

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-23-29>
УДК 635.21:631.531:631.544

А.А. Гисюк^{1*}, Д.И. Волков¹, О.В. Щегорец²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»
692539, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30б

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»
675005, Амурская область,
г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

*Автор для переписки: gisyuk@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Гисюк А.А., Волков Д.И., Щегорец О.В. Размножение мини-растений оздоровленного оригинального картофеля в защищенном грунте. *Овощи России*. 2023;(1):23-29. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-23-29>

Поступила в редакцию: 07.11.2022

Принята к печати: 20.12.2022

Опубликована: 15.02.2023

Aleksandr A. Gisyuk^{**}, Dmitry I. Volkov¹, Olga V. Shchegorets²

¹ Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki"
30 B, Volozhenina str., Timiryazevsky stl., Ussuriysk, Primorsky krai, 692539, Russia

² FSBE Institution of Higher Professional Education
"Far Eastern State Agrarian University"
86, Polytechnicheskaya str. Blagoveshchensk, Amur region, 675005

*Corresponding author: gisyuk@mail.ru

Authors' Contribution: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

For citations: Gisyuk A.A., Volkov D.I., Shchegorets O.V. Multiplying *in vitro* plantlets of virus-free pre-basic potato under greenhouse conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):23-29. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-23-29>

Received: 07.11.2022

Accepted for publication: 20.12.2022

Published: 15.02.2023

Размножение мини-растений оздоровленного оригинального картофеля в защищенном грунте



Резюме

Актуальность. Установлено повышение приживаемости и коэффициента размножения мини-клубней из мини-растений сортов картофеля Метеор, Сантэ, Дачный, Смак в защищенном грунте, а также на основании экспериментальных данных получены диаграммы роста приживаемости и КР. Целью исследования было провести оценку влияния различных видов биогрунтов на коэффициент размножения миникартофеля *in vitro* на этапе оригинального семеноводства в условиях защищенного грунта.

Материалы и методы. Исследование выполнено в поселке Тимирязевский Уссурийского городского округа Приморского края, в ФГБНУ «Федеральном научном центре агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2021 году. Объектом исследования являлись мини-растения сортов картофеля различных групп созревания: Метеор (ранний), Сантэ (среднеранний), Дачный (среднепоздний), Смак (среднепоздний), выращенные в культуре *in vitro* и допущенные к использованию по 12 Дальневосточному региону. Исследования проводились в весенне-летней теплице площадью 260 м². Всего изучалось 5 составов биогрунтов. Агрохимический анализ почвосмесей проводили в лаборатории агрохимического анализа по стандартным методикам.

Результаты. Из 5 изучаемых вариантов биогрунта, на 4 сортах картофеля выявлены три эффективных смеси компонентов: а) торф 70%, биогумус 20%, вермикулит 10%; б) торф 60%, перегной 30%, песок 10%; в) торф 60%, перегной 20%, перегной из морских водорослей 10%, вермикулит 10%.

Ключевые слова: картофель, почвосмесь, торф, биогумус, биогрунт, теплица.

Multiplying *in vitro* plantlets of virus-free pre-basic potato under greenhouse conditions

Abstract

Relevance. The survival and reproductive rates of mini-tubers obtained from *in vitro* potato plantlets were observed to increase under greenhouse conditions. This increase was diagrammed based on the experimental data. The aim of the study was to assess the effect of various types of bio-soils on the multiplication factor of mini-potatoes *in vitro* at the stage of original seed production in protected ground conditions..

Materials and methods. The research was conducted in FSBSI "Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki" (Timiryazevsky settlement, Ussuriysk urban district, Primorsky krai) in 2021. *In vitro* plantlets of four potato varieties from different maturity groups were used as the research object: Meteor (early), Sante (medium early), Dachnyi (mid-season), and Smak (medium late). These potato varieties were admitted to use in the 12th (Far Eastern) region. The experiments were carried out in a 260 m² greenhouse during spring and summer. Five variants of potting soil were studied. An agrochemical analysis of the soil mixtures was performed in the Laboratory of Agrochemical Analyses according to generally accepted methods. The reproductive rate of a variety was calculated from the number of survived plants in vials: the total reproductive rate and the reproductive rate of standard tubers (according to GOST 33996-2016). For this purpose, potato sizing squares and the visual method for the rejection of defective material were implemented.

Results. Three out of five studied soil mixtures were determined to be effective for four potato varieties used in the experiments: a) 70% peat, 20% biocompost, and 10% vermiculite; b) 60% peat, 30% humus, and 10% sand; c) 60% peat, 20% humus, 10% humus from seaweeds, and 10% vermiculite.

Keywords: potato, soil mixture, peat, biocompost, potting soil, greenhouse.

