

5. Smirnov, V. YU. Vliyaniye biopreparatov na urozhajnost' ozimyh zernovyh kul'tur / V. YU. Smirnov, N. A. Fadeeva, N. G. Zaharova // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokozyajstvennoj produkcii : Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokozyajstvennaya akademiya, 2019. – S. 108-112.

Information about authors

1. **Lozhkin Alexander Gennadievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru, tel. 8-927-862-96-81;

2. **Dimitriev Vladislav Lvovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Chuvash State Agrarian University, 428003 Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: dimitrieffVladislav@yandex.ru, tel. 8-903-066-29-87;

3. **Eliseev Ivan Petrovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: ipelis21@rambler.ru, tel. 8-937-951-11-95.

УДК: 633.21:631.8

DOI

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ДИПЛОИДНОГО КАРТОФЕЛЯ

Г. А. Мефодьев, М. И. Яковлева

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Экспериментальная работа была проведена в 2018-2019 гг. на базе кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства. Исходная диплоидная популяция была создана путем скрещивания *Solanum tuberosum* и *Solanum chacoense*. Объектом исследования являлись 6 семей F₅. Опыты проводились в шестикратной повторности. Массу 1000 семян определяли на основе взвешивания 100 семян и умножения их массы на 10. Семена сеяли в 54-ячееные кассеты в почвенную смесь, состоящую из торфа, дерновой земли и песка. Кассеты размещали рандомизированно. Определение процента прорастания семян и измерение площади листьев проводили через 14 дней после посева два раза в неделю в течение трех недель. Жизнеспособность семян определяли тетразольным методом. Через 14 дней наблюдалась умеренная корреляция между показателями массы семян и их всхожести. Этот факт свидетельствует о высокой скорости прорастания тяжелых семян. В дальнейшем их взаимосвязь немного уменьшается. Масса семян также влияла на площадь листьев. Показатели жизнеспособности были выше показателей полевой всхожести. Динамика изменений площади листьев проростков диплоидного картофеля может служить маркером силы роста растений. Были выявлены наиболее важные сроки диагностики силы роста растений. У большинства из них резкое увеличение скорости роста наблюдалось через 16-20 дней после посева.

Ключевые слова: картофель, настоящие ботанические семена, всхожесть, жизнеспособность, сила роста, площадь листьев.

Введение. Для картофеля характерно два способа размножения – вегетативное (через клубни) и генеративное (через настоящие ботанические семена (TPS)). В процессе производства в основном применяют вегетативное размножение. Генеративное размножение практиковалось еще инками в Северной Америке [12].

Размножение картофеля посредством TPS имеет ряд положительных моментов. Во-первых, использование небольшого количества посевного материала связано с показателями массы семян и высоким коэффициентом размножения. Во-вторых, важную роль играет доступность посевного материала, простота его транспортировки и хранения. В-третьих, появляется возможность получения оздоровленных растений, свободных от большинства возбудителей болезней [10]. Несмотря на вышеперечисленные достоинства генеративного размножения, TPS на данный момент широко используется в основном в развивающихся странах. Его применяют в основном в процессе селекции для получения сеянцев первого года. В то же время мы указывали ранее на возможность использования генеративного способа размножения картофеля в производственных условиях Чувашской Республики [1], [2], [3], [4]. По мнению ряда исследователей [6], для повышения эффективности технологии TPS в производственных условиях необходимо повысить посевные качества настоящих ботанических семян для получения дружных и сильных всходов.

Широкомасштабные исследования генеративного способа размножения картофеля начались в конце прошлого века в Международном центре картофеля (CIP). При его изучении был сделан вывод о том, что использование обычных тетраплоидных сортов в технологии TPS усложнено невозможностью создавать на их основе однородного потомства по большинству хозяйственно ценных признаков [5], [18].

Недостатки, обусловленные тетраплоидной генетической основой, можно устранить путем использования диплоидных форм. Об этом свидетельствуют многочисленные исследования, проведенные в последние годы [11], [15], [17].

Диплоидный уровень позволяет получать однородное гибридное генеративное потомство, обладающее гетерозисным эффектом [8], [21]. Диплоидные сорта легко скрещиваются с дикими видами, что позволяет значительно улучшать гибридное потомство в связи с его богатыми генетическими ресурсами [13]. Потомство от гибридного диплоидного картофеля, выращенное из настоящих ботанических семян, не уступает по показателям урожайности клубней обычным коммерческим тетраплоидным сортам [22].

