условиях Севера по сортообразцам с законченным трехлетним исследованием. В задачи исследования входила оценка потенциала образцов картофеля с высокой антиоксидантной активностью в зависимости от агрометеорологических условий Мурманской области.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе Полярной опытной станции – филиала ВИР, Мурманская область, Апатиты. Изучение коллекционных образцов проводили согласно методическим указаниям ВИР (Bukasov et al., 1984; Kiru et al., 2010).

Поскольку изучение сортообразцов с высоким антиоксидантным статусом было проведено в разное время по мере их поступления на станцию (с 2011 по 2019 гг.), характеристика метеорологических условий приводится за этот период, а не за три года изучения. Метеорологические условия во время вегетации сельскохозяйственных растений по годам исследований представлены на основе данных, полученных ФГБУ Мурманское УГМС г. Апатиты. Характеристика среднесуточных температур воздуха и осадков по годам приведена в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Сумма активных температур воздуха по годам

Table 2. The sum of active air temperatures by year

Год/ Year	Сумма активных температур/Sum of active temperatures					ГТК Г.Т. Селянинова/* Selyaninov's HTC
	Июнь/ June	Июль/ July	Август/ August	Сумма/ Total	Кол-во дней/ Days number	
2011	319,1	474,8	252,1	1046,0	73	1,7
2012	248,7	385,7	220,7	855,1	66	2,2
2013	369,2	465,5	418,0	1252,7	83	1,2
2014	179,5	493,1	356,8	1029,4	67	1,5
2015	162,1	225,2	223,5	610,8	57	3,9
2016	253,5	540,3	353,2	1147,0	74	2,6
2017	131,0	481,8	300,1	912,9	64	3,1
2018	200,9	586,4	384,5	1171,8	73	1,2
2019	267,6	275,4	243,0	786	60	2,9
2020	365,8	479,7	309,8	1155,3	78	1,3

* ГТК – гидротермический коэффициент, предложенный Г. Т. Селяниновым

* HTC – hydrothermal coefficient suggested by G.T. Selyaninov

Таблица 3. Количество выпавших осадков по годам, мм

Table 3. Precipitation in years, mm

Год/ Year	Май/ May	Июнь/ June	Июль/ July	Август/ August	Сентябрь/ September	Сумма осадков/ Total precipitation	% к норме/ Percentage of the norm
2011	50,9	31,9	84,9	63,6	22,9	254,2	93,4
2012	45,7	80,8	64,1	43,2	71,3	305,1	112,1
2013	38,4	56,4	44,1	52,5	20,3	211,7	77,8
2014	31,4	39,3	53,2	65,5	61,1	250,5	92,0
2015	42,3	109,2	81,8	49,7	53,7	336,7	123,7
2016	25,2	59,3	99,9	136,2	83,3	403,9	148,4
2017	24,7	74,6	85,0	121,6	44,4	350,3	128,8
2018	37,8	64,5	18,9	51,4	32,1	204,7	75,2
2019	29,0	111,0	35,0	83,0	48,0	306,0	112,5
2020	53,0	13,0	78,0	56,0	72,0	272,0	100,0
Средне многолетняя норма/ Long-term norm	**37,0**	**51,0**	**64,0**	**64,0**	**56,0**	**272,0**	**100,0**

Метеорологические условия в годы проведения опыта были типичные для данного северо-западного региона. Средняя температура воздуха в июне варьировала от 8,2° до 14,4°С (при средней многолетней 10,5°); в июле от 10,9° (2015 г.) до 18,9° (2018 г.) при средней многолетней 14,1°, а в августе от 10,9° (2012 г.) до 14,1° (2013 г.) при средней многолетней 11,8°С. Продолжительность периода с температурой выше 10°С – 70–78 дней, выше 5°С – 120–130 дней. Самыми засушливыми были 2013 (77% осадков от среднемноголетней нормы) и 2018 гг. (75% от среднемноголетней нормы); 2015, 2016, 2017 гг. характеризовались избыточными осадками (123–149% к среднемноголетней норме). За годы исследований самым благоприятным для формирования урожая картофеля были 2013, 2016, 2020 гг.; неблагопри-

ятными – 2012, 2015, 2017 гг. В 2011, 2014, 2018, 2019 гг. были получены урожаи со средними показателями.