Введение

Картофель – сельскохозяйственная культура массового потребления [1]. Его возделывают в 130 странах мира на площади 20 млн га. Производство картофеля с 1961 по 2021 год возросло с 270 до 371 млн т (или на 37%). Большая часть урожая картофеля (60%) используется на питание, 15% – на корм, около 10% – на семена и 15% – на технические цели [2]. Обладая высокой продуктивностью и феноменальной пластичностью, картофель лежит в основе решения проблемы продовольственной безопасности во многих странах [3]. По данным Симакова и др. в 2021 году площадь под картофелем в хозяйствах всех категорий Российской Федерации составила 1146,3 тыс. га, в том числе в категории СХО – 154,4 тыс. га, КФХ и ИП – 125,5 тыс. га и в хозяйствах населения – 866,5 тыс. га, а валовой сбор картофеля в хозяйствах всех категорий составил 18,2 млн т, в том числе в СХО и КФХ выращено 6,5 млн т [4].

В элитном семеноводстве наиболее важным является этап, предусматривающий непрерывное воспроизводство и улучшение посевного семенного материала путём отбора растений и их размножением в питомниках оригинального семеноводства [5]. Использование остатков продовольственного картофеля для посадки не оправдывает тех значительных трудовых затрат, которые требуются для выращивания урожая [6].

Клубнеобразование является одной из форм вегетативной репродукции растений. Чайлахян, наряду с фундаментальными исследованиями гормональной регуляции цветения растений, серьёзное внимание уделял изучению процесса клубнеобразования [7]. Способность к клубнеобразованию возникла у растений в процессе эволюции как способ переживания экстремальных условий и последующего вегетативного размножения [8]. Клубнеобразование у картофеля – высокоорганизованный процесс, с которым связаны морфологические, физиологические и биохимические изменения растений на разных этапах онтогенеза [9]. По мнению Чайлахяна, клубнеобразование можно разделить на 2 фазы: образование и рост столонов, образование и рост клубней [10]. Дерябин и Юрьева выделяют 4 стадии клубнеобразования: индукция и инициация столона; рост столона, его ветвление, прекращение роста столона; индукция и инициация клубня; рост и созревание клубня [11]. Всё это, в конечном счете, влияет на коэффициент размножения клубней. Коэффициент размножения (КР) у картофеля – соотношение между числом посаженных клубней и числом убранных. Клубни семенного картофеля должны быть определенной фракции, здоровыми, целыми, с окрепшей кожурой, по форме и окраске типичными для соответствующего сорта; сухими, не проросшими. Размер клубней по наибольшему поперечному диаметру от 28 до 60 мм, для мини-клубней от 9 до 60 мм [12].

Приморский край является одним из основных производителей картофеля в ДВФО Российской Федерации. Отличительными особенностями Приморского края являются: сложные природно-климатические условия, неравномерное выпадение

осадков, что негативно сказывается на качестве клубнеплодов, а также недостаточное материально-техническое обеспечение отрасли приводит к нарушению технологии, затягиванию уборки, снижению урожайности. Урожайность картофеля в Приморском крае за последние пять лет составляет в среднем около 12 т/га, что менее 1/3 от реальных возможностей потенциала сортов [13]. Одной из основных причин недобора урожайности является низкий уровень ведения семеноводства. В настоящее время более 60% посадок картофеля занято массовыми репродукциями. Кроме того, муссонный климат способствует быстрому вырождению картофеля и сильному развитию фитофтороза, нередко перерастающего в эпифитотию. Глобальной проблемой картофелеводства для ДВФО является формирование высокоэффективной отрасли семеноводства картофеля. Для её решения целесообразно использовать агроприёмы, повышающие коэффициент размножения мини-растений в защищенном грунте и выход супер-суперэлиты районированных и перспективных сортов картофеля [14]. Данное исследование направлено на совершенствование работы на этапе оригинального семеноводства при получении супер-суперэлиты картофеля.

Материалы и методы

Исследование выполнено в ФГБНУ «Федеральном научном центре агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2021 году. Объектом исследования являлись мини-растения сортов картофеля различных групп созревания: Метеор (ранний), Sante (среднеранний), Дачный (среднеспелый), Смак (среднепоздний), выращенные в культуре *in vitro* и допущенные к использованию по 12 Дальневосточному региону. Исследования проводили в пос. Тимирязевский (Приморский край), в весенне-летней теплице площадью 260 м². Растения высаживали в квадратно-круглые, 5-ти литровые сосуды с дренажными отверстиями на дне, где длина и ширина сверху составляла 180×180 мм, основание снизу – 147×147 мм, высота – 200 мм, площадь питания – 0,027 м². Сосуды размещали в теплице по 10 шт. в ряд в трёхкратной повторности одного варианта биогрунта для каждого из четырёх сортов картофеля.

Изучали 5 составов биогрунтов (табл. 1):

- вариант I – почва из весенне-летней теплицы;
- вариант II – торф, биогумус, вермикулит (7:2:1);
- вариант III – торф, биогумус, вермикулит, кокосовое волокно (7:1:1:1);
- вариант IV – торф, перегной, песок (6:3:1);
- вариант V – торф, перегной, перегной из морских водорослей, вермикулит (6:2:1:1).

