

УДК 635.21:573.6:631

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-186-197>**Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова**

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», пос. Красково, Люберецкий район, Московская область, Россия  
E-mail: oveselena@mail.ru

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОДДЕРЖАНИИ ПОЛЕВОЙ КОЛЛЕКЦИИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ И ВЫСОКОГОРЬЕ**

### **РЕЗЮМЕ**

*Изучено прохождение межфазных периодов и формирование урожая клубней у 93 сортов картофеля различного срока созревания. Отбор базовых клонов проводили в северных и южных условиях в Приморском районе Архангельской области и высокогорья Северного Кавказа на высоте 2 300–2 500 м над уровнем моря. На рост, развитие и клубнеобразование растений существенное влияние оказали долгота дня в северном регионе и высокое количество часов солнечного сияния в высокогорье. Коэффициент размножения растений в высокогорье возрос по сравнению с северной зоной в 1,2–2,3 раза, при этом наибольшее превышение отмечено у сортов позднего срока созревания. Превышение массы клубней у сортов ранней и среднеранней групп спелости по сравнению с северной зоной составило 1,9–2,7 раза, у сортов более позднего срока – 2,9–3,1 раза.*

*Ключевые слова:* картофель, банк здоровых сортов картофеля, базовые клоны, рост и развитие растений, продуктивность, северный регион, высокогорье.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Главной биологической особенностью картофеля является вегетативный способ размножения. С этим связаны проблемы, обусловленные физиологическим старением культуры и накоплением специфических патогенов, вызывающих снижение урожая клубней. В связи с этим в семеноводстве картофеля современные биотехнологические методы получили наибольшее практическое распространение [1, 2].

Применение меристемно-тканевых операций позволяет сохранить типичность биоматериала в процессе поддержания *in vitro* коллекции картофеля [3, 4]. Однако даже в таких условиях на картофеле существует угроза закрепления модификаций отдельных хозяйственно ценных признаков [5, 6]. Условия изолированной культуры в результате длительного клонирования могут привести к глубокой клеточной дестабилизации, и изменения происходят, прежде всего, по показателям хозяйственно ценных признаков. В культуральном сосуде микрорастение регенерирует при насыщенной влажности воздуха и дефиците углекислоты. Сочетание этих двух факторов формирует фенотип пробирочной культуры, который хорошо растет и развивается в искусственных условиях [7]. Внутрипробирочная экология в первую очередь способствует модификации систем, ответственных за транспорт воды, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> как внутри, так и из клетки растений [8, 9]. Искусственные условия могут вызывать изменчивость как модификационную, так и мутационную [10, 11]. При массовом микроклональном размножении зачастую не учитывается

скрытая, фенотипически не проявленная вариабельность среди исходных растений [12]. Поддержание *in vitro* коллекций на основе многолетнего депонирования, без надлежащего диагностического контроля и систематической оценки на сортовую типичность не позволяет использовать биоматериал в качестве платформы по выращиванию высококачественного семенного материала в оригинальном семеноводстве [13–15].

Ненаследственные отклонения на сортах картофеля проявляются в виде смещения фенологических фаз. Лучшими для сохранения генетического разнообразия картофеля являются условия *in situ*, которые позволяют минимизировать потери сортовых ресурсов [16–18]. Однако в связи с присутствующими рисками заражения вирусами сохранить сорта в полевой коллекции становится проблематично.

В современной практике широко применяется метод поддержания сортообразцов в чистых фитосанитарных условиях с последующим отбором здоровых исходных растений и их введения в культуру *in vitro* методом ростковых черенков [19–22]. Применение данного метода при получении новых линий *in vitro* является наиболее предпочтительным, поскольку шанс проявления генетической модификации в данном случае невелик. Метод вычленения апикальной меристемы необходимо использовать при оздоровлении перспективных сортов и гибридов от различных патологий, в дальнейшем для клонирования и ускоренного размножения рациональнее использовать способы введения в культуру ростковыми черенками или частями стебля [23].

Для максимального сохранения биологического потенциала сортов картофеля актуальными для закладки полевых питомников отбора являются исследования территорий, свободных в фитосанитарном плане от инфекций: острова, высокогорье, северные и прибрежные территории [24]. В большинстве регионов Российской Федерации существуют такие территории. В условиях Европейского Севера глубокое промерзание почвы в зимний период способствует ее очищению от возбудителей болезней и вредителей, высокий уровень солнечной инсоляции в летние месяцы создает хорошие условия для ускоренного роста и развития растений. Вертикальная зональность высокогорья является природным барьером, препятствующим векторной траектории перелета тлей – переносчиков инфекции [25, 26]. Благодаря отсутствию инфекционных очагов семенной материал высоких классов семян можно воспроизводить в высокогорной зоне 5–6 лет [27–29].