Успешное использование диплоидных форм в технологии TPS связано с созданием рекомбинантных инбредных линий на основе открытия гена ингибитора самонесовместимости [14]. Посевы инбредного картофеля были однородными [7].

Важными показателями генеративного размножения картофеля являются дружные ранние всходы и быстрое корнеобразование [5]. Поэтому основной упор нужно сделать на повышение полевой всхожести и увеличение силы роста проростков, а также на период покоя настоящих ботанических семян. Проявление этих показателей может быть обусловлено генотипом, условиями выращивания, сроком сбора плодов и размерами семян [20]. Для оценки силы роста можно использовать такие показатели, как количество листьев и их площадь [9], [16]. Было доказано, что ассимиляционная поверхность листьев сильно коррелирует с ростовыми показателями [19].

Цель настоящего исследования – оценка влияния посевных качеств настоящих ботанических семян диплоидного картофеля на показатели всходов.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа по теме была проведена в 2018-2019 гг. на базе кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства. Исходная диплоидная популяция была создана путем скрещивания *Solanum tuberosum* и *Solanum chacoense*. Объектом исследования являлись 6 семей F₅. Опыты проводились в шестикратной повторности. Массу 1000 семян определяли путем взвешивания 100 семян и умножения их массы на 10. Семена сеяли в 54-ячееные кассеты в почвенную смесь, состоящую из торфа, дерновой земли и песка. Кассеты размещали рандомизированно. Процент прорастания семян и измерение площади листьев проводили через 14 дней после посева два раза в неделю в течение трех недель. Жизнеспособность семян определяли тетразольным методом. Определение коэффициентов корреляции по Пирсону и дисперсионный анализ по всем изученным показателям – с помощью Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Определение взаимосвязей между изучаемыми признаками показало наличие значимых корреляций во всех сравниваемых парах признаков (табл. 1). Коэффициенты корреляции в целом были в начале эксперимента выше, чем в конце. Масса семян была больше связана с показателями площади листьев, чем с показателями всхожести семян. Следует отметить, что более тесная корреляция была зафиксирована между всхожестью семян и площадью листьев.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции Пирсона между массой семян, процентом всхожести и площадью листьев

Признак	Всхожесть семян через			Площадь листьев через		
	14 дней	21 дней	28 дней	14 дней	21 дней	28 дней
Масса семян	0,29	0,22	0,17	0,38	0,24	0,12
Всхожесть семян через 14 дней	-	0,92	0,87	0,51	0,39	0,24
Всхожесть семян через 21 дней	-	-	0,82	0,43	0,33	0,25
Всхожесть семян через 28 дней	-	-	-	0,38	0,29	0,21
Площадь листьев через 14 дней	-	-	-	-	0,24	0,18
Площадь листьев через 21 дней	-	-	-	-	-	0,17

На рисунке 1 представлена динамика изменений площади листьев у проростков различных семей. Из шести изученных семей одна оказалась сильнорастущей, а другая – слабнорастущей. В начале эксперимента темп развития проростков был низким и одинаковым во всех семьях. Сильный рост в основном начался через 16-20 дней после посева семян. Между семьями различия становились значимыми на уровне 0,05.