Всего использовали 600 сосудов, каждый вариант опыта состоял из 120 шт. Товарность в опыте составила 75% у сорта Метеор, 72% – у Сантэ, 69% – у Дачного, 77% – у Смака.

Уборку и учёт урожая опыта проводили в третьей декаде августа – первой декаде сентября. Почву из сосудов высыпали на плёнку и просеивали для сбора урожая. Для учёта собирали все клубни с десяти сосудов, а потом делили на фракции (рис. 1) и взвешивали.

Таблица 1. Состав биогрунтов для проводимого опыта
Table 1. The composition of potting soil in the variants of the conducted experiment

| № п/п | Компоненты | Варианты | | | | |
|-------|--|--------------|----|-----|----|----|
| | | I | II | III | IV | V |
| | | % содержания | | | | |
| 1 | Контроль – многолетняя лугово-глиевая почва из весенне-летней теплицы + фон минеральных удобрений: диаммофоска 2 кг и аммиачная селитра 1 кг на площадь 0,026 га | 100 | - | - | - | - |
| 2 | Торф | - | 70 | 70 | 60 | 60 |
| 3 | Биогумус | - | 20 | 10 | - | - |
| 4 | Вермикулит | - | 10 | 10 | - | 10 |
| 5 | Кокосовое волокно | - | - | 10 | - | - |
| 6 | Перегной | - | - | - | 30 | 20 |
| 7 | Перегной из морских водорослей | - | - | - | - | 10 |
| 8 | Песок | - | - | - | 10 | - |



Рис. 1. Разделение клубней картофеля по фракциям
Figure 1. Separating potato tubers into fractions

Результаты и обсуждение

Агрохимическая характеристика почвосмесей приведена в таблице 2. Почва из весенне-летней теплицы (контроль) обеднена по всем показателям. У варианта II самые высокие показатели среди исследуемых грунтов, а у вариантов III и V высокие показатели органического вещества, IV вариант имеет хорошие показатели в азоте и калии. Все агрофоны имеют приемлемую кислотность для выращивания мини-растений.

Приживаемость мини-растений картофеля – один из факторов влияния на коэффициент размножения. Она определяется как отношение прижившихся растений к высаженным, но оно может быть неоднозначно из-за разных агрофонов, негативных влияний в виде механических повреждений, как при извлечении из пробирки, так и при посадке, неоднородности почвенно-поверхностной влагоёмкости, вредных микроорганизмов и насекомых. В наших экспериментах агрофонами с наилучшей приживаемостью в сортах являлись III-й (торф, биогумус, вермикулит, кокосовое волокно) (98%) и V-й (торф, перегной, перегной из морских водорослей, вермикулит) (97%) варианты (рис. 2).

Таблица 2. Агрохимический анализ почвы перед посадкой мини-растений картофеля в подготовленные агрофоны
Table 2. Agrochemical analysis of soil mixtures before the planting of in vitro potato plantlets

| № п/п | Вариант агрофона | N азот легкогидролизуемый МУ, 1975 год | P ₂ O ₅ (ГОСТ 54650-2011), мг/кг | K ₂ O (ГОСТ 54650-2011), мг/кг | pH сол. (ГОСТ 26483-85) | Органическое вещество, (ГОСТ 26213-91), % |
|-------|------------------|--|--|---|-------------------------|---|
| 1 | I | 160 | 440 | 161 | 5,5 | 2,42 |
| 2 | II | 273 | 2000 | 1890 | 5,5 | 30,4 |
| 3 | III | 200 | 1768 | 1685 | 5,4 | 33,3 |
| 4 | IV | 286 | 848 | 1795 | 5,4 | 24,3 |
| 5 | V | 322 | 848 | 1190 | 5,5 | 33,8 |



Рис. 2. Приживаемость сортов картофеля на разных агрофонах (%): вариант 1 – почва из весенне-летней теплицы; вариант 2 – торф, биогумус, вермикулит (7:2:1); вариант 3 – торф, биогумус, вермикулит, кокосовое волокно (7:1:1:1); вариант 4 – торф, перегной, песок (6:3:1); вариант 5 – торф, перегной, перегной из морских водорослей, вермикулит (6:2:1:1)
 Figure 2. The survival rate of potato varieties at different fertility levels (%): the 1st variant – soil from a spring-summer greenhouse; the 2nd variant – peat, biocompost, and vermiculite (7:2:1); the 3rd variant – peat, biocompost, vermiculite, and coconut fiber (7:1:1:1); the 4th variant – peat, humus, and sand (6:3:1); the 5th variant – peat, humus, humus from seaweeds, and vermiculite (6:2:1:1)

На рисунке 3 показаны основные показатели структуры урожая для определения коэффициента размножения, такие как количество мини-клубней, соответствующих стандарту ГОСТ, микро-клубней, нестандартных клубней, общего количество клубней в варианте, выход стандартных клубней (%), КР общий, КР по ГОСТу (табл. 3).