Цель исследования – оценка прохождения межфазных периодов и продуктивности сортов картофеля различного срока созревания при отборе базовых клонов в условиях северного региона и высокогорья Северного Кавказа.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Размещение сортообразцов в полевых питомниках Банка здоровых сортов картофеля (БЗСК) проводили согласно утвержденной методике [30]. Географическое расположение питомников БЗСК: в северном регионе – 64° 32.3636'0" с. ш. и 40° 31.0163' 0" в. д., в высокогорье – 42° 52' 12" с. ш. и 43° 57' 33" в. д. Посадку сортообразцов картофеля проводили в условиях Европейского Севера (Приморский р-н Архангельской обл.) и высокогорья Северного Кавказа (Верхний Згид, РСО-Алания) на высоте 2 500 м н. у. м.

В условиях Архангельской области среднесуточная температура воздуха выше 10 °С наступает во второй – третьей декаде мая. Характерной особенностью для региона Европейского Севера является длинный летний световой день (более 20 ч). Среднесуточная температура воздуха в июне составляет 13 °С, в июле – 16,3 и в августе – 13,1 °С. В летний период ежемесячно выпадает 61–73 мм осадков. Сумма активных температур в период вегетации картофеля составляет 1 100–1 300 °С, ГТК – 1,58. Почвы

подзолисто-глеевые с преобладающим ровным рельефом. Агрохимические показатели участка, на котором размещается коллекционный питомник: содержание гумуса (по Тюрину) – 3,66 % (низкое), азота – 43–45 мг/кг почвы (среднее), подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) высокое – 240–267 и 160–170 мг/кг почвы соответственно. Реакция почвенного раствора рН – 5,8 (слабокислая), гидролитическая кислотность – 2,5–3,4 мг-экв/100 г почвы при малой степени насыщенности основаниями – 48–66 %.

Сложный горный рельеф Северного Кавказа создает большое разнообразие местных микроклиматов, которые зависят от экспозиции склонов и их высоты над уровнем моря. В высокогорье очень высокий ультрафиолетовый индекс (8–10 баллов) и низкое давление воздуха (600 мм рт. ст.). Среднесуточные температуры выше 10 °С наступают в конце мая – начале июня. В горах присутствует резкий контраст между дневными и ночными температурами. Днем температура воздуха в июле – августе может превышать +25 °С, а ночью быть ниже +10 °С. Сумма активных температур в период вегетации составляет 1300–1400 °С, осадки выпадают систематически в виде ливней и грозных дождей и составляют около 500 мм, ГТК превышает 3,0. Почвы высокогорья относятся к разновидности горно-луговых субальпийских. Агрохимический анализ почвенных образцов опытного участка: содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 6,7 % (высокое), реакция почвенного раствора рН – 5,8 (слабокислая), содержание азота – 43–45 мг/кг почвы (среднее), доступных форм фосфора (по Кирсанову) – 102–120 (повышенное) и калия – 161–180 мг/кг почвы (высокое). Сумма обменных оснований зависит от гранулометрического состава и находится в пределах 25–31 мг-экв/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 1,75 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 95 %.

Для сравнительной оценки сортов картофеля в разных природно-климатических условиях использовали 36 раннеспелых, 34 среднеранних и 23 среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля. Для определения структуры взаимосвязей между показателями, формирующими урожай клубней, применяли многомерный статистический метод с привлечением факторного анализа (метод главных компонент). В качестве переменных рассматривали коэффициент размножения, массу клубней одного куста и массу одного клубня за период исследований (2015–2020 гг.).

Посадку сортообразцов в питомниках БЗСК в северной зоне и в высокогорье проводили в первой декаде июня по схеме 0,75×0,25 м, уборку полевой коллекции – в начале сентября. Ежегодно в каждой зоне для поддержания сортообразцов в полевой коллекции в питомнике базовых клонов высаживали по 25 клубней, площадь учетной делянки – 5,25 м<sup>2</sup>. Для каждого сорта в период вегетации отмечали лучшие по развитию 3–5 растений (базовых клонов). В период вегетации проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения растений, в период уборки – учет урожая и его структуры.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Условия среды оказывают существенное влияние на прохождение фаз роста и развития. Основными факторами, влияющими на развитие картофеля в северном регионе, оказались долгота дня, метеоусловия года и срок созревания сортов. Продолжительный летний световой день способствовал получению выравненных всходов. Первые всходы отмечали в начале второй декады июня, массовые – в конце третьей декады. На 42–60-е сутки от посадки ранние и среднеранние сорта сформировали стебли высотой 65 см и вступили в фазу клубнеобразования (табл. 1). Сорта среднеспелой и среднепоздней групп спелости образовали всходы на 10–13 суток позже. Они характеризовались интенсивным ростом биомассы до 70 см и наступлением фазы бутонизации на 11–15 суток позже по сравнению с ранними и среднеранними сортами.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Развитие растений картофеля в северном регионе, 2015–2020 гг.

