

УДК 634.23:581.17

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА МИКРОКЛУБНЕОБРАЗОВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ

Папихин Роман Валериевич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

rom10@mail.ru

Пугачёва Галина Михайловна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

pugacheva711@gmail.com

Муратова Светлана Александровна

кандидат биологических наук, доцент

smuratova@yandex.ru

Мазаева Юлия Владимировна

аспирант

Никонов Кирилл Евгеньевич

аспирант

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается проблема клубнеобразования картофеля при клональном микроразмножении. Рассмотрены физические и химические факторы, влияющие на этот процесс и на удельный вес клубня как на одну из основных характеристик сорта.

Ключевые слова: картофель, культура *in vitro*, углеводы, температура, освещение, стимуляторы роста, удельный вес клубня.

Картофель является одним из основных продуктов питания для населения мира и России в частности [1-3]. В большей мере он популярен в странах с развивающейся экономикой. Кроме этого, картофель является важной составляющей корма для животных и для отрасли переработки. Такое широкое использование определило активную разработку технологий его размножения. Самой современной на сегодняшний день является технология получения оздоровленного посадочного материала методами биотехнологии. Одним из способов размножения картофеля в условиях *in vitro* является получение микроклубней [8, 9].

Образование микроклубней у картофеля (*Solanum tuberosum* L.) представляет собой сложный процесс который зависит от фотопериода, температуры, углеводного питания, содержания азота в питательной среде, а также физиологического возраста исходного материнского клубня [11].

Эти факторы, напрямую или косвенно, действуют на клубнеобразование *in vitro*, регулируя деятельность экзогенно вводимых фитогормонов, и взаимодействуют с эндогенным гормональным балансом [4, 6]. При этом эффекты влияния регуляторов роста, более важны, чем другие факторы, способствующие индукции микроклубнеобразования [15].

Около семидесяти лет назад В.Г. Бэкер дал первое описание микроклубнеобразования картофеля [10]. В последствии, многие вещества, регулирующие рост микрорастений были исследованы на предмет их роли в индукции микроклубнеобразования *in vitro*.

Некоторые исследователи [7], использовали цитокинины преимущественно для индукции микроклубнеобразования, однако, разные регуляторы роста, особенно вещества антигиббереллинового действия, например, абсцизовая кислота, также в различной степени влияют на эффективность этого процесса.

Однако зачастую возникают опасения, что длительное использование веществ, регулирующих рост, особенно гормонов роста, вовремя

микр клубнеобразования может привести к соматическим изменениям и другим негативным эффектам [5].

Кроме того, воздействие регуляторов роста в среде для индукции клубнеобразования приводит к эндогенному гормональному дисбалансу у эксплантов и развивающихся микр клубней, что приводит не только к формированию аномальных микр клубней с пониженным количеством глазков, большими клетками и более тонкой перидермой, но также длительным или нерегулярным периодом покоя [19].

Поэтому последние десятилетия предпринимались попытки стимулирования клубнеобразования на безгормональных средах. Тем не менее, этому вопросу уделялось недостаточно внимания. Основной методикой долгое время являлась система, по существу, основанная на индуктивном эффекте сахарозы в сочетании с различными фотопериодами [13].

Однако не было окончательно доказано, что этот способ является столь же продуктивным, как обычный цитокинин-индуцированный протокол. Установлено, что органические кислоты, такие как салициловая ацетилсалициловые кислоты вызывают клубнеобразование *in vitro* [11].

В этом контексте, особенный интерес представляют сообщаемые о стимулирующих эффектах карбоновых кислот, таких как уксусная и пропионовая кислоты. А.М. Пелачо с коллегами [17] также выявили большую эффективность карбоновой кислоты для индукции микр клубнеобразования, чем салициловая, ацетилсалициловая и аскорбиновая кислоты. Однако в своих исследованиях А.М. Пелачо с коллегами [17] сравнивали карбоновые кислоты в одной концентрации в сочетании с 6% сахарозой, хотя установлено, что 8% сахарозы является оптимальным для клубнеобразования [20].