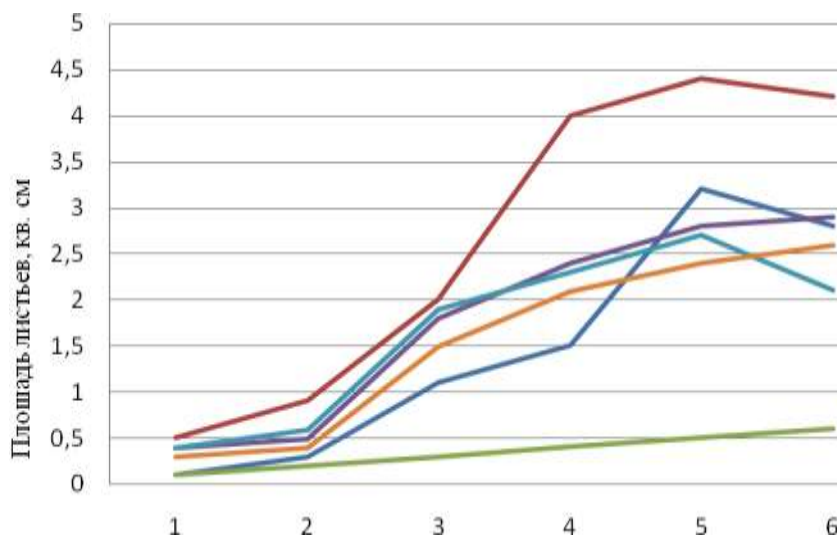


Рис. 1. Динамика изменения площади листьев у проростков в различных семьях.

Средние значения площади листьев достигали максимума между 4-ым и 5-ым измерениями (рис. 2). У половины семей площадь листьев начинала уменьшаться в конце эксперимента.

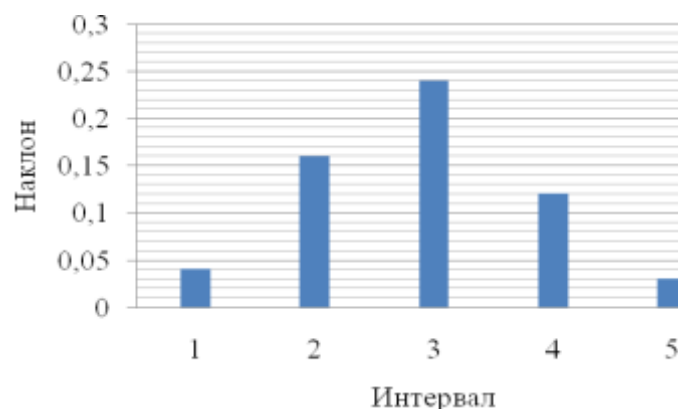


Рис. 2. Средние значение площади листьев.

Интересные данные были получены при изучении жизнеспособности семян (табл. 2).

Таблица 2 – Жизнеспособность семян

Семья	Количество семян, шт.		Жизнеспособность, %	Всхожесть, %
	всего	жизнеспособных		
1	50	36	72	70
2	50	47	94	94
3	50	42	84	72
4	50	31	62	58
5	50	44	88	78

Зародыши жизнеспособных семян окрашивались в красный цвет, нежизнеспособные оставались неокрашенными. Были выявлены большие различия семей по этому показателю. В большинстве случаев показатели всхожести семян была ниже, чем показатели их жизнеспособности. Выделилась одна семья, где всхожесть и жизнеспособность семян были однокровными.

Выводы. Через 14 дней наблюдалась умеренная корреляция между показателями массы семян и их всхожести. Это говорит о высокой скорости прорастания тяжелых семян. В дальнейшем их взаимосвязь немного уменьшилась. Масса семян также влияла на площадь листьев. Показатели их жизнеспособности оказались выше, чем показатели полевой всхожести. Динамика изменений площади листьев проростков диплоидного картофеля является маркером, определяющим силу роста растений. Были выявлены наиболее важные сроки диагностики силы роста. У большинства растений резкое увеличение скорости роста наблюдалось через 16-20 дней после посева.