Коэффициент размножения сорта Метеор по результатам опыта составил от 4,5 до 7 (V и IV) смеси соответственно (рис. 4). Наиболее оптимальным стал IV вариант с составом из торфа, перегноя и песка в соотношениях 6:3:1.

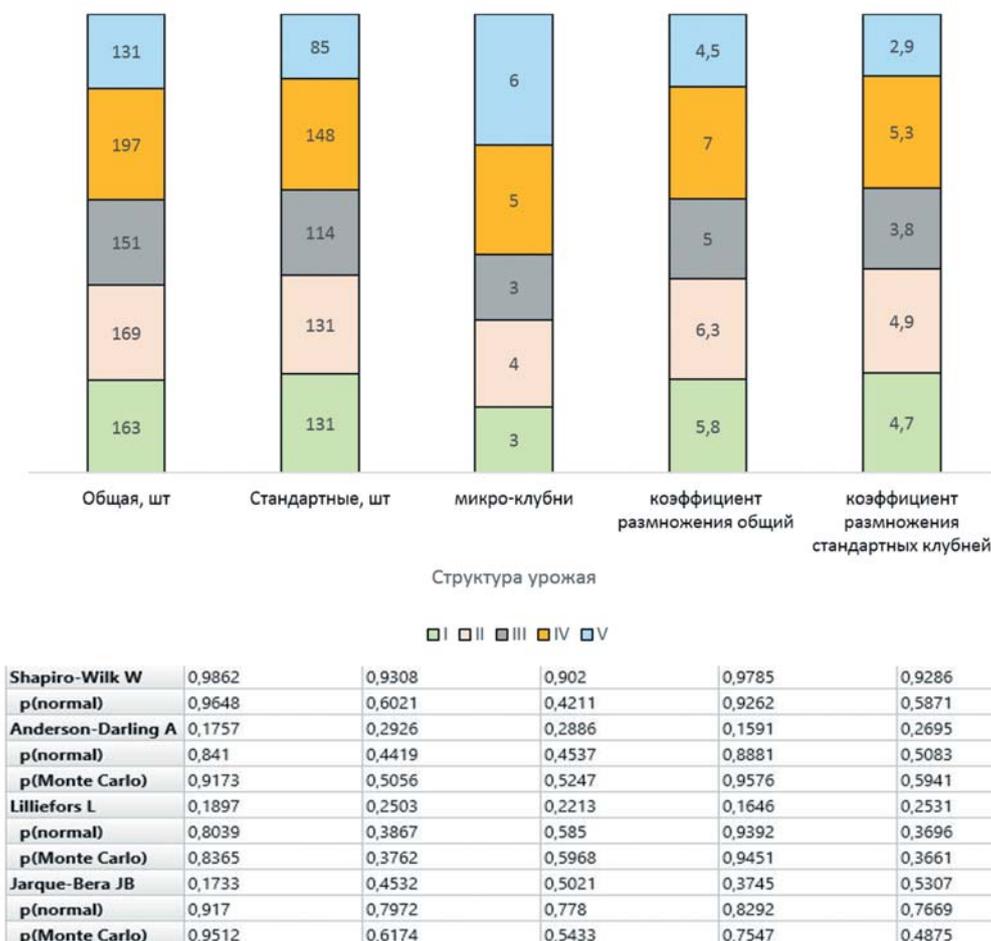


Рис. 3. Основные показатели структуры урожая для определения коэффициента размножения
 Figure 3. The main parameters of yield for calculating the reproductive rate

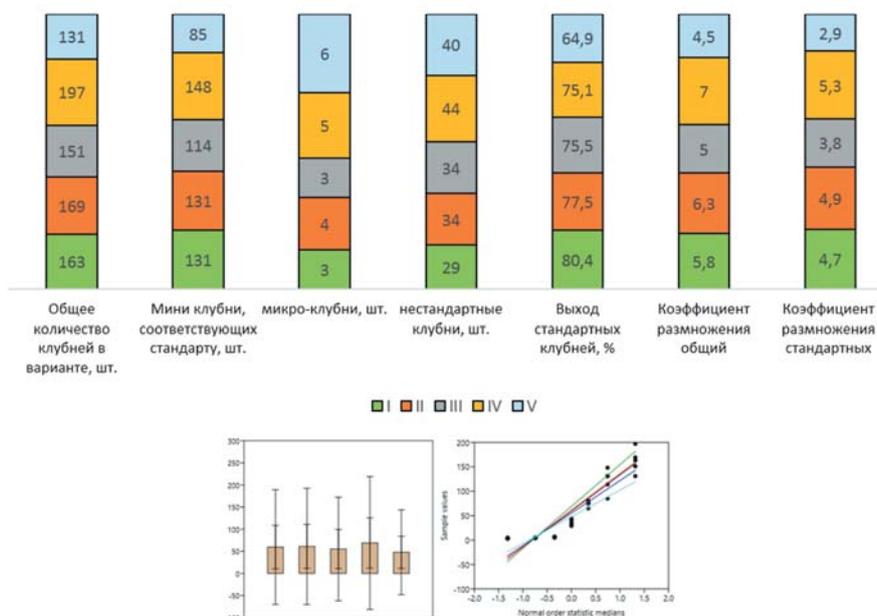


Рис. 4. Коэффициент размножения мини-растений сорта Метеор
Figure 4. The reproductive rate of Meteor plantlets

