

# Генетическая и биолого-хозяйственная оценка образцов батата в коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН

DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-29-36

УДК 633.492: 635.22

Поступление/Received: 31.07.2020

Принято/Accepted: 23.12.2020



А. В. ФЕДОРОВ, Д. А. ЗОРИН, О. А. АРДАШЕВА\*

Удмуртский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук,  
426067 Россия, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул.  
Т. Барамзиной, 34

✉ oiar@udman.ru, zor-d@udman.ru,

\*o.ardashewa@udman.ru

Genetic, biological and economic evaluation  
of sweet potato accessions in the collection  
of the Plant Introduction and Acclimatization  
Department, Udmurt FRC, UB RAS

A. V. FEDOROV, D. A. ZORIN, O. A. ARDASHEVA\*

Udmurt Federal Research Center, Ural Branch of the Russian  
Academy of Sciences,  
34 T. Baramzinoy St., Izhevsk 426067, Udmurt Republic,  
Russia

✉ oiar@udman.ru, zor-d@udman.ru,

\*o.ardashewa@udman.ru

Важным направлением развития растениеводства является интродукция новых овощных растений, одним из которых является батат – *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Целью наших исследований являлась генетическая и биолого-хозяйственная оценка образцов батата в коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УдмФИЦ УрО РАН).

В ходе исследования изучен полиморфизм ДНК 16 образцов *I. batatas* на основе ISSR-маркирования. Выявлено, что все образцы представляют собой разные генотипы, а полученный в результате почковой мутации образец BM 17 по своему генотипу существенно отличается от исходного образца.

Проведено изучение 16 образцов батата в мелкоделяночном полевом опыте. Результаты биологической и хозяйственной оценки свидетельствуют о перспективности возделывания батата на территории Удмуртской Республики для получения товарных клубней. Продуктивность образцов составила от 140 до 2700 г на растение. Выделены группы по продуктивности: низкопродуктивные (масса клубней на одном растении до 500 г) – 5 образцов; среднепродуктивные (500–1000 г) – 7 образцов; высокопродуктивные (более 1000 г) – 4 образца. На основании проведенных исследований для Среднего Предуралья рекомендованы для выращивания 11 образцов батата: Афганский, Белый НБС, Бразильский, Винницкий розовый, BM 17, Дружковский, Любительский, Победа 100, Фиолетовый Сочи, 'Jewel', 'Bayou Bell'.

**Ключевые слова:** сладкий картофель, генотип, полиморфизм ДНК, ISSR-маркирование, праймер, ISSR-спектр, продуктивность, урожайность, мелкоделяночный опыт, корнеплод.

An important area of crop development is the introduction of new vegetable plants, one of which is the sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. The aim of our research was genetic, biological and economic assessment of sweet potato accessions held in the collection of the Plant Introduction and Acclimatization Dept., Udmurt Federal Research Center, Ural Branch of the RAS (UdmFRC UB RAS).

Within this experiment, DNA polymorphism of 16 accessions of *I. batatas* was tested using ISSR markers. All accessions were found to represent different genotypes; the VM 17 accession obtained as a result of a bud mutation differed significantly from the original accession in its genotype.

Evaluation of 16 accessions of sweet potato cultivars was carried out in a small-plot field experiment. The results of biological and economic assessment witnessed to the prospects of sweet potato cultivation within the territory of the Udmurt Republic for marketable tuber production. The productivity of the accessions was 140–2700 g of tubers per plant. According to their productivity, the accessions were divided into clusters: the low-productivity group (up to 500 g), with 'Betty', Fioletovy, 'Beauregard', 'Covington' and Bezhevy; medium-productivity group (500–1000 g), with 'Jewel', Fioletovy Sochi, Brazilsky, Afgansky, Vinnitsky rozovy, Lyubitelsky and 'Bayou Bell'; and high-productivity group (more than 1000 g), with Pobeda 100, BM 17, Druzhkovsky and Bely NBS. On the basis of the evaluation, 11 sweet potato accessions were recommended for cultivation in the Middle Urals: Afgansky, 'Bayou Bell', Bely NBS, BM 17, Brazilsky, Druzhkovsky, Fioletovy Sochi, 'Jewel', Lyubitelsky, Pobeda 100, and Vinnitsky rozovy.

**Key words:** *Ipomoea batatas* (L.) Lam., introduction, genotype, DNA polymorphism, ISSR markers, primer, ISSR spectrum, productivity, yield, small-plot experiment, root crop.