Практическая значимость данной работы: обосновать возможность возделывания в условиях Севера диетических сортов картофеля, богатых каротиноидами и витаминами.

Результаты исследования

Окраска мякоти и кожуры:

Все исследуемые образцы картофеля имели преимущественно синюю (темно-синюю, сине-черную) или темно-красную окраску кожуры и отличную от белого цвета мякоть. Исключение составляют сорта ‘Кубинка’ (к-25276) и ‘Василёк’ (к-25199). По данным оригинаторов, эти сорта являются пригодными для диетического питания и имеют чисто белую мякоть (Simakov et al., 2018).

В условиях Севера у сортов ‘Кубинка’ (к-25276) и ‘Василёк’ (к-25199) наблюдается слабое окрашивание мякоти, усиливающееся у поверхности клубня по сосудистому кольцу (рис. 1). О наличии пигментации красно-фиолетового цвета в мякоти сорта ‘Василек’ указывали и Е. А. Симаков с соавторами (Simakov et al., 2020) при обсуждении актуальных направлений развития селекции и семеноводства в России.

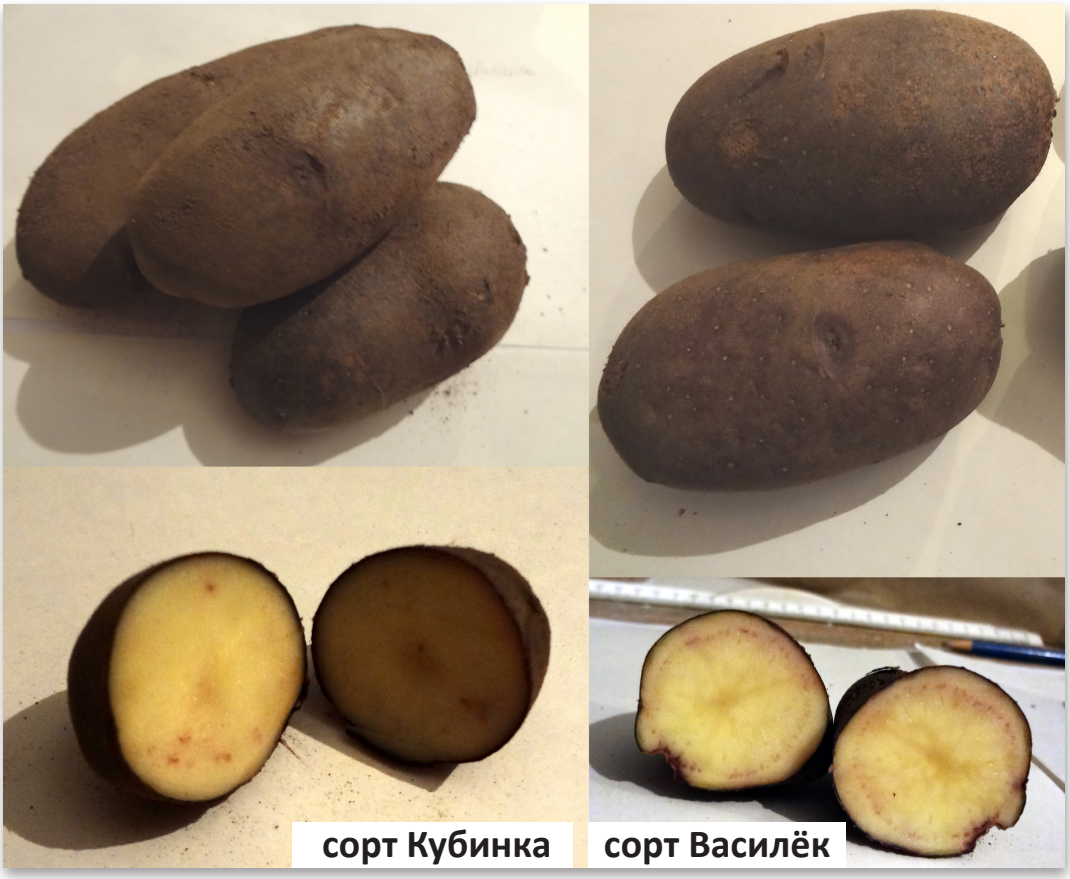

Рис. 1. Окраска мякоти у сортов картофеля ‘Кубинка’ и ‘Василёк’ в условиях Арктического Севера