Сорт Сантэ в условиях вегетационной теплицы показал самый высокий коэффициент размножения – 9,1 и 9,3 единицы для I, II и IV почвосмесей соответственно (рис. 5).

Наиболее оптимальными для вегетации растений картофеля сорта Дачный были II и V варианты соответственно. Для этого сорта эти два варианта показали себя с наилучшими показателями (КР 9,7 и 9,9 единиц), II вариант с составом из торфа, биогумуса и вермикулита в соотношении 7:2:1, и V с составом из торфа, перегноя, вермикулита и перегноя из морских водорослей в соотношении 6:2:1:1 (рис. 6).

Для сорта Смак наилучшими оказались варианты почвосмесей IV и V (по стандартному КР 3,7 и 4,7 единиц) (рис. 7). Необходимо отметить, что для

данного сорта низкий коэффициент размножения в тепличных условиях является биологической особенностью, поскольку в поле он демонстрирует достаточно высокий КР [15].

Кроме того, были рассчитаны сортовые коэффициенты – общий и стандартный, а также процент семенных клубней на всех испытываемых агрофонах (табл. 3). Так, для сорта Метеор характерен общий коэффициент 5,7; стандартный – 4,3, что составляет 75% семенных клубней; для сорта Сантэ – общий – 8,9, стандартный – 6,4, что составляет 72% семенных клубней; для сорта Дачный – общий – 12,5, стандартный – 8,6, что составляет 69% семенных клубней; для сорта Смак – общий – 4,3, стандартный – 3,3, что составляет 77% семенных клубней.

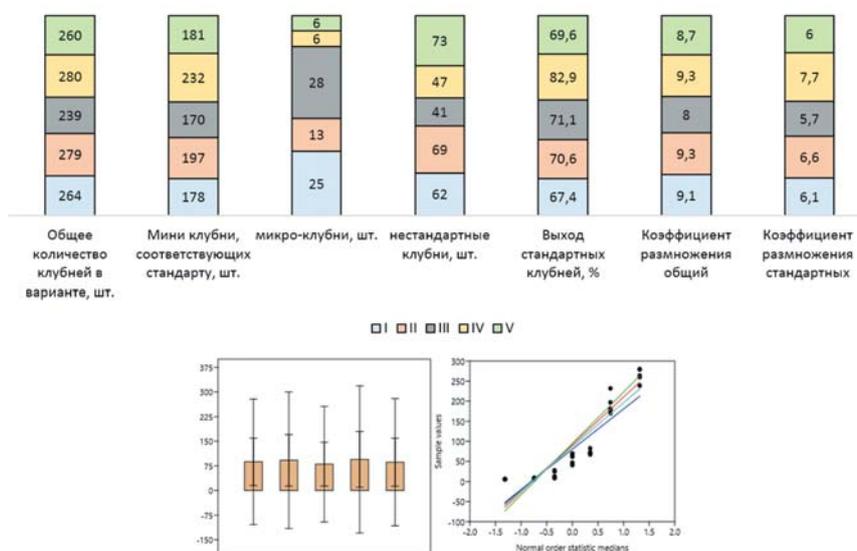


Рис. 5. Коэффициент размножения сорта Сантэ
Figure 5. The reproductive rate of Sante plantlets