## Введение

Существующие темпы экономического развития выдвинули на первое место экологические проблемы, угрожающие сохранению экологических условий существования и биологическому разнообразию. Высокоэффективным, а зачастую и единственным способом

решения данной проблемы является интродукция, позволяющая решить вопросы экологического, экономического и производственного характера исходя из региональных природно-климатических, экономических и культурных особенностей региона (Karpun, 2004). Согласно Международной конвенции по биологическому разнообразию, интродукционная работа всецело

находится в компетенции ботанических садов и интродукционных центров. В ботанических садах выращивается более 80 000 видов растений.

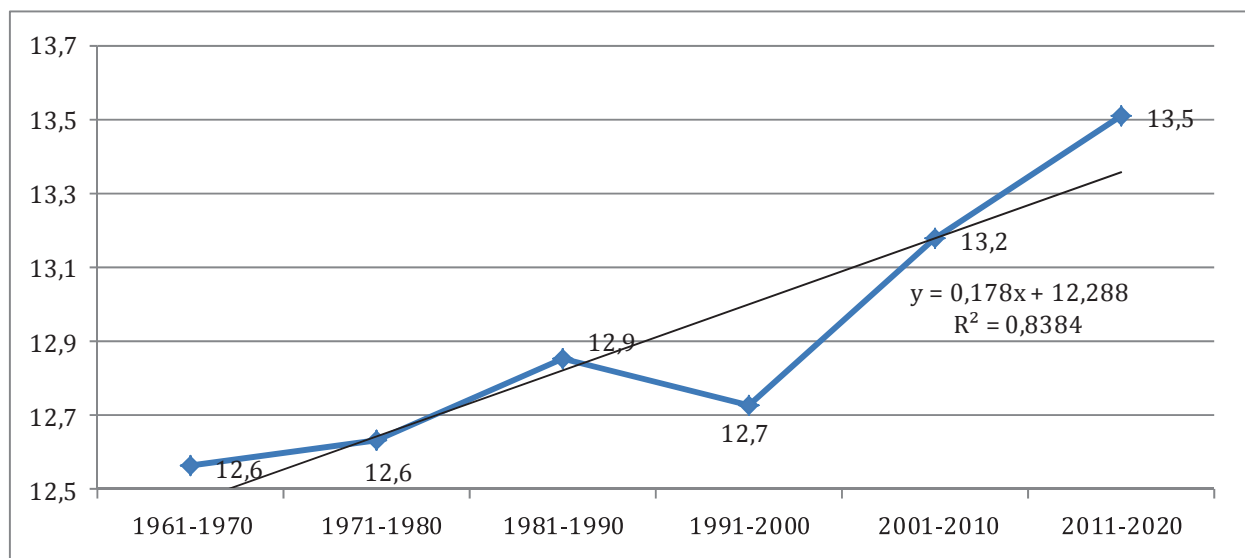
Одна из важнейших проблем современности, которая затрагивает все сферы функционирования человеческой цивилизации, – глобальное изменение климата. Факт климатических изменений фиксируется сетью метеостанций на протяжении нескольких десятилетий; при этом интенсивность и скорость изменений только возрастают. Так, на территории России за последние 100 лет, средняя годовая температура приземного слоя воздуха увеличилась на 0,6–0,2°C (Gruza, Ran'kova, 2003). При этом в Северном полушарии изменения происходят наиболее интенсивно. По последним данным, климат России потеплел на 0,76°C больше по сравнению с климатом всей Земли в целом. Климатические изменения фиксируются и на региональном уровне (Dmitriev, Lednev, 2013): в северной части Удмуртской Республики за последние 50 лет произошло увеличение: среднегодовой температуры воздуха на 0,7°C (теплого периода на 0,5°C, холодного на 1,0°C); суммы температур, в особенности выше 15°C; количества дней с температурой выше 0°C.

Анализ данных Ижевской метеостанции показал устойчивый рост среднегодовой и средней температуры за апрель – сентябрь (рис. 1), что является существенным фактором для возделывания теплолюбивых растений.

ров – климатических и биологических, вредители и болезни интродуцентов в новых регионах отсутствуют, и их распространение сдерживается объективными причинами.

Благодаря введению новых сельскохозяйственных растений, обладающих пищевой ценностью, лечебными свойствами, в связи с климатическими изменениями возможно значительно повысить уровень питания населения, обеспечив его здоровой, полноценной и разнообразной пищей. Также необходимо отметить улучшение эстетического восприятия окружающей среды, культурную и учебно-воспитательную роль. Одной из теплолюбивых культур, способных в перспективе занять определенное место в производстве продуктов питания в Российской Федерации является *Ipotoea batatas* (L.) Lam.

