

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Дорохов Алексей Семенович, доктор технических наук, член-корреспондент РАН

Аксенов Александр Геннадьевич, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Машинные технологии в овощеводстве»

Сибирёв Алексей Викторович, доктор технических наук, старший научный сотрудник «Машинные технологии в овощеводстве»

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

109428, РФ, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5,

Тел. 8 (499)-174-89-11

E – mail: sibirev2011@yandex.ru

Ключевые слова: мини-клубни, картофель, микроклиматическая камера, хранение, лабораторные исследования

Для селекции картофеля актуальными являются вопросы разработки машин и оборудования для лабораторных и полевых работ. Это связано с тем, что методикой проведения селекционных работ и первых этапов семеноводства предусмотрено сравнение многочисленных растений различного происхождения, отбор лучших из них и дальнейшей работы с ними вплоть до выведения нового сорта или передачи семян на размножение в производственных условиях. Так, на первом этапе работ по выведению сортов картофеля селекционеры оперируют многими тысячами первоначальных форм в виде микро-партий из несколько десятков семян или даже нескольких семян в каждой. Таким образом, схема селекции картофеля предусматривает создание исходного материала, оценку и отбор лучших сеянцев, клонов, гибридов и сортов в системе питомников. К ним относят: коллекционный питомник, питомник родительских форм, питомник сеянцев первого года, питомник гибридов второго года, предварительное испытание, основное сортоиспытание первого и второго года, конкурсное сортоиспытание и производственное испытание. Для сохранения и поддержания семенного материала с требуемыми посевными качествами необходимо выполнить условия по его хранению. Целью исследования являются повышение качества хранения мини-клубней картофеля в микроклиматической камере с регулируемой атмосферой. Разработан макетный образец микроклиматической камеры, которая предназначена для создания и поддержания требуемых режимов в помещениях хранения мини-клубней картофеля с системами искусственного охлаждения, вентиляции, технологического обогрева, искусственного увлажнения, осушения и регулирования газовой среды. При проведении лабораторных исследований хранения мини-клубней картофеля был рассчитан коэффициент корреляции K_3 между урожайностью и содержанием нитратов, оптимальное значение которого принадлежит сорту «Инноватор». Лидирующий по показателю урожайности сорт «Колобок» можно назвать высоконитратным, так как его K_3 близок к пороговым допустимым значениям.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации на право получения стипендии Президента Российской Федерации молодыми учеными и аспирантами – СП-1004.2021.1.

Введение

Требуемые условия хранения фруктов, корнеплодов овощных культур и клубней картофеля можно обеспечить при соблюдении требований нормативной документации [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Корнеплоды перед закладкой на хранение обрабатывают химическими и/или биологиче-

скими пестицидами или облучают [7, 8, 9]. Существует три метода обработки биологической продукции [10, 11, 12].

Микроклиматическая камера предназначена для создания и поддержания требуемых режимов в помещениях хранения мини-клубней картофеля с системой искусственного ох-

лаждения, вентиляции, технологического обогрева, искусственного увлажнения, осушения и регулирования газовой среды.

Разработанная и утвержденная конструкторская документация на макетный образец микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля выполнена в соответствии с ГОСТ 2.103-2013 «Единая система конструкторской документации. Стадии разработки» по утвержденному техническому заданию и соответствует современному уровню развития техники и технологий в селекции и семеноводстве картофеля [13, 14].

Общий вид макетного образца микроклиматической камеры для хранения клубней картофеля представлен на рисунке 1. Такая камера поддерживает температуру воздуха от $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, а относительную влажность воздуха – в пределах 50...99 %.



Рис. 1 – Общий вид макетного образца микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля

Микроклиматическая камера имеет средства управления и контроля, основанные на применении современных микроконтроллеров.

Система управления и контроля, представленная на рисунке 2, имеет возможность подключения следующих сенсоров (входные сигналы) от каждого независимого отсека хранения (не менее 6 отсеков): температуры воздуха, влажности воздуха, содержания кислорода, содержания углекислого газа, метана и озона,

а также интенсивности ультрафиолетового (УФ) излучения.



Рис. 2 – Общий вид блока системы управления и контроля макетного образца микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля

Озонирование мини-клубней картофеля увеличивает сроки их хранения до 2-х раз при одновременном сокращении потерь в 1,5...2,5 раза.

Технология обработки сельскохозяйственной продукции перед закладкой на хранение заключается в мойке мини-клубней картофеля озонированной водой, воздействии УФ-излучения и дальнейшем хранении в слабо-озонированной воздушной среде.

Перед реализацией продукт сортируют по размеру мини-клубней, моют озонированной водой с концентрацией O_3 600...800 мг/л и последующим воздействием ультрафиолета, затем их сушат и упаковывают.

Материалы и методы исследований

В качестве основы для создания исследовательской микроклиматической камеры использован фармацевтический холодильный шкаф с последующей его модернизацией с целью обеспечения требуемых параметров среды и расширения его функциональных возможностей. Каждый отсек камеры оснащали полками для хранения продукции овощеводства, в том числе в специализированных ящиках (рис. 3).