Группа спелости	Посадка – всходы, сутки	Межфазный период, сутки			Период вегетации, сутки	Высота стеблей, см
		всходы – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – уборка		
Ранняя	10–14	32–34	7–9	34–38	71–73	60–65
Среднеранняя	13–17	37–43	10–11	23–27	70–71	50–55
Среднеспелая	24–27	32–34	10–15	15–19	57–68	60–70
Среднепоздняя	25–28	32–34	10–15	15–19	57–68	60–70

Фаза цветения в условиях северной зоны зависела от биологических особенностей, ее наступление для ранних и среднеранних сортов наблюдали с третьей декады июля до конца первой декады августа. Период цветения среднеспелых сортов происходил во второй – третьей декаде августа. Цветение поздних сортов в условиях региона отмечали в конце августа. В более прохладные годы (2015 и 2019 гг.) происходило смещение фазы цветения поздних сортов на начало сентября и совпадало с моментом уборки.

В высокогорье всходы наблюдали на 6–10-е сутки позже по сравнению с северной зоной. Полные всходы у большинства сортов появлялись на 20–28-е сутки после посадки (табл. 2). В зависимости от группы спелости на 47–68-е сутки растения вступали в фазу бутонизации. Массовое цветение отмечали в первую – вторую декады августа (на 60–75-е сутки после посадки), количество стеблей зависело от сортовых особенностей и составило 4–6 шт/куст высотой от 60 до 100 см.

Отличия в межфазных периодах сортов картофеля в различных агроклиматических зонах обусловлены присутствием геоморфологических особенностей. Основными факторами, влияющими на прохождение межфазных периодов растений, являются долгота дня в северной зоне и высокое количество часов солнечного сияния, а также контраст температур в высокогорье. Несмотря на более поздние всходы, в высокогорье (6–10 суток), по сравнению с северной зоной, у сортов ранней и среднеранней групп спелости бутонизация наступала на 3–5 суток позже, а у более поздних сортов – на 10–15 суток раньше. Полученные данные указывают на смещение межфазных периодов в онтогенезе среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля на 7–18 суток в условиях длинного светового дня по сравнению с высокогорной зоной.

Высокая солнечная инсоляция в горах оказывает благоприятное воздействие на рост и развитие растений. В таких условиях стимулируются окислительные процессы в тканях, увеличивается число и масса листьев, содержание в них хлорофилла [31]. Под действием высокого солнечного сияния, в результате активного роста у растений интенсивно развивается надземная часть и увеличивается масса корней, что в перспективе может способствовать сокращению онтогенеза и ускорению образования столонов [15, 31, 33].

Одним из главных варьирующих признаков при возделывании сортов картофеля в разных агроклиматических зонах является продуктивность. Результаты проводимой

Таблица 2 – Развитие растений картофеля в высокогорной зоне, 2015–2020 гг.

Группа спелости	Посадка – всходы, сутки	Межфазный период, сутки			Период вегетации, сутки	Высота стеблей, см
		всходы – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – уборка		
Ранняя	16–20	31–33	10–11	29–38	70–72	70–80
Среднеранняя	23–27	30–31	9–11	23–24	63–65	60–70
Среднеспелая	22–28	33–35	10–12	18–21	64–65	90–100
Среднепоздняя	22–28	33–35	10–12	18–21	64–65	90–100

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

параллельной оценки продуктивности сортов в северном регионе и высокогорье отражают существенное варьирование показателей, связанное с неоднородностью экологических факторов и специфической реакцией изученных сортов картофеля. Максимальными значениями по коэффициенту размножения среди ранних сортов в условиях северного региона характеризовались Удача, Крепыш, Гулливер, Бриз, Лидер, Ривьера, Винета и Солист. Они сформировали 8,6–10,4 клубней массой 40,5–57,3 г и общей массой 437–533 г/куст. В высокогорье лучшие результаты получены у девяти сортов: Удача, Метеор, Взрывной, Лидер, Даренка, Югана, Якутянка, Бриз и Витессе – 16,0–19,8 шт., 56,6–67,8 г и 817–1 140 г/куст соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность ранних сортов картофеля в различных природно-климатических условиях, 2015–2020 гг.