Батат, или «сладкий картофель», – многолетняя травянистая стелющаяся лиана из семейства Вьюнковые (Convolvulaceae Juss.) (Alekseev, 1933; Podlesny, 2014). Оптимальная среднесуточная температура для его роста составляет 20–25°C. Он обладает умеренной засухоустойчивостью, однако низкая влажность почвы ухудшает размер и качество клубней (Paneque Ramirez, 1992). Основная ценность данного растения заключается в способности формировать клубни<sup>1</sup> в результате утолщения боковых корней. В зависимости от сорта, цвет и форма клубней разнообразна (Podlesny, 2013). На родине и в регионах возделывания с субтропическим



**Рис. 1.** Изменение средних температур с апреля по сентябрь 1961–2020 гг. (по данным Ижевской метеостанции)

**Fig. 1.** Change in average temperatures from April to September, 1961–2020 (according to Izhevsk Weather Station)

В связи с глобальными изменениями климата особое значение приобретает своевременная реакция сельского хозяйства на происходящие и будущие природные и социально-экономические трансформации. Следует отметить, что общая тенденция изменения приземной температуры несет в себе ряд позитивов, в частности в северных регионах повышается продуктивность традиционных сельскохозяйственных культур и появляется возможность расширения ассортимента за счет возделывания новых интродуцируемых растений. При этом, ввиду влияния различных факто-

и тропическим климатом вес клубней одного растения может достигать 3–4 кг. В настоящее время на территории Удмуртской Республики проводятся работы по интродукционному изучению вида как пищевой культуры.

История возделывания батата насчитывает не одно тысячелетие (Woolfe, 1992). После открытия Нового Света началось активное проникновение данной культуры в европейские страны с тропическим и субтропи-

<sup>1</sup> корневые клубни (прим. ред.)

ческим климатом (Hather, Kirch, 1991; Zhang et al., 2000; Gichuki et al., 2003; Srisuwan et al., 2006). В XX веке в результате селекционной работы получены сорта для умеренного климата Канады, стран Западной Европы и северной части Китая.

История интродукции батата в Россию началась в XX столетии с Черноморского побережья Кавказа и Южной Украины (Alekseev, 1933). Позже данная работа была прекращена, коллекции и селекционный материал, вероятно, были утеряны.

Являясь ценным пищевым растением с высоким содержанием сахаров и высокой питательностью, данная культура не способна вытеснить картофель в нашей стране по природно-климатическим, экономическим и культурно-историческим причинам. Дополнительным продуктом при культивировании батата служит надземная часть, используемая в качестве корма для скота (Magomedova et al., 2017).

Однако, несмотря на ряд достоинств данной культуры, отрасль – бататоводство и сорта батата отечественной селекции отсутствуют. Культивирование, пополнение и содержание коллекций чаще сосредоточено в руках любителей и энтузиастов. В настоящее время между ними идет активный обмен имеющимися образцами батата иностранной селекции. Зачастую образцы не имеют оригинальных сортовых названий и возделываются под наименованиями, произошедшими либо от названия места первичного культивирования, либо от морфобиологических особенностей образцов.

*Цель исследования* – генетическая и биолого-хозяйственная оценка образцов батата в коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УдмФИЦ УрО РАН).

### Материалы и методы

На территории Удмуртии возделывался образец батата Любительский, который зарекомендовал себя как неприхотливое, урожайное растение (Zorin, Fedorov, 2017), а также декоративные формы с различной окраской листы, используемые в озеленении: “Buntblatrigе”, “Gold compact”, НМ, “Purpurea”, которые не образуют клубней. В 2017 г. коллекция отдела пополнилась 10 образцами, пригодными для пищевого использования (Афганский, Бежевый, Белый НБС, Бразильский, Винницкий розовый, Дружковский, Победа 100, ‘Bayou Bell’, ‘Jewel’, ‘Covington’); один образец получен в результате случайной почковой мутации декоративной пестролистной формы батата (селекционный номер – ВМ 17). Весной 2018 г. приобретены четыре образца: Фиолетовый, Фиолетовый Сочи, ‘Beauregard’, ‘Betty’.

Так как в Российской Федерации в настоящее время отсутствуют зарегистрированные сорта и научные коллекции, в исследованиях использовали не только сорта (сортами являются: ‘Bayou Bell’, ‘Beauregard’, ‘Betty’, ‘Jewel’, ‘Covington’), но и образцы батата, полученные от частных коллекционеров Красnodарского края и Ленинградской области, статус которых не установлен.