Fig. 1. Pulp color in potato varieties ‘Kubinka’ and ‘Vasilyok’ in the Arctic North

Рис. 2. Степень и интенсивность окрашивания мякоти сортов картофеля с лечебными свойствами

Fig.2. Degree and intensity of pulp color in potato varieties with therapeutic properties

В условиях Заполярья пигментация мякоти в виде слабых красных вкраплений по сосудистому кольцу часто наблюдается и у сорта ‘Детскосельский’ (к-2902). Проявление непостоянного окрашивания мякоти в виде пятен красного цвета, расположенных ближе к кожуре, в северных условиях было замечено нами и у сортов ‘Early Rose’ (к-22144) из США и ‘Scarlett’ (к-12096) из Нидерландов.

Сорта ‘Екзотика’ (к-25082), ‘Северное Сияние’ (к-25344), ‘Аметист’ (к-25336), ‘Фиолетик’ (к-24754), ‘Лекарь’ (к-25343) имели постоянное окрашивание мякоти в течение всех лет изучения; окрашивание носило сплошной характер. У сортов ‘Северное сияние’ (к-25344), ‘Екзотика’ (к-25082), ‘Фиолетик’ (к-24754) и ‘Степан’ (к-25257) пигментация мякоти была настолько сильной, что могла быть применена в качестве природного пищевого красителя (Рис. 2, 3).

Рис. 3. Окрашивание белка яйца соком овощных культур

Fig. 3. Staining of egg white with vegetable juice

Считается, что степень насыщенности окраски мякоти напрямую зависит от содержания в ней растительных пигментов фенольной природы – антиционинов, выполняющих роль антиоксидантов, которые оказывают профилактическое действие при сердечно-сосудистых заболеваниях, ожирении, раке, а также противовоспалительное и общеукрепляющее действие (Al-Saikhan et al., 1995; Brown et al., 2003; Orazbaeva et al., 2013). К сожалению, в условиях Мурманской области работы по изучению содержания антиоксидантов в мякоти клубней не проводили. Работы, проведенные в ВИР им. Н.И. Вавилова и ВНИИКХ им. А.Г. Лорха, показали, что в образцах картофеля с пигментированной мякотью суммарное содержание антиоксидантов действительно имеет высокие значения, а также все исследуемые образцы обладают высокими индексами пигментации. Учеными было отмечено, что с увеличением индекса пигментации возрастает и антиоксидантная активность. По данным О.В. Мелешиной и А.А. Мелешина, сорта ‘Северное Сияние’ и ‘Аметист’ накапливали в условиях Центрального региона России в суммарном содержании антиоксидантов в единицах галловой кислоты 2,94 мл/г и 2,93 мг/г; в перерасчете на единицы аскорбиновой кислоты – 11,37 мл/г и 11,7 мг/г соответственно (Meleshina, Meleshin, 2017).

По литературным данным известно, что картофель с белой мякотью имеет в составе до 30 мг антоцианов на 100 г. В окрашенной мякоти количество этих растительных пигментов увеличивается в 2–2,5 раза (Kozlova et al., 2018) и может быть сопоставимо с их содержанием в чернике, ежевике, клюкве, т.е. культурах, способных максимально их синтезировать (Strygina, Khlestkina, 2017). Одни авторы приводят данные, что суммарное содержание антиоксидантов в пигментированной мякоти клубней превосходит беломякотные образцы в 3,7–4,4 раза (Simakov et al., 2020); другие говорят о разнице в 5 (Meleshina, Meleshin, 2017) и в 6-7 раз (Kiru, 2008). Особенно это касается более интенсивно окрашенных сортов картофеля.

Есть разница в содержании антиоксидан-

тов и между картофелем с фиолетовой и красной мякотью. Информация в литературе по этому поводу неоднозначна. B. Nayak с соавторами приводит данные, по которым самое высокое количество антиоксидантов у сортов с фиолетовой пигментацией мякоти (Nayak et al., 2011). Ученые из Беларуси, наоборот, получили данные о самом высоком антиоксидантном статусе у красномякотных образцов (Kozlova et al., 2018). В работе Симакова с соавторами антиоксидантная активность сортов с фиолетовой и красной мякотью была сопоставима. Данный показатель у сортов 'Василек' и 'Фиолетовый' составлял в единицах галловой кислоты 4,79 и 5,29 мг/г, а у розовомякотного сорта 'Сюрприз' – 4,44 мл/г (Simakov et al., 2020).