Литература

1. Мефодьев, Г. А. Особенности изменчивости количественных признаков в клубневых репродукциях картофеля / Г. А. Мефодьев // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 2. – С. 611.
2. Мефодьев, Г. А. Особенности проявления признаков растений первого клубневого поколения в зависимости от размера посадочных клубней картофеля / Г. А. Мефодьев, Л. В. Елисеева, О. Т. Кокуркина // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 1-1. – С. 1699.
3. Мефодьев, Г. А. Особенности семеноводства картофеля при генеративном размножении / Г. А. Мефодьев // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2002. – № 3. – С.80-83.
4. Мефодьев, Г. А. Система семеноводства картофеля при генеративном размножении / Г. А. Мефодьев // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2003. – № 5. – С.32-33.
5. Almekinders, C. J. M. The use of true potato seed as pro-poor technology: the efforts of an international agricultural research institute to innovating potato production / C. J. M. Almekinders, E. Chujoy, G. Thiele // *Potato Research*. – 2009. – Vol. 52. – N 4. – P. 275-293.
6. Alpers, R. Diploid true potato seed: Relationships among seed weight, germination, and seedling vigor / R. AlpersJansky, S. Jansky // *American Journal of Potato Research*. – 2019. – Vol. 96. – N 3. – P. 217-224.
7. Bamberg, J. B. Seedling transplant selection does not cause genetic shifts in genebank populations of inbred potato species / J. B. Bamberg, A. H. Rio // *Crop Science*. – 2006. – N 46. – P. 424-427.
8. Birhman, R. K. Production of inbred progenies of diploid potatoes using an S-locus inhibitor (Sli) gene, and their characterization / R. Birhman, K. Hosaka // *Genome*. – 2000. – Vol. 43. – N 3. – P. 495-502.
9. Casadesus, J. Conventional digital cameras as a tool for assessing leaf area index and biomass for cereal breeding / J. Casadesus, D. Villegas // *Journal of integrative plant biology*. – 2014. – Vol. 56. – N 1. – P. 7-14.
10. Cha, M. S. Effects of gibberellic acid treatment and light conditions on germination of true potato seed / M. S. Cha, S. Kim, T. H. Park // *African Journal of Agricultural Research*. – 2011. – Vol. 6. – N 32. – P. 6720-6725.
11. De Vries, M. The potential of hybrid potato for East-Africa / M. De Vries, M. ter Maat, P. Lindhout // *Open Agriculture*. – 2016. – Vol. 1. – N 1. – P.151-156.
12. Golmirzaie, A. M. Diversity in reproductive characteristics of potato landraces and cultivars for producing true seed / A. M. Golmirzaie, R. Ortiz // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2004. – Vol. 51. – N 7. – P. 759-763.
13. Hardigan, M. A. Genome diversity of tuber-bearing *Solanum* uncovers complex evolutionary history and targets of domestication in the cultivated potato / M. A. Hardigan // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114. – N 46. – P. E9999-E10008.
14. Hosaka, K. Genetics of self-compatibility in a self-incompatible wild diploid potato species *Solanum chacoense*. 1. Detection of an S locus inhibitor (Sli) gene / K. Hosaka, R. E. Hanneman // *Euphytica*. – 1998. – Vol. 99. – N 3. – P. 191-197.
15. Jansky, S. H. Reinventing potato as a diploid inbred linebased crop / S.H. Jansky // *Crop Science*. – 2016. – N 58. – P.1412-1422.
16. Koester, R. P. Historical gains in soybean (*Glycine max* Merr.) seed yield are driven by linear increases in light interception, energy conversion, and partitioning efficiencies / R. P. Koester // *Journal of experimental botany*. – 2014. – Vol. 65. – N 12. – P. 3311-3321.
17. F1 hybrid seed potato breeding / Lindhout, P. D. [et al.] // *Potato Research*. – 2011. – N 54. – P. 301-312.
18. Martin, M. W. Techniques for successful field seeding of true potato seed / M. W. Martin // *American Potato Journal*. – 1983. – Vol. 60. – N 4. – P. 245-259.
19. Osone, Y. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots / Y. Osone, A. Ishida, M. Tateno // *New Phytologist*. – 2008. – Vol. 179. – N 2. – P. 417-427.
20. Pallais, N. True potato seed quality / N. Pallais // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1987. – Vol. 73. – N 6. – P. 784-792.
21. Phumichai, C. Toward the development of highly homozygous diploid potato lines using the self-compatibility controlling Sli gene / C. Phumichai // *Genome*. – 2005. – Vol. 48. – N 6. – P. 977-984.
22. Roy, T. S. Studies in the utilization of true potato seeds: Productivity of tubers under subsequent clonal generations / T. S. Roy, T. Nishizawa, M. H. Ali // *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. – 2005. – Vol. 74. – N 5. – P. 374-380.

Сведения об авторах

1. **Мефодьев Георгий Анатольевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: mega19630703@mail.ru, тел. 89656807507;

2. **Яковлева Марина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: Marina24.01@yandex.ru, тел. 89373850313.