Для проведения молекулярно-генетического анализа с использованием ISSR-праймеров геномную ДНК выделяли из молодых листьев СТАВ-методом. Использовали 100 мг растительной ткани 16 образцов батата: Афганский, Бежевый, Белый НБС, Бразильский, Винницкий розовый, ВМ 17, Дружковский, Любительский,

НМ, Победа 100, ‘Bayou Bell’, “Buntblatrigе”, ‘Covington’, “Gold compact”, “Purpurea”, ‘Jewel’.

Молекулярно-генетический анализ осуществляли с использованием 6 ISSR-праймеров (ООО «Евроген Лаб», Россия). Амплификацию проводили на термоджеле «Терцик» (Россия) в объеме 25 мкл. Для приготовления ПЦР-образцов использовали смесь ScreenMix-HS (5x) (ООО «Евроген Лаб», Россия). Продукты амплификации разделяли электрофорезом в 1,7-процентном агарозном геле, окрашенном бромистым этидием (0,5 мкг/мл). Для определения длины амплифицированных фрагментов ДНК использовали маркер молекулярных масс (100 + bpDNA Ladder) (ООО «Евроген Лаб», Россия). Все ПЦР были проведены трижды для верификации воспроизводимости результатов.

Для ISSR-анализа растений были рассчитаны матрицы бинарных признаков. На основе этих матриц были рассчитаны генетические различия. По матрице генетических различий невзвешенным парно-групповым методом (UPGMA – unweighted pair-group method with arithmetic mean) была построена дендрограмма, отражающая степень родства исследуемых генотипов по ISSR-спектрам при помощи компьютерной программы Treecon 1.3b.

Статистическую достоверность полученной дендрограммы рассчитывали с помощью бутстреп-анализа путем построения 100 альтернативных дендрограмм; она представлена в процентах от исходного значения.

В 2018 г. заложены два рекогносцировочных мелкоделяночных опыта по предварительному изучению особенностей роста и продуктивности 16 образцов батата, пригодного для пищевого использования: Афганский, Бежевый, Белый НБС, Бразильский, Винницкий розовый, ВМ 17, Дружковский, Любительский, Победа 100, Фиолетовый, Фиолетовый Сочи, ‘Bayou Bell’, ‘Beauregard’, ‘Betty’, ‘Jewel’, ‘Covington’. Опыты закладывали на территории Удмуртской Республики в двух агроклиматических районах: Центральном – умеренно теплом и Южном – теплом, незначительно засушливом. Удмуртия располагается в междуречье Камы и Вятки в Среднем Предуралье. Данная территория характеризуется умеренно континентальным климатом с коротким теплым летним периодом. По многолетним наблюдениям, сумма температур выше 10°C составляет 1850–2100°C, а продолжительность периода с температурой выше 10°C колеблется от 115 до 135 дней. ГТК за вегетационный период – от 0,9 до 1,2–1,3. Метеоусловия и агрохимическая характеристика почв районов проведения исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Черенкование батата производили с маточных растений, которые в осенне-зимний период сохранялись в контейнерной культуре в условиях помещения в вегетирующем состоянии. Рассадку выращивали в контейнерах объемом 0,2 л, возраст рассады – 30–35 суток. Высадку рассады в грунт производили во второй декаде мая по схеме 40 × 40 см на гряды под временное пленочное укрытие. Биометрические измерения и уборку урожая производили в сентябре. Закладку и проведение опытов, статистическую обработку данных методами вариационного и однофакторного дисперсионного анализа проводили по общепринятым методикам (Dospekhov, 1985; Belik, 1992). Площадь учетной делянки – 0,96 м<sup>2</sup>, количество растений на делянке – 4 шт., размещение делянок систематическое, повторность трехкратная.

**Таблица 1. Метеоусловия вегетационного периода 2018 г.****Table 1. Meteorological conditions in the growing season of 2018**

Месяц / Month	Центральный агроклиматический район / Central agroclimatic region		Южный агроклиматический район / Southern agroclimatic region	
	Температура, °C / Temperature, °C	Осадки, мм / Precipitation, mm	Температура, °C / Temperature, °C	Осадки, мм / Precipitation, mm
Май / May	11,0	39	13,5	47
Июнь / June	14,6	58	17,0	60
Июль / July	20,1	38	22,1	47
Август / August	15,6	36	18,1	60
Сентябрь / September	10,8	62	13,4	35

**Таблица 2. Агрохимические показатели пахотного слоя почв****Table 2. Agrochemical indicators of the topsoil**

Район / Region	Органическое вещество, % / Organic matter, %	pH <sub>КСЛ</sub>	Физико-химические показатели, ммоль/100г / Physicochemical indicators, mmol/100g		Химические показатели, мг/кг / Chemical indicators, mg/kg	
			N <sub>t</sub> /N <sub>h</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Центральный агрокли- матический район / Cen- tral agroclimatic region	2,6	5,44	3,33	19,28	395	250
Южный агроклиматиче- ский район / Southern agroclimatic region	4,7	6,12	1,72	29,94	420	455

### Результаты и обсуждение

В экспериментах по изучению полиморфизма ДНК 16 образцов *I. batatas* на основе ISSR-маркеров было апробировано 7 праймеров. Для всех образцов определены индивидуальные ISSR-спектры, различающиеся числом ампликонов, их размерами и степенью выраженности на электрофореграммах (табл. 3).