Отсеки озонировали современными электроразрядными озонаторами (рис. 4) производительностью не менее 12 г/ч.

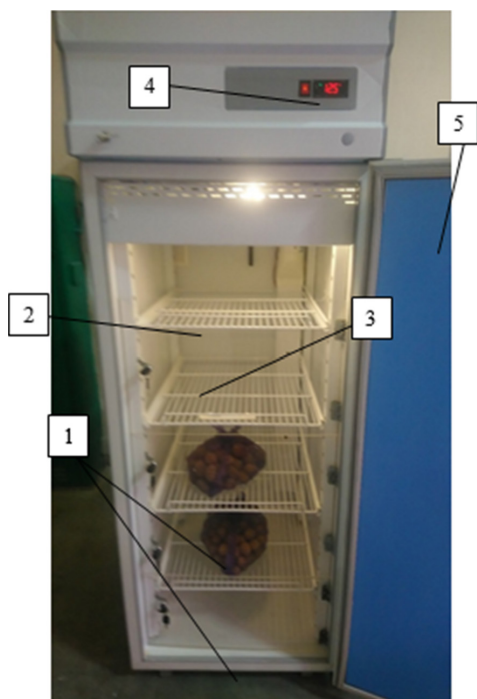


Рис. 3 – Общий вид макетного образца микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля: 1 – миниклубни картофеля; 2 – ящик специализированный; 3 – платформа; 4 – окно регулятора температуры; 5 – дверь запорная

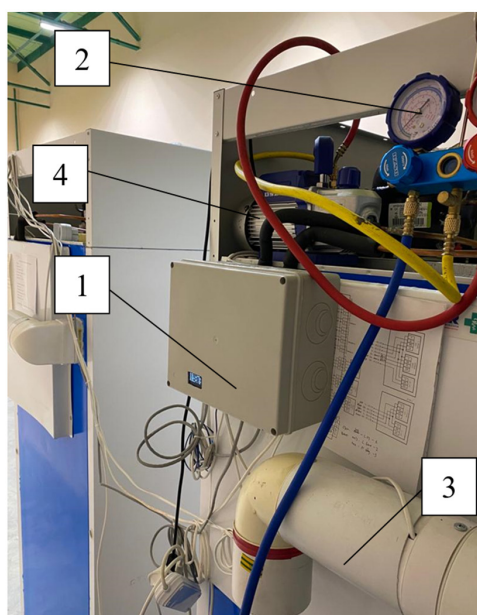


Рис. 4 – Общий вид электроразрядных озонаторов макетного образца микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля: 1 – блок управления; 2 – регулятор давления; 3 – трубопровод конденсата озона; 4 – трубопровод для озона

Отсеки насыщали газом за счет использо-

вания баллонов и электромагнитных клапанов. УФ-облучение осуществляли с использованием специального оборудования. Климатические камеры к закладке опытов подготавливали их предварительным обеззараживанием в соответствии с вариантами опыта в следующей последовательности:

- 1) без обработок (контроль общей зараженности);
- 2) озонирование;
- 3) обработка диоксидом хлора газообразным концентрацией 12 мг/л с временем экспозиции 10 минут;
- 4) обработка УФ (254 нм) с экспозицией 20 минут;
- 5) обработка УФ (254 нм) с экспозицией 20 минут для последующего изучения комбинации изучаемых методов.

После проведения обработок до закладки опыта выдерживали интервал не менее 2 дней. Опыт проводили в соответствии с требованиями к условиям хранения разных культур (табл.).

**Таблица
Параметры среды для хранения различных видов овощей**

Культура	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Продолжительность хранения, мес.
Миниклубни картофеля	2...3	80...85	4...6
Морковь	0,1...2,0	85...95	4...6
Свекла	0,1...2,0	58...95	4...6

Мини-клубни картофеля в количестве 90 штук сортов «Колобок», «Инноватор», «Любава» и «Жуковский» закладывали совместно в соответствии с требованиями к условиям хранения для исследования влияния на качество хранения выше представленных вариантов обработок.

Изучение биохимических показателей мини-клубней картофеля во время хранения является важной и актуальной задачей, так как от изменения количественного и качественного состава удобрений изменяется урожайность, лёжкость мини-клубней картофеля, а также их химический состав, что может привести к образованию нитратов, которые представляют большую опасность для здоровья человека.

Исследование корреляций между урожайностью, сухой массой, содержания нитратов, витамина С и крахмала являлось основным