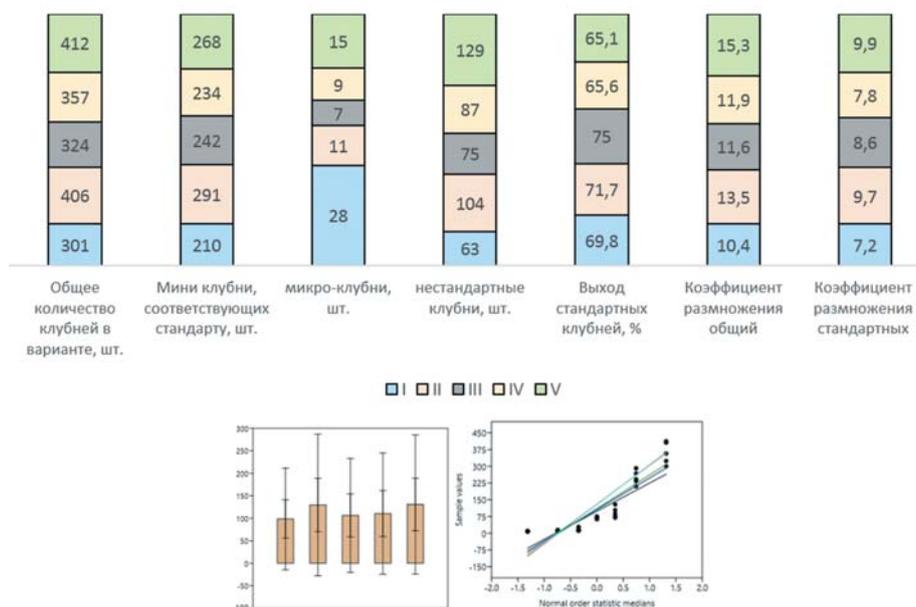


Рис. 6. Коэффициент размножения мини-растений сорта Дачный
Figure 6. The reproductive rate of Dachnyi plantlets

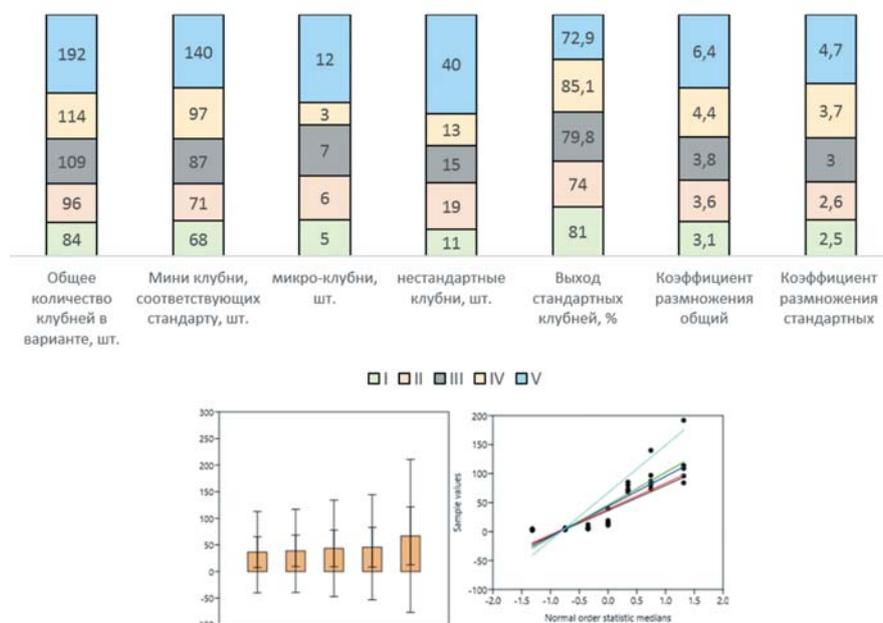


Рис. 7. Коэффициент размножения растений сорта Смак
Figure 7. The reproductive rate of Smak plantlets

Таблица 3. Коэффициент размножения мини-растений сортов картофеля общий и стандартных по ГОСТу 33996-2016
Table 3. The reproductive rate of plantlets of four studied potato varieties: the total RR and the RR of standard tubers (according to GOST 33996-2016)

| Сорт | КР | Вариант агрофона | | | | | Сортовой КР |
|--------------------|----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| | | I | II | III | IV | V | |
| Метеор | КР общий | 5,8 | 6,3 | 5,0 | 7,0 | 4,5 | 5,7 |
| | КР стандартный | 4,7 | 4,9 | 3,8 | 5,3 | 2,9 | 4,3 |
| Сантэ | КР общий | 9,1 | 9,3 | 8,0 | 9,3 | 8,7 | 8,9 |
| | КР стандартный | 6,1 | 6,6 | 5,7 | 7,7 | 6,0 | 6,4 |
| Дачный | КР общий | 10,4 | 13,5 | 11,6 | 11,9 | 15,3 | 12,5 |
| | КР стандартный | 7,2 | 9,7 | 8,6 | 7,8 | 9,9 | 8,6 |
| Смак | КР общий | 3,1 | 3,6 | 3,8 | 4,4 | 6,4 | 4,3 |
| | КР стандартный | 2,5 | 2,6 | 3,0 | 3,7 | 4,7 | 3,3 |
| Среднее по сортам | КР общий | 6,8 | 7,9 | 6,9 | 7,9 | 8,2 | 7,5 |
| | КР стандартный | 4,9 | 5,8 | 5,1 | 5,9 | 5,6 | 5,5 |
| Shapiro-Wilk W | | 0,972 | 0,964 | 0,929 | 0,962 | 0,901 | 0,933 |
| Anderson-Darling A | | 0,165 | 0,196 | 0,312 | 0,217 | 0,422 | 0,295 |
| p(Monte Carlo) | | 0,944 | 0,871 | 0,514 | 0,814 | 0,265 | 0,566 |
| Lilliefors L | | 0,121 | 0,152 | 0,167 | 0,169 | 0,191 | 0,143 |