При использовании праймера UBC867 не были получены четкие воспроизводимые ДНК-фрагменты. С остальными праймерами было получено в общей сложности 90 аллелей (амплифицируемых фрагментов). Число аллелей на маркер варьировало от 10 до 20, а диапазон длин полученных фрагментов составил 150–1500 пн. Максимальное количество ампликонов было детектировано для праймера UBC808, а минимальное – для праймера P1.

Коэффициенты генетического подобия Nei & Li, рассчитанные для 16 образцов батата на основе ISSR-локусов, были использованы для создания дистанционных матриц и далее для построения дендрограмм по методу UPGMA (рис. 2).

Дендрограмма генетического сходства показала, что все исследуемые генотипы разделились на два больших кластера с высокой степенью надежности порядка ветвления (индекс бутстрепа составил 100%). В остальных группах бутстреп-поддержка составила

1–36%, что, по мнению ряда исследователей, свидетельствует о молекулярно-генетическом полиморфизме (Markin et al., 2010). Вероятно, для повышения уровня надежности ветвления необходимо использование гораздо большего количества ISSR-маркеров.

Ранее в Отделе интродукции и акклиматизации растений был получен образец батата в результате вегетативной мутации декоративной формы “Buntblatrigе”, названный ВМ 17. В результате ISSR-маркирования оказалось, что данный образец генетически более близок к образцу Винницкий розовый и находится на большом генетическом расстоянии от исходной декоративной формы “Buntblatrigе”.

Проведенный генетический анализ образцов батата в коллекции показал, что все образцы представляют собой разные генотипы. Полученный в результате почковой мутации образец ВМ 17 по своему генотипу существенно отличается от исходного образца.

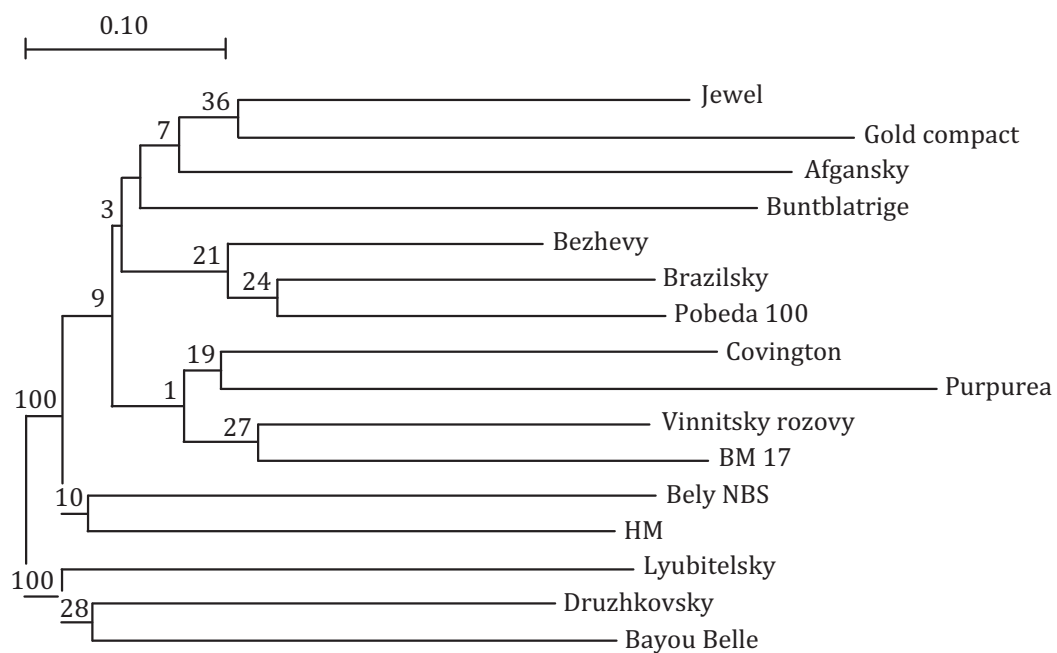
Батат особенно требователен к теплу, среди овощных культур относится к группе жаростойких, поэтому в условиях Средней полосы России его рекомендуют выращивать под временными укрытиями. В начале вегетации после высадки в грунт (май – июнь) отмечается медленный рост, активный рост наблюдается в июле и продолжается до осенних заморозков. В таблице 4 представлены средние данные двух опытов по морфометрическим особенностям и продуктивности сладко-