Сорт	Коэффициент размножения, шт.		Масса клубней, г/куст		Масса одного клубня, г	
	I	II	I	II	I	II
Удача	8,8	17,0	437	817	49,7	48,1
Метеор	7,5	16,5	377	1120	50,2	67,9
Жуковский ранний	7,0	14,6	325	833	46,4	57,1
Крепыш	9,5	15,3	483	854	50,8	55,8
Гулливер	9,3	14,7	533	967	67,9	65,9
Любава	6,8	13,0	347	950	51,0	73,1
Лидер	10,7	18,7	483	1058	45,1	56,5
Алена	5,5	10,8	283	678	51,4	65,1
Даренка	8,3	16,5	413	1075	49,7	62,7
Скороплодный	7,0	15,6	325	867	46,4	55,5
Юбиляр	7,7	15,8	342	875	44,4	55,4
Взрывной	6,7	16,0	308	908	45,9	56,8
Югана	8,2	18,3	347	1050	42,3	57,3
Якутянка	7,0	16,2	330	1040	47,1	64,2
Лилея	7,2	14,6	390	730	54,2	50,0
Бриз	8,6	19,8	420	1140	48,8	57,6
Розара	7,1	11,8	323	830	45,5	70,6
Леди Клэр	7,8	11,5	298	587	38,2	51,0
Ред Скарлетт	6,7	10,8	330	607	49,2	56,2
Импала	6,3	14,8	292	925	46,3	62,5
Миранда	6,8	14,3	283	867	41,6	60,6
Ред Леди	8,1	15,7	400	972	49,4	61,9
Латона	7,2	15,5	333	898	46,2	57,9
Витессе	7,3	16,0	343	933	47,0	58,3
Беллароза	6,5	11,7	302	748	46,5	63,9
Рика	7,1	14,3	323	833	45,5	58,2
Розалинд	6,7	14,2	317	833	47,3	58,7
Солист	8,7	15,3	445	816	51,1	52,6
Колетте	7,7	12,2	302	642	39,2	52,6
Артемис	5,8	14,4	268	860	46,2	59,7
Бафана	5,4	14,0	278	860	55,2	59,7
Рамос	7,5	14,0	312	742	46,4	53,0
Ривьера	9,0	13,7	473	972	52,5	70,9
Арроу	8,0	11,5	287	550	35,8	47,8
Винета	10,4	9,8	422	650	37,0	66,3
Каратоп	6,8	11,6	262	634	38,5	54,7

Примечание. I – северный регион; II – высокогорная зона.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Из исследуемых среднеранних сортов в условиях северного региона наиболее продуктивными оказались 8 сортов: Синеглазка, Рябинушка, Ильинский, Купец, Манифест, Зекура, Санте и Гала. Их варьирование по массе клубней составило 375–466 г/куст в результате образования от 8,4 до 10,3 клубней средней массой от 41,2 до 50,6 г (табл. 4).

В высокогорье лучший результат показали 8 сортов: Василек, Маяк, Надежда, Купец, Манифест, Дина, Зекура и Санте. Амплитуда их продуктивности составила по массе клубней в рамках одного клона от 865 до 1 100 г/куст. По количеству сформированных клубней варьирование у данных сортов составило 14,5–22,1 шт/куст при средней массе 48,3–68,9 г.

Показатели среднеранних сортов картофеля в высокогорье оказались выше, чем в северном регионе: коэффициент размножения – в 1,2–1,4 раза, средняя масса клубня – 1,7–2,1 раза и общая масса одного клона – в 2,3–2,5 раза.

Таблица 4 – Продуктивность базовых клонов среднеранних сортов картофеля, 2015–2020 гг.

Сорт	Коэффициент размножения, шт.		Масса клубней, г/куст		Средняя масса клубня, г	
	I	II	I	II	I	II
Волжанин	6,8	16,2	308	857	45,3	52,9
Фрителла	6,2	13,8	305	825	49,2	59,8
Красавчик	6,5	11,1	308	658	47,4	59,3
Василек	9,2	22,1	350	1100	38,0	68,9
Надежда	5,7	16,7	218	938	38,2	56,2
Синеглазка	9,1	18,5	375	912	41,2	49,3
Маяк	7,1	19,0	308	1117	43,3	58,8
Ильинский	9,5	13,3	428	743	45,0	55,9
Купец	10,3	16,5	466	900	45,2	54,5
Рябинушка	8,4	10,2	420	615	50,0	60,3
Невский	7,7	14,6	350	775	45,5	53,1
Ноктюрн	6,3	13,3	333	812	52,8	61,0
Елизавета	6,2	15,2	333	812	48,9	53,4
Чародей	6,5	14,7	250	792	38,5	53,9
Каменский	7,5	14,0	355	641	47,3	45,8
Кузнечанка	6,4	12,0	270	670	42,2	55,8
Хозяюшка	6,5	13,9	275	717	42,3	51,9
Альвара	6,8	13,3	281	800	41,3	60,1
Брянский деликатес	8,1	14,3	361	800	45,3	55,9
Манифест	10,0	17,8	450	900	45,0	50,6
Дина	6,7	16,7	275	865	41,0	51,8
Зекура	8,8	14,5	408	897	46,4	61,9
Романо	8,0	12,0	337	640	42,1	53,3
Роко	6,7	12,0	283	702	42,2	58,5
Санте	8,7	18,3	418	883	48,0	48,3
Сантана	6,7	15,0	295	850	44,0	56,7
WR 808	6,8	14,6	242	685	35,9	46,9
Джелли	9,0	13,2	365	704	40,5	53,3
Родрига	7,3	12,7	267	654	36,5	51,5
Гала	9,5	16,3	403	742	42,4	45,5
Королева Анна	7,6	16,6	340	850	44,7	53,6
Адретта	6,5	13,2	244	610	37,5	46,2
Джелли	6,8	12,6	240	650	35,3	51,5
Инноватор	5,2	9,7	180	485	34,6	50,3