Есть исследования антиоксидантной активности клубней в зависимости от концентрации растительных пигментов в клубне. Часть ученых приводит данные о том, что у сортов с пигментированной мякотью уровень антиоксидантной способности не зависит от места концентрации этих пигментов в клубне, а лишь от генотипа растения (Kiru, 2008).

Большинство авторов указывают на значительную концентрацию антиоксидантных веществ в кожуре клубней картофеля и меньшее их количество в мякоти (Leo et al., 2008; Al-Weshahy, Rao, 2009). Было указано, что кожура у разных сортов картофеля различается по уровню содержания фенольных соединений, а не по их составу. По данным ученых из Канады (Al-Weshahy, Rao, 2009) большее количество антиокислителей имеют сорта с красной кожурой, а также молодые клубни картофеля.

Клубни картофеля с лечебными свойствами не уступают по питательной ценности и овощным сельскохозяйственным культурам, имеющим высокий антиоксидантный статус: батату, дайкону, фиолетовоокрашенной моркови, и превосходят по антиоксидантной активности брюссельскую капусту, желтый перец, лук, желто- и оранжевоплодную морковь. Особенно это касается наиболее интенсивно окрашенных сортообразцов картофеля, например, 'Vitelotte', 'Purple Magic' (Meleshina, Meleshin, 2017).

После термической обработки картофели с пигментированной окраской мякоти, по данным одних ученых (Strygina, Khlestkina, 2017), не меняли количество антоцианов в мякоти или же их содержание снижалось незначительно. В работах других исследователей (Meleshina, Meleshin, 2017), наоборот, приводятся данные о снижении антиоксидантной активности у сортов картофеля после варки. По их данным, сорта 'Adirondack Red' и 'Salad blue' снизили содержание растительных пигментов практически в 2 раза (с 201 мг до 109 мг; и 151 мг до 87 мг); а сорт 'Vitelotte' в 1,2 раза (со 166 мг до 102 мг).

По поводу сохранения количества антоцианов в составе мякоти клубня после зимнего хранения нет единого мнения. Часть авторов (Strygina, Khlestkina, 2017) считают, что их содержание не меняется. Другие (Ishiguro et al., 2007) считают, что антиоксидантная активность соединений фенольной природы у сортов картофеля увеличивается при хранении при температуре до +5°C; при увеличении температуры хранения клубневого материала, наоборот, снижается.

Скороспелость:

Мурманская область представляет собой северную границу возделывания сельскохозяйственных культур, поэтому важной характеристикой для растений будет скороспелость. Стандартом раннеспелости в условиях Севера служит сорт 'Хибинский ранний' (к-6928). При пробной копке (60 день от посадки) данный сорт может накопить в среднем урожай до 700 г/куст, 76% товарности. При сравнении со стандартом, практически все сорта имели очень низкий (<31% к стандарту) или низкий урожай (31–70% к стандарту). Самые высокие значения по раннему накоплению урожая (79-80% к стандарту) в условиях Крайнего Севера

были у сортов: ‘Фиолетик’ (к-24754) и ‘Северное сияние’ (к-25344).

Продуктивность:

К окончательной уборке сорт стандарт ‘Хибинский ранний’ (к-6928) может накапливать в среднем 920–1000 г/куст общего урожая, со средней массой товарного клубня 98–110 г, 86% товарности. Образцы: ‘Степан’ (к-25257), ‘Весь красный’ (п-527), ‘Весь синий’ (п-524), ‘Малина’ (п-525) характеризовались низкими значениями урожая (31–70% к стандарту) и имели в клонах большое количество очень мелких и мелких клубней. Средние значения урожая (71–80% к стандарту) были получены от сортов: ‘Кубинка’ (к-25276), ‘Василёк’ (к-25199), ‘Екзотика’ (к-25082). Преобладающие в клонах вышеперечисленных сортов по размеру мелкие и средние клубни косвенно указывают на принадлежность данных образцов к позднеспелым группам созревания.