SOWING QUALITY OF DIPLOID POTATO SEEDS

G. A. Mefodev, M. I. Yakovleva
Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation

Brief abstract. Experimental work was carried out in 2018-2019 on the basis of the department of agriculture, crop production, selection and seed production. The original diploid population was created by crossing *Solanum tuberosum* and *Solanum chacoense*. The object of the study were 6 F5 families. The experiments were carried out in six repetitions. The weight of 1000 seeds was determined by weighing 100 seeds and multiplying their weight by 10. The seeds were sown in 54-cell cassettes in a soil mixture consisting of peat, soddy soil and sand. The cassettes were placed randomly. Determination of the percentage of seed germination and measurement of leaf area was carried out 14 days after sowing twice a week for three weeks. Seed viability was determined by the tetrazole method. After 14 days, a moderate correlation was observed between the indices of seed weight and their germination. This fact indicates a high germination rate of heavy seeds. In the future, their relationship slightly decreases. The weight of the seeds also affected the area of the leaves. Viability indicators were higher than field germination. The dynamics of changes in the leaf area of diploid potato seedlings can serve as a marker of plant growth vigor. The most important terms for diagnosing the strength of plant growth were identified. In most of them, a sharp increase in growth rate was observed 16-20 days after sowing.

Key words: potatoes, true botanical seeds, germination, viability, growth vigor, leaf area.

References

1. Mefod'ev, G. A. Osobennosti izmenchivosti kolichestvennykh priznakov v klubnevnykh reprodukcijah kartofelya / G. A. Mefod'ev // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 2. – S. 611.
2. Mefod'ev, G. A. Osobennosti proyavleniya priznakov rastenij pervogo klubnogo pokoleniya v zavisimosti ot razmera posadochnykh klubnej kartofelya / G. A. Mefod'ev, L. V. Eliseeva, O. T. Kokurkina // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2015. – № 1-1. – S. 1699.
3. Mefod'ev, G. A. Osobennosti semenovodstva kartofelya pri generativnom razmnzhenii / G. A. Mefod'ev // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. – 2002. – № 3. – S.80-83.
4. Mefod'ev, G. A. Sistema semenovodstva kartofelya pri generativnom razmnzhenii / G. A. Mefod'ev // *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. – 2003. – № 5. – S.32-33.
5. Almekinders, C. J. M. The use of true potato seed as pro-poor technology: the efforts of an international agricultural research institute to innovating potato production / C. J. M. Almekinders, E. Chujoy, G. Thiele // *Potato Research*. – 2009. – Vol. 52. – N 4. – P. 275-293.
6. Alpers, R. Diploid true potato seed: Relationships among seed weight, germination, and seedling vigor / R. AlpersJansky, S. Jansky // *American Journal of Potato Research*. – 2019. – Vol. 96. – N 3. – P. 217-224.
7. Bamberg, J. B. Seedling transplant selection does not cause genetic shifts in genebank populations of inbred potato species / J. B. Bamberg, A. H. Rio // *Crop Science*. – 2006. – N 46. – P. 424-427.
8. Birhman, R. K. Production of inbred progenies of diploid potatoes using an S-locus inhibitor (Sli) gene, and their characterization / R. Birhman, K. Hosaka // *Genome*. – 2000. – Vol. 43. – N 3. – P. 495-502.
9. Casadesus, J. Conventional digital cameras as a tool for assessing leaf area index and biomass for cereal breeding / J. Casadesus, D. Villegas // *Journal of integrative plant biology*. – 2014. – Vol. 56. – N 1. – P. 7-14.
10. Cha, M. S. Effects of gibberellic acid treatment and light conditions on germination of true potato seed / M. S. Cha, S. Kim, T. H. Park // *African Journal of Agricultural Research*. – 2011. – Vol. 6. – N 32. – P. 6720-6725.
11. De Vries, M. The potential of hybrid potato for East-Africa / M. De Vries, M. ter Maat, P. Lindhout // *Open Agriculture*. – 2016. – Vol. 1. – N 1. – P.151-156.
12. Golmirzaie, A. M. Diversity in reproductive characteristics of potato landraces and cultivars for producing true seed / A. M. Golmirzaie, R. Ortiz // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2004. – Vol. 51. – N 7. – P. 759-763.
13. Hardigan, M. A. Genome diversity of tuber-bearing *Solanum* uncovers complex evolutionary history and targets of domestication in the cultivated potato / M. A. Hardigan // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114. – N 46. – P. E9999-E10008.