Примечание. I – северный регион; II – высокогорная зона.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Среди позднеспелых сортов в северных условиях выделились сорта Лорх, Луговской, Голубизна и Петербургский. Они сформировали от 6,2 до 8,2 клубней средней массой 53,5–58,2 г и общей массой одного клона 302–320 г. В высокогорье наибольшей продуктивностью характеризовались сорта Никулинский, Великан, Лорх, Фиолетовый и Криница. Она составила 885–986 г при коэффициенте размножения от 14,2 до 18,2 шт. (табл. 5).

Сравнительный анализ продуктивности позднеспелых сортов картофеля показывает, что в высокогорье показатели превышали северный регион в несколько раз: по количеству сформированных клубней – в 2,2–2,3 раза, общей массе одного клона – в 2,9–3,1 раза.

Таким образом, по результатам многолетнего мониторинга из раннеспелых сортов наиболее адаптивными для условий северного региона и высокогорья оказались сорта Удача, Лидер и Бриз. На общем фоне превышения показателей продуктивности в высокогорье у данных сортов коэффициент размножения был выше по сравнению с северным регионом в 1,7–2,3 раза, а по средней массе одного клона – в 1,9–2,7 раза. Средняя масса клубней в зависимости от региона возделывания варьировала незначительно и составила 45,1–49,7 шт. на севере и 48,1–57,6 – в высокогорье. Среди среднеранних сортов наиболее адаптивными для условий северного региона и высокогорья оказались сорта Купец, Манифест, Зекура и Санте.

Таблица 5 – Продуктивность базовых клонов среднеспелой и среднепоздней группы спелости, 2015–2020 гг.

Сорт	Группа спелости	Коэффициент размножения, шт.		Масса клубней, г/куст		Средняя масса клубня, г	
		I	II	I	II	I	II
Жигулевский	Среднеспелый	5,6	14,2	215	795	38,4	56,0
Фиолетовый	Среднеспелый	7,2	17,8	283	955	39,3	53,7
Барин	Среднеспелый	6,3	15,5	205	820	32,6	52,9
Варяг	Среднеспелый	6,0	18,0	250	905	41,2	50,3
Луговской	Среднеспелый	8,2	16,5	308	833	37,6	53,5
Великан	Среднеспелый	5,3	18,2	227	946	42,2	52,0
Тулеевский	Среднеспелый	7,2	12,8	288	616	40,0	48,1
Наяда	Среднеспелый	6,8	13,0	288	675	42,3	51,9
Накра	Среднеспелый	5,0	9,5	205	550	33,0	57,9
Петербургский	Среднеспелый	6,2	14,3	302	833	48,7	58,2
Колобок	Среднеспелый	7,2	14,3	288	816	40,0	57,1
Криница	Среднеспелый	6,5	15,3	260	885	40,0	57,8
Бафана	Среднеспелый	5,5	14,8	250	817	45,0	55,2
Скарб	Среднеспелый	6,2	14,2	253	800	40,1	56,3
Голубизна	Среднеспелый	6,3	14,5	305	817	48,4	56,3
Никулинский	Среднепоздний	7,6	14,2	290	986	38,1	51,3
Лорх	Среднепоздний	8,0	16,2	320	917	40,0	56,6
Журавинка	Среднепоздний	7,8	16,2	278	808	35,6	49,9
Агрива	Среднепоздний	7,0	16,2	275	850	39,2	52,5
Рагнеда	Среднепоздний	7,5	15,0	290	820	38,7	54,7
Атлант	Среднепоздний	7,2	13,8	270	800	37,5	58,0
Моцарт	Среднепоздний	6,0	14,3	250	800	41,6	55,9
Дидо	Среднепоздний	6,8	15,5	280	750	41,1	48,4
Леди Розетта	Среднепоздний	7,5	14,4	275	850	36,7	59,0

Примечание. I – Архангельская область; II – высокогорье.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Изучение продуктивности сортов картофеля в северном регионе и высокогорье с применением факторного анализа выявило в рамках каждой группы спелости по два фактора ( $F_1$  и  $F_2$ ). В северном регионе у сортов раннего срока созревания по знакам и высоким факторным нагрузкам  $F_1$  (65,0 %) от общей дисперсии показало присутствие прямой зависимости между коэффициентом размножения и массой сформированных клубней (0,821–0,995). В высокогорье тесная взаимосвязь между изученными переменными (0,917–0,983) установлена на уровне 62,8 % от общей дисперсии (табл. 6).