Таблица 3. Информативность ISSR-праймеров

Table 3. Informative value of ISSR primers

Обозначение праймера / Primer designation	Нуклеотидная последовательность (5'→3') Nucleotide sequence (5'→3')	Размеры фрагментов ДНК, пн / DNA fragment sizes, bp	Количество ISSR-маркеров / Number of ISSR markers	Количество ISSR-маркеров на образец / Number of ISSR markers per accession
P1	GAG(CAA) <sub>5</sub>	200–520	10	4,9
P2	CTG(AG) <sub>8</sub>	170–810	14	3,3
UBC808	(AG) <sub>8</sub> C	190–1190	20	3,7
UBC818	(CA) <sub>8</sub> G	230–1500	12	2,6
UBC840	(GA) <sub>8</sub> CTT	170–1000	19	3,8
UBC849	(GT) <sub>8</sub> CG	150–820	15	2,4

Рис. 2. Дендрограмма генетического сходства 16 образцов *Ipomoea batatas* (L.) Lam.Fig. 2. Dendrogram of genetic similarities among 16 accessions of *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

го картофеля. Большие ошибки представленных показателей объясняются тем, что образцы сильно варьировали по изучаемым признакам в зависимости от условий района выращивания.

На основании полученных данных проведена группировка образцов по общей длине стеблей на три группы:

– компактные (общая длиной стеблей до 500 см) – Бежевый, Бразильский, Любительский, 'Betty', 'Jewel', 'Covington';

– среднерослые (500–1000 см) – Афганский, Победа 100, Винницкий розовый, Фиолетовый, 'Bayou Bell', 'Beauregard';

– сильнорослые (более 1000 см) – Дружковский, Белый НБС, Фиолетовый Сочи и ВМ 17.

Можно предположить, что растения с компактным и среднерослым типом роста больше подойдут для механизированного возделывания.

За период вегетации гибель растений не отмечалась, происходившие понижения температуры до 0°C в начале июня не привели к повреждениям растений, отсутствовало поражение болезнями и вредителями, все образцы сформировали клубни. Уборку урожая проводили в Центральном агроклиматическом районе 10 сентября, а в Южном – 30 сентября, после повреж-

**Таблица 4.** Характеристика образцов батата *Ipomoea batatas* (L.) Lam. в Удмуртской Республике, 2018 г.**Table 4.** Characterization of sweet potato accessions *Ipomoea batatas* (L.) Lam. in the Udmurt Republic, 2018

Образец / Accession	Длина побегов, см / Shoot length, cm	Облиственность, шт./м / Leafiness, pcs/m	Площадь листовой поверхности, дм <sup>2</sup> / Leaf surface area, dm <sup>2</sup>	Средняя масса клубней, г / Average tuber weight, g	Продуктивность растения, г / Plant productivity, g
Афганский / Afgansky	583,8±37,7	24,7±1,6	54,5±4,4	108,2±19,3	584,6±140,1
Bayou Bell	807,3±51,2	26,2±0,9	80,6±4,7	60,8±7,1	760,3±108,8
Бежевый / Bezhevy	367,5±31,3	36,4±2,9	53,8±2,7	70,6±9,8	456,2±52,5
Белый НБС / Bely NBS	1215,0±95,1	26,3±1,3	120,2±9,7	160,4±21,2	1561,6±413,0
Beauregard	553,25±69,1	16,1±0,8	25,6±2,6	104,4±29,5	368,6±124,8
Бразильский / Brazilsky	372,5±52,7	29,8±0,9	52,2±8,2	87,1±10,5	544,3±106,0
Betty	212,3±13,3	31,1±0,9	19,6±1,5	78,9±25,8	191,8±15,5
Винницкий розовый / Vinnitsky rozovy	599,8±33,6	31,6±0,8	94,8±2,0	80,8±8,8	985,0±212,3
ВМ 17	2412,0±292,1	13,6±0,5	143,6±11,2	108,7±27,0	1218,2±503,5
Jewel	415,5±57,7	32,0±1,4	48,5±8,1	51,6±9,0	510,1±84,0
Дружковский / Druzhkovsky	1011,3±142,0	28,2±2,8	128,2±13,2	85,8±16,9	1233,6±343,6
Covington	321,0±74,7	34,0±3,3	42,6±7,9	51,6±5,0	446,5±88,4
Любительский / Lyubitelsky	454,3±87,1	41,4±3,9	95,4±16,0	115,3±12,5	884,9±128,7
Победа 100 / Pobeda 100	596,3±84,0	20,3±1,4	61,6±9,0	121,7±22,3	1124,1±174,4
Фиолетовый / Fioletovy	718,3±94,4	20,6±0,6	62,7±11,7	52,5±4,4	253,4±91,1
Фиолетовый Сочи / Fioletovy Sochi	1381,8±26,3	20,0±0,7	152,5±10,2	67,9±9,4	511,5±143,4
НСП <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	271,1	5,0	24,6	41,2	464,4

дения надземной части первыми осенними заморозками.