На уровне стандарта по элементам продуктивности находились образцы: ‘Северное Сияние’ (к-25344), ‘Сеянец Степана’ (к-25255), ‘Лекарь’ (к-25343), ‘Клюквенно-красный’ (п-522), ‘Аметист’ (к-25336). Высокой урожайностью выделились сорта: ‘Фиолетик’ (к-24754), ‘Гурман’ (п-523) и ‘Перламутровый’ (п-526) (101–150% к стандарту).

По многоклубневости выделились сорта ‘Перламутровый’ (п-526) и ‘Гурман’ (п-523).

Уборка сортов во всех случаях происходила в конце третьей декады августа или же в середине первой декады сентября. По данным П.И. Альсмик и Г.И. Пискун, максимальные приросты в группе скороспелых сортов приходятся на период с 25 июля по 13 августа, среднеспелых с 3 августа по 12 сентября, у позднеспелых с 13 по 22 сентября (Alysmik, Piskun, 1988). По результатам окончательной уборки образцы ‘Северное Сияние’ (к-25344), ‘Сеянец Степана’ (к-25255), ‘Лекарь’ (к-25343), ‘Клюквенно-красный’ (п-522), ‘Аметист’ (к-25336), ‘Фиолетик’ (к-24754), ‘Гурман’ (п-523) и ‘Перламутровый’ (п-526), вероятней всего, можно отнести к среднеспелым формам созревания.

Крахмалистость:

В условиях Мурманской области некоторые диетические сорта способны формировать клубневой материал с высоким процентом крахмалистости. Это образцы: ‘Кубинка’ (19,3%), ‘Екзотика’ (15,2%), ‘Гурман’ (16,7%). Среднее содержание крахмала имели сорта: ‘Фиолетик’ (14,2%), ‘Перламутровый’ (14,2%), ‘Лекарь’ (13,2%). Все остальные сорта из этой группы имели низкие значения крахмала (10,1–11,7%), что не противоречит литературным данным, представленным для диетических сортов и сортов раннеспелых форм созревания.

Высокое содержание крахмала в клубнях изученных образцов, скорее всего, обусловливается метеорологическими условиями, а также и генетическими особенностями сорта, проявляющего признаки позднеспелости. По мнению П.И. Альсмик и Г.И. Пискун (Alysmik, Piskun, 1988), синтезу крахмала может благоприятствовать прохладный июнь и теплый август, а также и незначительное количество осадков в июне – июле и сухой сентябрь.

Вероятно, пригодные для диетического питания сорта картофеля в условиях Севера проявляют признаки, характерные для среднепоздних и позднеспелых групп созревания. На это косвенно может указывать и большое количество мелких и средних клубней в клонах изученных сортов.

Заключение

В экстремальных условиях Кольского Севера возможно получать урожаи от сортов картофеля, пригодных для диетического питания. Данные образцы не отличаются высокими показателями продуктивности, а также и скороспелостью. Однако они имеют в своем составе большое количество антоцианов, о чем косвенно свидетельствует насыщенная окраска мякоти

клубней.

Из всех изученных в Мурманской области сортов с фиолетовой мякотью по урожайности выделены сорта ‘Северное Сияние’, ‘Гурман’, ‘Фиолетик’, ‘Перламутровый’; с красной мякотью – ‘Клюквенно-красный’.

Эти сорта могут быть рекомендованы для возделывания в условиях Мурманской области.

Благодарности / Acknowledgments

Работа выполнена в рамках Государственного задания ВИР № 0662-2019-0004. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

The work was carried out in the framework of the State Assignment to VIR No. 0662-2019-0004. The author is grateful to the reviewers for their contribution to the expert assessment of the present work.

References / Литература

Al-Saikhan M.S., Howard L.R., Miller J.C. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Different Genotypes of Potato *(Solanum tuberosum* L.*). Journal of Food Science.* 1995;60(2):341-343. DOI: 10.1111/j.1365–2621.1995.tb05668.x

Al-Weshahy A.A., Rao A.V. Isolation and characterization of functional components from peel samples of six potatoes varieties growing in Ontario. *Food research international*. 2009;42(8):1062-1066.