По результатам проведенного анализа выявлено, что продуктивность растений в северном регионе и высокогорной зоне определяется в большей степени коэффициентом размножения (0,983–0,995), чем средней массой одного клубня. Высокие значения факторных нагрузок  $F_2$  переменной «средняя масса клубня» (0,999 и 0,998) свидетельствуют о независимом характере ее проявления у изученных сортов.

Аналогичные результаты получены при проведении факторного анализа с использованием сортов картофеля среднеранней группы спелости. Приведенные в таблице 7 данные показывают, что по знакам и высоким факторным нагрузкам  $F_1$  установлена прямая связь между коэффициентом размножения (0,976 и 0,986) и массой клубней одного клона (0,924 и 0,931) при выращивании сортов в различных агроклиматических зонах.

Результаты анализа, в котором использовались сорта среднеспелой и среднепоздней группы спелости, также подтверждают присутствие тесной взаимосвязи между переменными «коэффициент размножения» (0,928–0,995) и «масса клубней» (0,845–0,968) при выращивании сортов картофеля в различных агроклиматических зонах (табл. 8). Согласно полученным данным, тесная взаимосвязь между изученными переменными установлена для факторной нагрузки  $F_1$  в северном регионе на уровне 68,0 % от общей дисперсии и в высокогорье на уровне 61,6 %.

Таким образом, на основе применения факторного анализа для определения взаимосвязей между изученными переменными у сортов различных сроков созревания в северном регионе и высокогорье выявлено, что по знакам и высоким абсолютным факторным нагрузкам  $F_1$  установлена прямая зависимость между коэффициентом размножения и массой клубней. Экологические факторы различных зон выращивания

Таблица 6 – Результаты факторного анализа раннеспелых сортов картофеля в различных регионах выращивания, 2015–2020 гг.

Переменная	Факторные нагрузки			
	$F_1$ (65,0 %)	$F_2$ (34,6 %)	$F_1$ (62,8 %)	$F_2$ (37,0 %)
	Северный регион		Высокогорье	
Коэффициент размножения, шт.	0,995	-0,081	0,983	-0,176
Масса клубней, г/куст	0,821	0,565	0,917	0,396
Средняя масса клубня, г	0,038	0,998	0,039	0,999

Таблица 7 – Результаты факторного анализа среднеранних сортов картофеля

Переменная	Факторные нагрузки			
	$F_1$ (62,0 %)	$F_2$ (37,7 %)	$F_1$ (65,0 %)	$F_2$ (33,3 %)
	Северный регион		Высокогорье	
Коэффициент размножения, шт.	0,976	-0,200	0,986	-0,088
Масса клубней, г/куст	0,924	0,378	0,931	0,329
Средняя масса клубня, г	0,031	0,999	0,079	0,995

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 8 – Результаты факторного анализа среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля

Переменная	Факторные нагрузки			
	F <sub>1</sub> (68, 0 %)	F <sub>2</sub> (30, 9 %)	F <sub>1</sub> (61, 6 %)	F <sub>2</sub> (35, 1 %)
	Северный регион		Высокогорье	
Коэффициент размножения, шт.	0,995	-0,027	0,928	-0,301
Масса клубней, г/куст	0,845	0,521	0,968	0,145
Средняя масса одного клубня, г	0,095	0,998	0,047	0,994

также обуславливают существенные различия между сортами по показателю переменной «средняя масса клубня».

По результатам проводимой оценки базовых клонов в различных природно-климатических регионах отмечено, что продуктивность растений прежде всего зависела от биологических особенностей. Раннеспелые и среднеранние сорта картофеля характеризовались ранним формированием урожая клубней. Такие растения способны формировать хорошую продуктивность независимо от зоны возделывания, тем не менее в южном регионе на этих сортах урожайность возрастает в два и более раза. Для сортов более поздних групп спелости ареал распространения зависит от природно-климатического фактора зоны возделывания.

Интерпретация полученных данных позволяет отметить, что в условиях вертикальной зональности проведение улучшающего отбора, направленного главным образом в сторону получения высокого коэффициента размножения растений, позволяет получить высокопродуктивные базовые клоны для дальнейшего их использования в качестве исходного материала и введения в культуру ткани. Размещение питомника БЗСК в условиях высокогорья позволяет сохранить биологический потенциал сортов и систематически получать новые высокопродуктивные линии *in vitro* для использования в реализации семеноводческих программ.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты исследований дают основание утверждать, что проведение всесторонней оценки растений в полевых условиях, где минимизирован уровень переносчиков вирусов и инфекционных очагов, в сочетании с отбором наиболее продуктивных базовых клонов является важным технологическим элементом, позволяющим сохранить сортовые ресурсы картофеля. На рост, развитие и клубнеобразование растений существенное влияние оказали долгота дня в северном регионе и высокое количество часов солнечного сияния в высокогорье. Присутствие длинного светового дня привело к увеличению межфазных периодов, особенно в период бутонизации. В условиях высокогорья фаза бутонизации наступила на 7–10 дней раньше, чем в северной зоне.