В.К. Гупта с коллегами [14] установили, что карбоновые кислоты оказывают ингибирующее влияние на рост картофеля, и этот эффект обусловлен их способом действия схожим с антигиббереллиновыми веществами.

Удельный вес клубня (относительный вес по сравнению с весом того же объема воды) является одним из наиболее широко принятых методов оценки качества картофеля, а также из-за тесной связи этого показателя с содержанием крахмала в клубне, общего количества сухих веществ и вкусовых качеств. Клубни с низким удельным весом требуют больше времени и масла для обработки, имеют более низкий выход чипсов и имеют тенденцию к более темному цвету мякоти, тогда как клубни с чрезмерно высокой удельной массой более подходят для пюре.

Удельный вес картофеля, как правило, считается характеристикой сорта. Удельный вес варьирует в пределах нормы реакции данного сорта, т. к. сильно влияет от климата, почвы и агротехники [16].

Сухие вещества клубней содержат обычно около 70% крахмала, что составляет около 80% веса свежего клубня и является основным показателем удельного веса, потому, что твёрдые вещества плотнее воды. Обычно показатели крахмала, сухого вещества клубней, твердых веществ и удельного веса клубней взаимосвязаны и используется для определения [12]. По мере созревания клубней крахмал накапливается и удельный вес увеличивается. Масса также имеет тенденцию к увеличению с увеличением размера клубней.

Клубни физиологически молодых растений, выращенных в районах с относительно коротким вегетационным периодом, могут иметь меньшую удельную массу, потому что в этом случае недостаточно времени для накопления углеводов в клубнях. Е.Г. Каттер [12] установил, что образование зёрен крахмала происходит раньше у ранних сортов, что приводит к более раннему увеличению сухого вещества и удельного веса.

Такие погодные события, как засуха или летние заморозки, которые негативно воздействуют на листву или сокращают эффективный вегетационный период, снижают удельный вес [18]. Таким образом, любое состояние, естественное или антропогенное, которое влияет на урожай и накопление клубневого крахмала, будет влиять на удельный вес клубней.

Условиями окружающей среды, которые обладают тенденцией уменьшать фотосинтез и / или перемещать углеводы в клубень является температура воздуха выше 32°C, длительные периоды температуры почвы выше 28°C, небольшая разница между ночной и дневной температурой, чрезмерная облачность или сильный ветер, уплотненные почвы и почвы с чрезмерной или очень плохой влагоемкостью [18].

Таким образом, существует масса различных факторов, которые оказывают существенное влияние на клубнеобразование картофеля как в культуре *in vitro*, так и *ex vitro*. Эти факторы имеют физическую и химическую природу, а так же обладают значительным синергитическим эффектом. На сегодняшний день накоплено достаточно теоретических знаний и практических подходов для стимуляции процесса клубнеобразования у картофеля, но сложность и взаимосвязь указанных факторов не позволяют ещё оптимально регулировать данный процесс.

Список литературы:

1. Данилин, С.И. Влияние сортовых особенностей на урожай и сохраняемость чипсового картофеля / С.И. Данилин, В.Л. Лазарев // Сб.: Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах: материалы Международной научно-практической конференции приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ, 2018. - С. 334-336.

2. Данилин, С.И. Изучение хозяйственно биологических показателей сортов картофеля чипсового направления использования / С.И. Данилин, А.С. Данилина // Сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича, 2019. - С. 222-226.