Несмотря на высокую требовательность культуры к теплу, в условиях Среднего Предуралья растения батата способны успешно развиваться, формировать развитую надземную часть с мощным ассимиляционным аппаратом. Среди изученных выделены образцы как с высокой побегообразовательной способностью (ВМ 17), которые можно рекомендовать для вертикального озеленения, так и с компактной надземной частью, обладающие высокой технологичностью при выращивании для производства клубней.

Важным показателем оценки нового перспективного пищевого растения является урожайность продуктивных органов – клубней. Для оценки минимальных размеров клубней батата, пригодных для пищевого использования, применяли технические условия «Мор-

ковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети», где минимальный допустимый размер корнеплода составляет 75 г. В соответствии с этим критерием товарные клубни сформировали (по средней массе клубня) 62% изученных образцов. Остальные образцы хотя и формируют товарные клубни, но их количество и масса в общей продуктивности растения невелики. Максимальная средняя масса клубней отмечена у образцов: Белый НБС, Любительский и Победа 100; максимальную продуктивность показали: Белый НБС, ВМ 17 и Дружковский.

Исследования позволили выделить следующие группы по продуктивности образцов в условиях Удмуртской Республики:

– низкопродуктивные (масса клубней на одном растении до 500 г) – 'Betty', Фиолетовый, 'Beauregard', 'Covington', Бежевый;

- среднепродуктивные (500–1000 г) – ‘Jewel’, Фиолетовый Сочи, Бразильский, Афганский, Винницкий розовый, Любительский, ‘Bayou Bell’;
- высокопродуктивные (более 1000 г) – Победа 100, ВМ 17, Дружковский, Белый НБС.

### Заключение

В исследованиях по изучению полиморфизма ДНК растений батата, в результате анализа полученных данных генетического сходства, все исследуемые генотипы разделились на два больших кластера с высокой степенью надежности порядка ветвления (индекс бутстрепа составил 100%). В остальных группах бутстреп-поддержка составила 1–36%, указывая на значительную молекулярно-генетическую разнородность растений. Для повышения уровня надежности ветвления необходимо использовать большее количество ISSR-маркеров.

Агроклиматические условия Удмуртии и в целом Среднего Предуралья позволяют возделывать данную тропическую культуру для получения товарных клубней.

Для выращивания в условиях Среднего Предуралья рекомендуются следующие образцы: Афганский, Белый НБС, Бразильский, Винницкий розовый, ВМ 17, Дружковский, Любительский, Победа 100, Фиолетовый Сочи, ‘Jewel’, ‘Bayou Bell’.

---

*Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану УдмФИЦ УрО РАН по проекту № 0427-2014-0002 «Изучение биологических особенностей некоторых субтропических, тропических и теплолюбивых видов растений при их интродукции в условиях Среднего Предуралья». Регистрационный номер НИОКТР АААА-А 19-119012190028-6.*

*Авторы выражают глубокую благодарность научному сотруднику Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН, кандидату биологических наук А. В. Худяковой за помощь в проведении исследований.*

*The work was carried out within the framework of the State Task according to the theme plan of UdmFRC UB RAS, Project No. 0427-2014-0002 “Study of the biological characteristics in some subtropical, tropical and thermophilic plant species during their introduction in the Middle Urals”. R&D registration number АААА-А 19-119012190028-6.*

*The authors express their sincere gratitude to A. V. Khudyakova, PhD (Biol. Sci.), Research Scientist of the Plant Introduction and Acclimatization Dept., UdmFRC UB RAS, for her assistance in the implementation of this research.*

---

### References/Литература

Alekseev V.P. Sweet potato (Batat). Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1933. [in Russian] (Алексеев В.П. Батат. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1933).

Belik V.F. Experimental methodology in vegetable and melon growing (Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve). Moscow: Agropromizdat; 1992. [in Russian] (Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Москва: Агропромиздат; 1992).