Alysmik P.I., Piskun G.I. Breeding of potato varieties with a high dry matter content in tubers, suitable for industrial processing (Selektsiya sortov kartofelya s vysokim soderzhaniyem sukhikh veshchestv v klubnyakh, prigodnoy dlya promyshlennoy pererabotki). In: Alsmik P.I., Shevelukha V.S., Ortel H. *Potato. Breeding, seed growing, technology of cultivation.* Minsk; 1988. p.70-85. [in Russian] (Альсмик П.И., Пискун Г.И. Селекция сортов картофеля с высоким содержанием сухих веществ в клубнях, пригодных для промышленной переработки. В кн.: Альсмик П.И., Шевелуха В.С., Ортель Х. *Картофель. Селекция, семеноводство технология возделывания.* Минск; 1988. С.70-85).

Brown C.R. Antioxidants in potato. *American Journal of Potato Research*. 2005;82:163-172. DOI: 10.1007/BF02853654

Brown C.R., Wrolstadt R., Durst C.P. Breeding Studies in Potato Containing High Concentrations of Anthocyanins. *American Journal of Potato Research.* 2003;8:241-250.

Bukasov S., Budin K., Kameraz A., Lehnovich V., Kostina L., Bavyko N., Korneychuk V., Zadina J., Vidner I., Major M., Bares I., Odegnal V., Baranek N. International COMECON list of descriptors for potato species of the section *Tuberarium* (Dun.) Buk. genus *Solanum* L. (Mezhdunarodny klassifikator SEV vidov kartofelya sektsii *Tuberarium* (Dun.) Buk. roda *Solanum* L.). Leningrad: VIR; 1984. [in Russian] (Букасов С., Будин К., Камераз А., Лехнович В., Костина Л., Бавыко Н., Корнейчук В., Задина Й., Виднер И., Майор М., Бареш И., Одегнал В., Баранек Н. Международный классификатор СЭВ видов картофеля селекции *Tuberarum* (Dun.) Buk. рода Solanum L. Ленинград: ВИР; 1984).

Ishiguro K., Yahara S., Yoshimoto M. Changes in polyphenolic content and radical-scavenging activity of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during storage at optimal and low temperatures. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2007;55(26):10773-10778.

Kiru S.D. Potato genetic resources for new directions of breeding (Geneticheskiye resursy kartofelya dlya novykh napravleniy selektsii). In: *Kartofelevodstvo: rezultaty issledovaniy, innovatsii, prakticheskiy opyt. Materialy nauchno-prakticheskoi konfirencii i koordinacionnogo soveshchaniya «Nauchnoye obespecheniye i innovatsionnoye razvitiye kartofelevodstva» = Potato growing: research results, innovations, practical experience: materials of scientific and practical conference and coordinating meetings "Scientific support and innovative development of potato growing"* / RAAS, All-Russian Research Institute of Potato Farming; E.A. Simakov (ed.). Moscow; 2008. Vol.1. p.49-56. [in Russian] (Киру С.Д. Генетические ресурсы картофеля для новых направлений селекции. В кн.: *Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт. Материалы научно-практической конференции и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства»* / РАСХН, Всероссийский НИИ картофельного хозяйства; под ред. Е.А. Симакова. Москва; 2008. Т.1. С.49-56).

Kiru S.D., Kostina L.I., Truskinov E.V., Zoteeva N.M., Rogozina E.V., Koroleva L.V., Fomina V.E., Palekha S.V., Kosareva O.S., Kirilov D.A. *Guidelines for the maintenance and study of the global potato collection*. St. Peterburg: VIR; 2010 [in Russian] (Киру С.Д., Костина Л.И., Трускинов Э.В., Зотеева Н.М., Рогозина Е.В., Королева Л.В., Фомина В.Е., Палеха С.В., Косарева О.С., Кирилов Д.А. *Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля.* Санкт-Петербург: ВИР; 2010).

Kozlova L.N., Piskun G.I., Korzan A.A. Total antioxidant capacity of potatoes tubers. In: *Potato growing. Vol.26.* S.A. Turko et al. (eds.). Minsk, 2018. p.39-45. [in Russian] (Козлова Л.Н., Пискун Г.И., Корзан А.А. Суммарная антиоксидантная способность клубней картофеля. В сб.: *Картофелеводство. Т. 26*. С.А. Турко (гл. ред.) и др. Минск; 2018. С.39-45).