Клубнеобразование зависело от природно-климатического фактора, в высокогорье коэффициент размножения растений возрос по сравнению с северной зоной в 1,2–2,3 раза, при этом наибольшее превышение отмечено у сортов позднего срока созревания. Превышение массы клубней у сортов ранней и среднеранней групп спелости по сравнению с северной зоной составило 1,9–2,7 раза, у сортов более позднего срока – 2,9–3,1 раза. Поддержание сортообразцов картофеля в питомниках БЗСК в чистых фитосанитарных условиях высокогорья позволяет отбирать высокопродуктивные базовые клоны, тщательно оцененные в отношении сортотипичности и выраженности основных сортоотличительных признаков, характеризующихся

многоклубневостью и выровненностью урожая клубней. Размещение БЗСК в высокогорье является эффективным технологическим инструментом, позволяющим наряду с поддержанием коллекции сортов в здоровом состоянии оценить их потенциальную продуктивность.

### Список литературы

1. Development of low cost technology for *in vitro* mass multiplication of potato (*Solanum tuberosum* L.) / E. P. Venkatasalam [et al.] // African Journal of Agricultural Research. – 2013. – Vol. 8, № 49. – P. 6375–6382. – DOI: 10.5897/AJAR2013.715.
2. Application of tissue culture techniques in potato / T. Morais [et al.] // Bioscience Journal. – 2018. – Vol. 34, № 4. – P. 952–969.
3. Recent advances in virus elimination and tissue culture for quality potato seed production. / P. Naik [et al.] // Biotechnologies of crop improvement. – Cham. Springer, 2018. – Vol. 1. – P. 131–158.
4. Sarkar, D. Slow-growth conservation of potato microplants: efficacy of ancymidol for long-term storage *in vitro* / D. Sarkar, S. K. Chakrabarti, P. S. Naik // Euphytica. – 2001. – Vol. 117. – P. 133–142.
5. Harding, K. The methylation status of dna-derived from potato plants recovered from slow-growth / K. Harding // Plant cell tissue and organ culture. – 1994. – Vol. 37, № 1. – P. 31–38.
6. Gong, H. Major *in vitro* techniques for potato virus elimination and post eradication detection methods: a review / H. Gong, C. Igiraneza, L. Dusengemungu // American Journal of Potato Research. – 2019. – Vol. 96. – P. 379–389.
7. Демчук, И. В. Изменение свойств оздоровленных клоновых линий сортов картофеля в зависимости от длительности культивирования *in vitro* / И. В. Демчук, Е. Н. Петренко, Н. М. Зарицкий // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 16. – С. 56–66.
8. Биотехнология растений: культура клеток / Г. П. Болвелл [и др.] ; пер. с англ. В. И. Негрука ; под ред. и с предисл. Р. Г. Бутенко. – М. : Агропромиздат, 1989. – 280 с.
9. Жизнеспособность растений картофеля *in vitro*. Анализ проблемы и методика оценки / В. Г. Реуцкий [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 15. – С. 93–104.
10. Трускинов, Э. В. Вирусологическая оценка мировой коллекции картофеля / Э. В. Трускинов, Д. В. Фролова // Вестн. защиты растений. – 2002. – № 1. – С. 22–26.
11. Трускинов, Э. В. Меристемный картофель: особенности и проблемы получения и использования / Э. В. Трускинов, Д. В. Фролова // Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – Ч. 1. – С. 322–329.
12. Рябушкина, Н. А. Клональная и микроклональная изменчивость / Н. А. Рябушкина // Биотехнология. Теория и практика. – 2014. – № 2. – С. 17–27.
13. Формирование и поддержание банка здоровых сортов картофеля в полевой культуре и чистых фитосанитарных условиях / Е. В. Овэс [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 7 июля – 9 июля 2014 г. / Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. – М. : ВНИИКХ, 2014. – С. 117–128.