Dmitriev A., Lednev A. Regional changes of climatic exponents in terms of the northern agro-climatic region of the Udmurt Republic. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2013;5(36):10-14. [in Russian] (Дмитриев А.В., Леднев А.В. Региональные изменения климатических показателей на примере северного агроклиматического района Удмуртской Республики. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2013;5(36):10-14).

Dospekhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).

Gichuki S.T., Berenyi M., Zhang D., Hermann M., Schmidt J., Glössl J. et al. Genetic diversity in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2003;50(4):429-437. DOI: 10.1023/A:1023998522845

Gruza G.V., Ran'kova E.Ya. Climate oscillations and changes over Russia. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2003;39(2):145-162.

Hather J., Kirch P.V. Prehistoric sweet potato (*Ipomoea batatas*) from Mangaia Island, Central Polynesia. *Antiquity*. 1991;65(249):887-893. DOI: 10.1017/S0003598X00080613

Karpun Yu.N. The main problems of introduction. *Hortus Botanicus*. 2004;(2):17-32. [in Russian] (Карпун Ю.Н. Основы интродукции растений. *Hortus Botanicus*. 2004;(2):17-32).

Magomedova B.M., Asadulaev Z.M., Yarovenko Yu.A. Batata as a valuable food culture for the Republic of Dagestan (first message). *Botanical Herald of the North Caucasus*. 2017;(4):24-33. [in Russian] (Магомедова Б.М., Асадулаев З.М., Яровенко Ю.М. Батат как ценная пищевая культура для Республики Дагестан (первое сообщение). *Ботанический вестник Северного Кавказа*. 2017;(4):24-33).

Markin N.V., Tikhobaeva V.E., Tikhonova M.A., Gavrilova V.A., Tolstaya T.T., Usatov A.V. Genomic DNA polymorphism of annual sunflower species. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2010;2(144-145): 3-7. [in Russian] (Маркин Н.В., Тихобаева В.Е., Тихонова М.А., Гаврилова В.А., Трифонова Т.Т., Усатов А.В. Полиморфизм геномной ДНК однолетних видов подсолнечника. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2010;2(144-145): 3-7).

Paneque Ramirez G. Cultivation, harvesting and storage of sweet potato products. *FAO Animal Production and Health Paper (FAO)*. 1992;95:203-215.

Podlesny V.B. Productivity evaluation of modern varieties of sweet potato in Central Russia. *Agrarian Russia*. 2013;(6):11-13. [in Russian] (Подлесный В.Б. Оценка урожайности современных сортов батата в условиях Центральной России. *Аграрная Россия*. 2013;(6):11-13). DOI: 10.30906/1999-5636-2013-6-11-13

Podlesny V.B. Sweet potato culture – promising trend of Russian vegetable growing. *Vegetable Crops of Russia*. 2014;2(23):46-49. [in Russian] (Подлесный В.Б. Культура батата – перспективное направление российского овощеводства. *Овощи России*. 2014;2(23):46-49). DOI: 10.18619/2072-9146-2014-2-46-49

Srisuwan S., Sihachakr D., Siljak-Yakovlev S. The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas*) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. *Plant Science*. 2006;171(3):424-433. DOI: 10.1016/j.plantsci.2006.05.007

Woolfe J.A. Sweet potato: An untapped food resource. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1992.

Zhang D., Cervantes J., Huaman Z., Carey E., Ghislain M. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2000;47(6):659-665. DOI: 10.1023/A:1026520507223

Zorin D.A., Fedorov A.V. Introduction of *Ipomoea bata-*

*tas* Lam. in the Middle Urals (Introduktsiya *Ipomoea batatas* Lam. v Srednem Preduralye). *Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki = Modern Research and Development*. 2017;8(16):207-209. [in Russian] (Зорин Д.А., Федоров А.В. Интродукция *Ipomoea batatas* Lam. в Среднем Предуралье. *Современные научные исследования и разработки*. 2017;8(16):207-209).

#### Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of financial interest in the materials or methods presented.

#### Для цитирования / How to cite this article

Федоров А.В., Зорин Д.А., Ардашева О.А. Генетическая и биолого-хозяйственная оценка образцов батата в коллекции Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(4):29-36. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-29-36

Fedorov A.V., Zorin D.A., Ardasheva O.A. Genetic, biological and economic evaluation of sweet potato accessions in the collection of the Plant Introduction and Acclimatization Department, Udmurt FRC, UB RAS. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(4):29-36. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-29-36

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

#### Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-29-36>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

#### ORCID

Fedorov A.V. <https://orcid.org/0000-0003-2759-2037>

Zorin D.A. <https://orcid.org/0000-0001-9489-708X>

Ardasheva O.A. <https://orcid.org/0000-0001-6828-4802>