3. Лазарев, В.Л. Урожай и качество новых сортов картофеля / В.Л. Лазарев, С.И. Данилин, К.А. Мацнева // Главный агроном. - 2018. - № 5. - С. 49.
4. Муратова, С.А. Потенциальные возможности адвентивного органогенеза из листовых высечек клоновых подвоев яблони / С.А. Муратова, Т.Е. Бочарова, Р.В. Папихин // Вестник МичГАУ. – 2012. - №1. - Ч. 1. - С. 54-58.
5. Папихин, Р.В. Повышение эффективности отдалённой гибридизации семечковых плодовых культур: монография / Р.В. Папихин, С.А. Муратова. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2011. – 116 с.
6. Способ повышения эффективности ризогенеза растений *in vitro* с помощью кофеина: патент на изобретение RU 2679077 С1, 05.02.2019. / Р.В. Папихин, С.А. Муратова: заявка № 2017135007 от 05.10.2017, опуб. 10.02.2019, бюл. № 4. - 1 с.
7. Чусова, Н. С. Клубнеобразование картофеля в условиях *in vitro* / Н. С. Чусова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2020. - № 1. - С. 85-89.
8. Чусова, Н.С. Влияние объема горшков на развитие миниклубней картофеля в тепличных условиях / Н.С. Чусова, Г.М. Пугачева, К.Е. Никонов // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3. - № 3. - С. 353.
9. Чусова, Н.С. Влияние различных концентраций сахарозы на эффективность микроразмножения картофеля *in vitro* / Н.С. Чусова, С.А. Муратова, Г.М. Пугачева // Наука и Образование. - 2019. - Т. 2. - № 1. - С. 27.
10. Barker, W.G. A method for the *in vitro* culturing of potato tubers / W.G. Barker // Science. - 1953. -V. 118. - P. 384–385.
11. Carboxylic acids affect induction, development and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) microtubers grown *in vitro* from single-node explants / S. Sharma, A. Chanemougasoundharam, D. Sarkar, S.K. Pandey // Plant Growth Regulation. - 2004. -V. 44. - P. 219–229.
12. Cutter E.G. Structure and development of the potato plant. In: PM Harris (ed), The Potato Crop. Chapman and Hall, New York. 1978. P. 70-152.

13. Garner N., Blake J. The induction and development of potato microtubers in vitro on media free of growth regulating substances / N. Garner, J. Blake // *Ann. Bot.* 1989. V. 63. P. 663–674.
14. Gupta V.K. Effect of saturated carboxylic acids on potato micropropagation / V.K. Gupta, A. Chanemougasoundharam, D. Sarkar, S.K. Pandey // *J. Indian Potato Assoc.* 2002. V. 29. P. 35–40.
15. Levy, D. Adaptation of potato to high temperatures and salinity - a review / D. Levy, R.E. Veilleux // *Am J Potato Res.* - 2007. - V. 84. - P. 487–506.
16. Love S.L. Variety selection and management / S.L. Love, R. Novy, D.L. Corsini, P. Bain // In: JC Stark, SL Love (eds), *Potato Production Systems*. Univ of Idaho Extension, Moscow, ID. 2003. P. 21-47.
17. Pelacho A.M. In vitro induction of potato tuberization by organic acids / A.M. Pelacho, L. Martin-Closas, J.L.I. Sanfeliu // *Potato Res.* 1999. V. 42. P. 585–591.
18. Stark J.C., Love S.L. Tuber quality. In: JC Stark, SL Love (eds), *Potato Production Systems*. Univ of Idaho Extension, Moscow, ID. 2003. P. 329-343.
19. Tovar P. Induction and use of in vitro potato tubers / P. Tovar, R. Estrada, L. Schilde-Rentschler, J.H. Dodds // *CIP Cir.* 1985. V. 13. P. 1–5.
20. Xu X. The role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation in vitro / X. Xu, A.A.M. van Lammeren, E. Vermeer, D. Vreugdenhil // *Plant Physiol.* 1998. V. 117. P. 575–584.

UDC 634.23:581.17

FACTORS AFFECTING POTATO MICROTUBING

Papikhin Roman Valerievich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
parom10@mail.ru

Pugacheva Galina Mikhailovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
pugacheva711@gmail.com

Muratova Svetlana Alexandrovna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
smuratova@yandex.ru

Mazaeva Yulia Vladimirovna

graduate student

Nikonov Kirill Evgenievich

graduate student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article deals with the problem of potato tuberization during clonal micropropagation. Physical and chemical factors influencing this process and the specific gravity of the tuber as one of the main characteristics of the variety are considered.

Key words: potatoes, in vitro culture, carbohydrates, temperature, lighting, growth stimulants, specific gravity of a tuber.