Leo L., Leone A., Longo C. Antioxidant compounds and antioxidant activity in "early potatoes". *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;56(11):4154-4163.

Meleshina O.V., Meleshin A.A. Creation of potato with an increased antioxidant activity – a new direction in breeding of modern varieties (Sozdaniye kartofelya s povyshennoy antioksidantnoy aktivnost'yu – novoye napravleniye v selektsii sovremennykh sortov*). Uspekhi sovremennoy nauki = Advances in modern science.* 2017;1(10):47-52. [in Russian] *(*Мелешина О.В., Мелешин А.А. Создание картофеля с повышенной антиоксидантной активностью – новое направление в селекции современных сортов. *Успехи современной науки*. 2017;1(10):47-52).

Nayak B., Berrios J., Powers J., Tang J., Ji Y. Colored potatoes dried for antioxidant-rich value-added foods. *Journal of food processing and preservation*. 2011;35:571-580. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2010.00502.x

Orazbayeva G.K., Moskalenko V.M., Dyusibayeva E.N., Shvidchenko V.K. Breeding of potato varieties for dietary and medical purposes – problems and prospects (Selektsiya sortov kartofelya diyeticheskogo i lechebnogo naznacheniya – problemy i perspektivy). *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*. 2013;1(76):3-9. [in Russian] (Оразбаева Г.К., Москаленко В.М., Дюсибаева Э.Н., Швидченко В.К. Селекция сортов картофеля диетического и лечебного назначения – проблемы и перспективы. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина*. 2013;1(76):3-9).

Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Meleshin A.A., Apshev H.H., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Zharova V.A., Salyukov S.S., Ovechkin S.V., Gaizatulin A.S., Shanina E.P., Klyukina E.M., Stashevsky Z., Zamalieva F.F., Krasnikov S.N., Rogachev N.I., Dergacheva N.V., Cheremisin A.I., Evdokimova Z.Z., Shelabina T.A., Novoselov A.V., Volik N.M., Dolov M.S., Abazov A.H., Sergeeva Z.F., Sintsova N.F., Gadzhiev N.M., Lebedeva V.A., Seregina N.I., Dubinin S.V. Potato varieties bred in Russia. Catalog. E.A. Simakov (ed.). Moskow: VNIIKH; 2018. [in Russian] (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Мелешин А.А., Апшев Х.Х., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Жарова В.А., Салюков С.С., Овечкин С.В., Гайзатулин А.С., Шанина Е.П., Клюкина Е.М., Сташевски З., Замалиева Ф.Ф., Красников С.Н., Рогачев Н.И., Дергачева Н.В., Черемисин А.И., Евдокимова З.З, Шелабина Т.А., Новоселов А.В., Волик Н.М., Долов М.С., Абазов А.Х., Сергеева З.Ф., Синцова Н.Ф., Гаджиев Н.М., Лебедева В.А., Серегина Н.И., Дубинин С.В. Сорта картофеля российской селекции. Каталог / под общ. ред. Е.А. Симакова. Москва: ВНИИКХ; 2018).

Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Gaizatulin A.S. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Potatoes and vegetables*. 2020;12:22-26. [in Russian] (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Гайзатулин А.С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России. *Картофель и овощи*. 2020;12:22-26). DOI: 10.25630/PAV.2020.49.70.005

Strygina K.V., Khlestkina E.K. Anthocyanins synthesis in potato (*Solanum tuberosum* L.): genetic markers for smart breeding (review). *Agricultural Biology.* 2017;52(1):37-49. [in Russian] (Стрыгина К.В., Хлёсткина Е.К. Синтез антоцианов у картофеля (*Solanum tuberosum* L.): генетические маркеры для направленного отбора. *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(1):37-49). DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.37rus

Vinson J.A., Demkosky Ch.A., Navarre D.A., Smyda M.A. High-Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2012;60(27):6749-6754. DOI: 10.1021/jf2045262

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования:
Травина С. Н. Раскрытие потенциала сортов картофеля с цветной мякотью в условиях Мурманской области. Vavilovia. 2021;4(1):36-47.
DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-36-47

How to cite this article:
Travina S. N. Revealing the potential of potato varieties with colored pulp in the conditions of the Murmansk region. Vavilovia. 2021;4(1):36-47.
DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-36-47