14. Hosaka, K. Genetics of self-compatibility in a self-incompatible wild diploid potato species *Solanum chacoense*. 1. Detection of an S locus inhibitor (Sli) gene / K. Hosaka, R. E. Hanneman // *Euphytica*. – 1998. – Vol. 99. – N 3. – P. 191-197.
15. Jansky, S. H. Reinventing potato as a diploid inbred linebased crop / S.H. Jansky // *Crop Science*. – 2016. – N 58. – P.1412–1422.
16. Koester, R. P. Historical gains in soybean (*Glycine max* Merr.) seed yield are driven by linear increases in light interception, energy conversion, and partitioning efficiencies / R. P. Koester // *Journal of experimental botany*. – 2014. – Vol. 65. – N 12. – P. 3311-3321.
17. F1 hybrid seed potato breeding / Lindhout, P. D. [et al.] // *Potato Research*. – 2011. – N 54. – P. 301–312.
18. Martin, M. W. Techniques for successful field seeding of true potato seed / M. W. Martin // *American Potato Journal*. – 1983. – Vol. 60. – N 4. – P. 245-259.
19. Osone, Y. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots / Y. Osone, A. Ishida, M. Tateno // *New Phytologist*. – 2008. – Vol. 179. – N 2. – P. 417-427.
20. Pallais, N. True potato seed quality / N. Pallais // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1987. – Vol. 73. – N 6. – P. 784-792.
21. Phumichai, C. Toward the development of highly homozygous diploid potato lines using the self-compatibility controlling Sli gene / C. Phumichai // *Genome*. – 2005. – Vol. 48. – N 6. – P. 977-984.
22. Roy, T. S. Studies in the utilization of true potato seeds: Productivity of tubers under subsequent clonal generations / T. S. Roy, T. Nishizawa, M. H. Ali // *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. – 2005. – Vol. 74. – N 5. – P. 374-380.

Information about authors

1. **Mefodev Georgy Anatolyevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Breeding, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: mega19630703@mail.ru, tel. 89656807507;

2. **Yakovleva Marina Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Breeding, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: Marina24.01@yandex. ru, tel. 89373850313.

УДК 631.81

DOI

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЧАБРЕЦА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ

Н. Н. Михайлова, Л. В. Елисева

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. На базе лаборатории инновационных технологий ФГБОУ ВО Чувашского ГАУ в 2021 г. на защищенном грунте (сити-ферма) был проведен вегетационный опыт по определению влияния природных стимуляторов роста («янтарной» и «борной» кислоты) на рост и развитие растений чабреца. Использовался сорт чабреца «Медок». Опыт по замачиванию семян чабреца этими препаратами доказал эффективность данного способа. Замачивание семян «янтарной» кислотой ускорило процесс их прорастания. Замачивание «борной» кислотой не принесло ожидаемого эффекта. Рассадка росла в минеральной пробке, в системе периодического затопления в рассадном отделении сити-фермы, затем она была пересажена в вертикальные колонны. Вертикальные колонны представляют собой часть конструкции вертикальных пирамид с гидропонной установкой. Субстрат в вертикальных колоннах состоял из искусственного войлока и синтетического наполнителя. Подача воды осуществлялась методом капельного полива, в питательном растворе поддерживался оптимальный уровень кислотности и электропроводности. В качестве средства освещения использовались светодиодные светильники с диодами красного и белого спектра. Процессы поддержания микроклимата в помещении, освещения и полива были полностью автоматизированы. Листовая подкормка растений чабреца «янтарной» и «борной» кислотой в вариантах опыта проводилась двукратно. Доза внесения препаратов соответствовала инструкции производителя. В ходе снятия урожая зеленой массы чабреца было выявлено, что после первой срезки произошло ее увеличение в результате листовой подкормки культуры по сравнению с контрольным вариантом: на 15,6 % в варианте с подкормкой «борной» кислотой, на 28,3 % – «янтарной». Урожайность при второй срезке превысила контрольный вариант на 12,1 % и 27,3 %, соответственно.

Ключевые слова: янтарная кислота, борная кислота, регуляторы роста растений, вертикальные установки, зеленные культуры, чабрец, листовая подкормка.