Растения из теплиц вынуждены проходить адаптацию к условиям открытого грунта. При адаптации в теплице существует опасность, связанная с тем, что в условиях повышенной влажности возможно загнивание растений, и даже такие приемы, как опрыскивание листьев и смачивание почвенного субстрата фунгицидами, не гарантируют выживание всех регенерантов [16]. Однако варианты почвосмесей с торфом показывают наилучшие результаты, поскольку в сосудах с ними формируется близкая к насыщающей влажности воздуха, отсутствует градиент водного потенциала между испаряющей поверхностью листа и атмосферой, что приводит к привыканию к специфическому комплексу факторов теплицы [17].

Таким образом, в процессе разработки агроприемов повышения коэффициента размножения (КР) мини-растений сортов при возделывании в условиях защищенного грунта различных агрофонах были получены следующие результаты:

Об авторах:

Александр Александрович Гисюк – м.н.с. лаборатории

картофелеводства и овощеводства,

<https://orcid.org/0000-0001-6764-997X>,

автор для переписки, gisyuk@mail.ru

Дмитрий Игоревич Волков – заведующий отделом

картофелеводства и овощеводства,

<https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>, volkov_dima@inbox.ru

Ольга Викторовна Щегоретц – доктор с.-х. наук, профессор кафедры

общего земледелия и растениеводства,

<https://orcid.org/0000-0002-4407-3768>

1. Из 5 изучаемых вариантов биогрунта на 4 сортах картофеля выявлены три эффективных смеси компонентов: а) торф 70%, биогумус 20%, вермикулит 10%; б) торф 60%, перегной 30%, песок 10%; в) торф 60%, перегной 20%, перегной из морских водорослей 10%, вермикулит 10%;

2. Коэффициент размножения стандартных клубней, соответствующий ГОСТ 33996-2016, в среднем по сортам составил от 5,6 до 5,9. Наивысший результат КР был получен у сорта Дачный 7,2-9,9, сорт Смак показал наименьший КР от 2,5 до 4,7.

3. Применение биогрунтов из компонентов торф, биогумус, песок, перегной, перегной из морских водорослей, вермикулит оказали положительное влияние на коэффициент размножения – это промежуточный вариант, который способствует динамичному увеличению КР в структуре семеноводства картофеля.

About the Authors:

Aleksandr A. Gisyuk – Junior Researcher,

the Laboratory of Potato Production and Horticulture,

<https://orcid.org/0000-0001-6764-997X>,

Correspondence Author, gisyuk@mail.ru

Dmitry I. Volkov – Head of Potato and Vegetable Growing Department,

<https://orcid.org/0000-0002-9364-9225>, volkov_dima@inbox.ru

Olga V. Shchegorets – Doc. Sci. (Agricuture), Professor,

Department of General Agriculture and Crop Husbandry,

Far Eastern State Agrarian University,

<https://orcid.org/0000-0002-4407-3768>

• Литература

1. Браткова Л.Г., Машченко М.Н., Мalykhina A.N., Волощенко А.С. Выращивание оздоровленных *in vitro* мериклонов картофеля в закрытом грунте. *Земледелие*. 2015;(5):46-48.
2. Васильев А.А. *Картофель*: монография. Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета; 2021.
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 янв. 2020 г. № 20. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398?marker=65A0IQ> (дата обращения 20.04.2021).
4. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Зебрин С.Н. Картофелеводство России: состояние и перспективы в новых условиях. *Картофель и овощи*. 2022;(4):3-6. DOI: 10.25630/PAV.2022.80.38.001
5. Болдарук Д.Ю., Ходос Д.В. Основные направления инновационной деятельности в картофелеводстве. *Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Взгляд молодых учёных на техническую и технологическую модернизацию АПК»*. Великие Луки; 2013. С.99-102.
6. Вышегуров С.Х. Пути повышения урожайности и качества картофеля в лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2006;(11):66-71.
7. Чайлахян М.Х. *Гормональная регуляция роста и развития картофеля*. Регуляторы роста и развития картофеля. Москва; 1990. С.48-62.
8. Шукурова М.Х. Рост, микроклубнеобразование и активность антиоксидантных ферментов у устойчивых к засолению генотипов картофеля *in vitro*: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Дushanbe; 2011.
9. Дeryabin A.N., Orechnikov A.V., Yur'eva N.O., Butenko P.G. Рост столонов и индукция микроклубней картофеля *in vitro* при разных типах культивирования. *Доклады академии наук*. 1997;355(6):841-843.
10. Чайлахян М.Х. *Фотопериодическая и гормональная регуляция клубнеобразования у растений*. Москва: Наука; 1984.
11. Дeryabin A.N., Yur'eva N.O. Периодичность этапов клубнеобразования у картофеля *in vitro*. *Доклады РАСХН*. 2001;(3):6-8.
12. Картофель семенной. Отбор проб и методы диагностики патогенов: ГОСТ 59551-12.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200179850> (дата обращения 24.06.2021).
13. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. URL: <https://primstat.gks.ru/folder/28551> (дата обращения 24.05.2021).
14. Щегоретц О.В. Системный кризис амурского картофелеводства и пути его преодоления. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2022;2(62):65-75. DOI: 10.22450/19996837_2022_2_65.
15. Вознюк В.П., Ким И.В., Волков Д.И. Сорт картофеля Смак. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2019;2(50):6-13. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-12014
16. Bisbis M., Gruda N., Blanke M. Adapting to climate change with greenhouse technology. *Acta Horticulturae*. 2018;(1227):107-114. DOI:10.17660/actahortic.2018.1227.13.
17. Gruda N., Tanny J. Protected crops. In: G.R. Dixon, D.E. Aldous, eds. *Horticulture: Plants for People and Places*. Vol. 1. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2014. P.327-405.