14. Особенности морфогенеза *in vitro* и оценка фенотипической идентичности сортовых признаков картофеля / Е. В. Овэс [и др.] // Картофель и овощи. – 2018. – № 3. – С. 10–14.
15. The influence of environmental factors of the northern and high-mountain territories on the formation of the yield of tubers of early-maturing potato varieties / E. V. Oves [et al.] // Journal of Complementary Medicine Research. – 2021. – Vol. 12, № 1. – P. 155–159.
16. Assessing changes in the genetic diversity of potato gene banks. 1. Effects of seed increase / A. H. DelRio [et al.] // Theoretical and applied genetics. – 1997. – Vol. 95, № 1–2. – P. 199–204.
17. *Ex Situ* Conservation Priorities for the Wild Relatives of Potato (*Solanum* L. Section Petota) / A. Castaneda [et al.] // Plos One. – 2015. – Vol. 10, № 4. – DOI:10/1371/journal/pone0122599.
18. Intraclonal selection for improved processing of NB «Russet Burbank» potato / A. M. Nassar [et al.] // American Journal of Potato Research. – 2011. – Vol. 88. – P. 387–397.
19. Мастенбрук, И. Система производства семенного картофеля в Голландии / И. Мастенбрук // Материалы Белорусско-Нидерландского семинара по картофелеводству. – Минск, 1998. – С. 36–41.
20. Совершенствование вирусологического контроля в процессе формирования и поддержания банка здоровых сортов картофеля / Б. В. Анисимов [и др.] // Картофельводство : сб. науч. тр. / Материалы координац. совещания и науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения А. Г. Лорха / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха ; под. ред. Е. А. Симакова. – М., 2009. – С. 188–192.
21. Технологический процесс последовательных этапов выращивания семенного картофеля высших категорий качества : методическое руководство / Е. В. Овэс [и др.]. – М. : ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», 2021. – 57 с.
22. Эффективность сочетания полевого отбора с культурой *in vitro* при производстве качественного семенного материала картофеля / А. И. Адамова [и др.] // Картофельводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 14. – С. 14–19.
23. Struik, P. C. Seed potato technology / P. C. Struik, S. G. Wiersema. – Wageningen : Wageningen Pers, 1999. – 382 p.
24. Анисимов, Б. В. Зоны для элитного семенного картофеля / Б. В. Анисимов, Л. А. Смирнова // Информац. бюл. М-ва сельского хоз-ва РФ. – 2015. – № 5. – С. 36–39.
25. Полухин, Н. И. Возможность использования высокогорных районов Республики Алтай для выращивания оздоровленного исходного материала картофеля / Н. И. Полухин, И. Г. Бокина // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее : материалы II Междунар. конф., Горно-Алтайск, 20–24 сент. 2010 г. – Горно-Алтайск : РИР ГАГУ, 2010. – С. 227–230.
26. Гериева, Ф. Т. Тли – переносчики вирусной инфекции семенного картофеля на Северном Кавказе / Ф. Т. Гериева, З. А. Балиева, С. С. Басиев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 12. – С. 18–19.
27. Применение различных технологий выращивания мини-клубней в условиях высокогорья / И. С. Карданова [и др.] // Картофельводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – С. 272–280.

28. Давудов, М. Д. Распространение вирусных болезней картофеля в условиях высокогорья / М. Д. Давудов // Защита и карантин растений. – 2020. – № 10. – С. 45–46.

29. Сердеров, В. К. Семеноводство картофеля в горных условиях Республики Дагестан / В. К. Сердеров, Б. К. Атамов, Д. В. Сердерова // Горное сельское хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 94–98.

30. Методическое положение по проведению отбора свободных от фитопатогенов базовых клонов в чистых фитосанитарных условиях северного региона и высокогорной зоны юга Российской Федерации / Е. В. Овэс [и др.]. – М. : ВНИИКХ, 2013. – 17 с.

31. Ковалева, О. А. Стимуляция роста, развития и повышения урожайности картофеля искусственным ультрафиолетовым облучением / О. А. Ковалева // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения. – 2005. – Вып. 1. – Ч. 1. – С. 37–39.

32. Влияние искусственного солнечного света на рост и развитие регенерантов *Solanum tuberosum* / Е. П. Субботин [и др.] // Turczaninowia. – 2018. – № 21 (2). – С. 32–39.

33. Динамика фотосинтетических процессов в условиях переменного спектрального облучения растений / Ю. Ц. Мартиросян [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 1. – С. 130–139.

Поступила в редакцию 23.09.2021 г.

E. V. OVES, N. A. GAITOVA

## THE YIELD OF POTATO VARIETIES WHILE MAINTAINING A FIELD COLLECTION IN THE NORTHERN REGION AND HIGHLANDS

### SUMMARY

*The article studied the passage of interstage periods and the yield formation of tubers of 93 potato varieties with different ripening periods. The selection of base clones was carried out in northern and southern conditions of Primorsky District in Arkhangelsk Oblast and the highlands of the North Caucasus at an altitude of 2 300–2 500 m above sea level. The growth, development and formation of tubers was significantly influenced by the length of day in the northern region and long sunshine hours in the highlands. The multiplication coefficient of plants in the highlands increased by 1.2–2.3 times compared to the northern region, while the highest increase was observed in late-ripening varieties. The weight of tubers of the early and mid-early ripening varieties was exceeded by 1.9–2.7 times compared with the northern region; the weight of the later period varieties was exceeded by 2.9–3.1 times.*

**Key words:** potatoes, healthy potato bank, base clones, plant growth and development, productivity, northern region, highlands.