• References

1. Bratkova L.G., Mashchenko M.N., Malykhina A.N., Voloshchenko A.S. Growing virus-free potato mericlones *in vitro* under greenhouse conditions. *Zemledeleie = Agriculture*. 2015;(5):46-48. (In Russ.)
2. Vasil'ev A.A. *Potato*: monograph. Chelyabinsk: The Publishing House of Chelyabinsk State University; 2021. (In Russ.)
3. The Food Security Doctrine of the Russian Federation, the Presidential Decree No. 20 dated January 21, 2020 [docs.cntd.ru]. Electronic fund of technical and regulatory information of the Consortium "Codex"; 2020 [Accessed 20 Apr. 2021]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/564161398?marker=65A0IQ>. (In Russ.)
4. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevara S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Zebrin S.N. Potato growing in Russia: state and prospects under new conditions. *Potato and Vegetables*. 2022;(4):3-6. DOI: 10.25630/PAV.2022.80.38.001 (In Russ.)
5. Boldaruk D.Yu., Khodos D.V. [The main directions of innovation activities in potato production]. In: *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh "Vzglyad molodykh uchenykh na tekhnicheskuyu i tekhnologicheskuyu modernizatsiyu APK" = The Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists "The view of young scientists on the technical and technological modernization of the AIC"*. Velikiye Luki; 2013. P.99-102. (In Russ.)
6. Vyshegurov S.Kh. [Methods for increasing the yield and quality of potato in the forest-steppe of the Western Siberia]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2006;(11):66-71. (In Russ.)
7. Chailakhyan M.Kh. [The hormonal regulation of the growth and development of potato. Growth regulators for potato plants]. Moscow; 1990. P.48-62. (In Russ.)
8. Shukurova M.Kh. [The formation of microtubers and the activity of antioxidant enzymes in salt-resistant potato genotypes and their growth *in vitro*: dissertation for the degree of the Candidate of Biological Sciences]. Dushanbe; 2011. (In Russ.)
9. Deryabin A.N., Orechnikov A.V., Yur'eva N.O., Butenko R.G. [The growth of stolons and the induction of potato microtubers *in vitro* under the conditions of different types of cultivation]. *Doklady akademii nauk = The reports of the Academy of Sciences*. 1997;355(6):841-843. (In Russ.)
10. Chailakhyan M.Kh. *Photoperiodic and hormonal regulation of tuber formation in plants*. Moscow: Nauka; 1984. (In Russ.)
11. Deryabin A.N., Yur'eva N.O. The periodicity of the stages of potato tuber formation *in vitro*. *Doklady RASKhN = The reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2001;(3):6-8. (In Russ.)
12. Seed potatoes. Sampling and methods of diagnosis of pathogens: GOST 59551-12.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200179850> (accessed 24.06.2021). (In Russ.)
13. Agriculture, hunting and forestry [rosstat.gov.ru]. Federal State Statistics Service; 2021 [Accessed 24 May 2021]. Available from: <https://primstat.gks.ru/folder/28551>. (In Russ.)
14. Shchegorets O.V. The systemic crisis of the Amur potato growing and ways to overcome it *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = The Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022;2(62):65-75. DOI: 10.22450/19996837_2022_2_65. (In Russ.)
15. Voznyuk V.P., Kim I.V., Volkov D.I. The potato variety Смак. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = The Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2019;2(50):6-13. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-12014 (In Russ.)
16. Bisbis M., Gruda N., Blanke M. Adapting to climate change with greenhouse technology. *Acta Horticulturae*. 2018;1227:107-114. DOI:10.17660/actahortic.2018.1227.13.
17. Gruda N., Tanny J. Protected crops. In: G.R. Dixon, D.E. Aldous, eds. *Horticulture: Plants for People and Places*. Vol. 1. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2014. P.327-405.