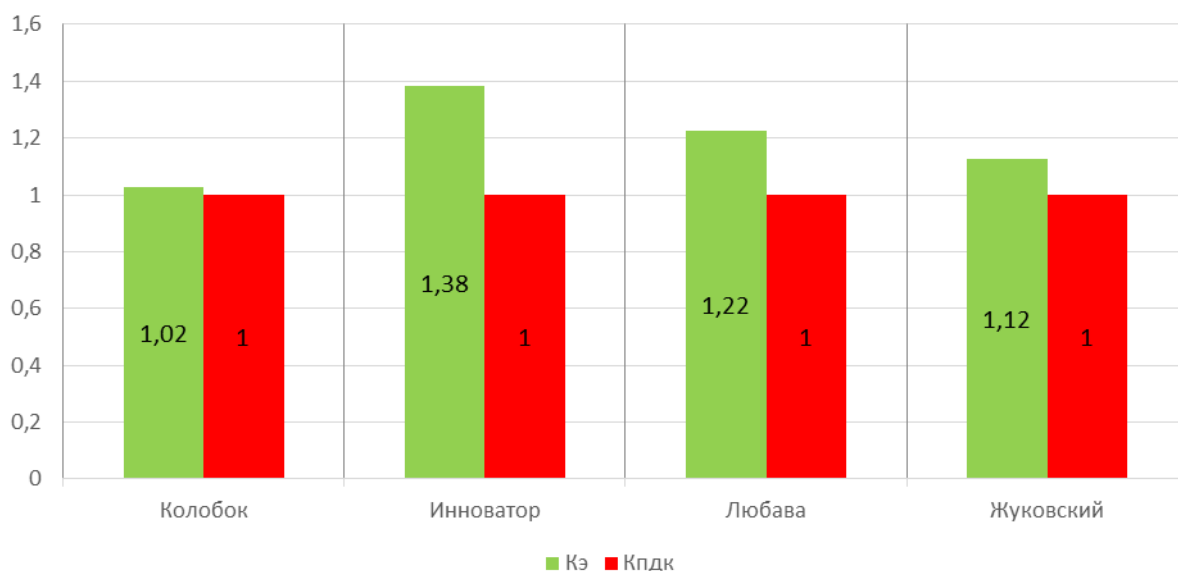


Рис. 5 – Коэффициент корреляции K_z концентрации нитратов и общей урожайности и его рассчитанное значение для граничной ПДК ($K_{пдк}$)

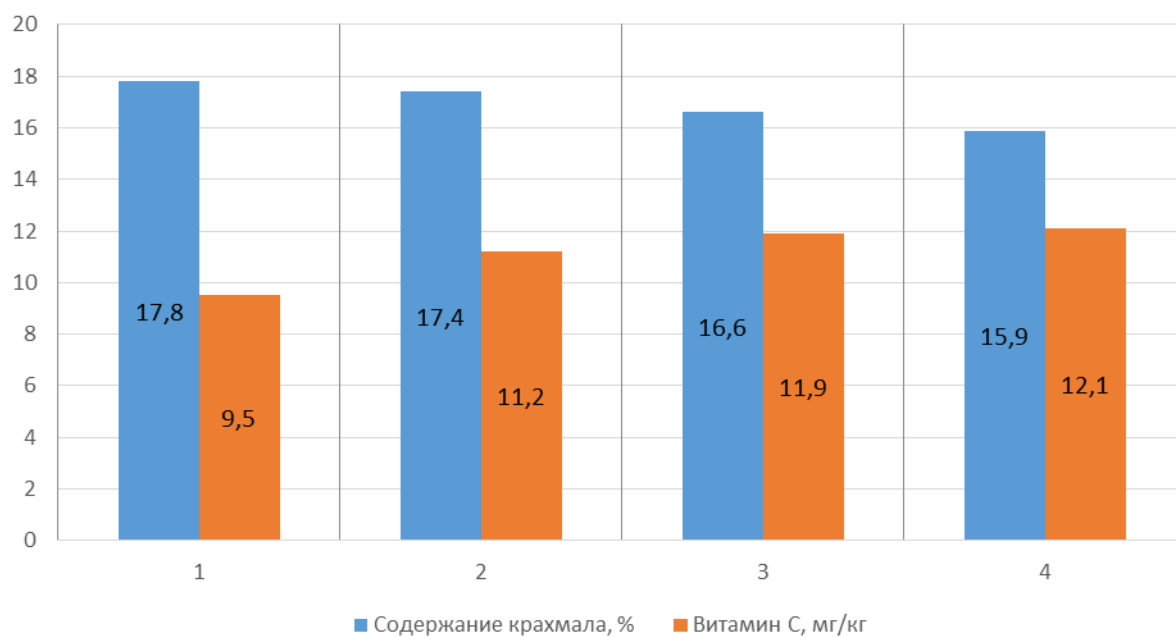


Рис. 6 – Содержание крахмала и витамина С в клубнях картофеля исследуемых сортов

предметом исследований процесса хранения мини-клубней картофеля. При хранении мини-клубней картофеля необходимо использовать газовую среду с содержанием кислорода 16 %, углекислого газа 5 % и азота 79 %. Для обеспечения достоверности результатов каждый вариант опыта (сорт и вид дезинфекции) проводили в 3-х кратной повторности с использованием 30 мини-клубней (итого 90 в варианте). После закладки на хранение мини-клубней картофеля

проводили еженедельный мониторинг сохранности продукции.

Пораженные мини-клубни картофеля учитывали каждую неделю на протяжении 6 месяцев с даты закладки на хранение. При обнаружении поражений устанавливали тип заражения (бактериальный, грибковый) и проводили микробиологические исследования для определения общего количества микроорганизмов ($\text{КОЕ}/\text{м}^3$), в том числе патогенных с определени-

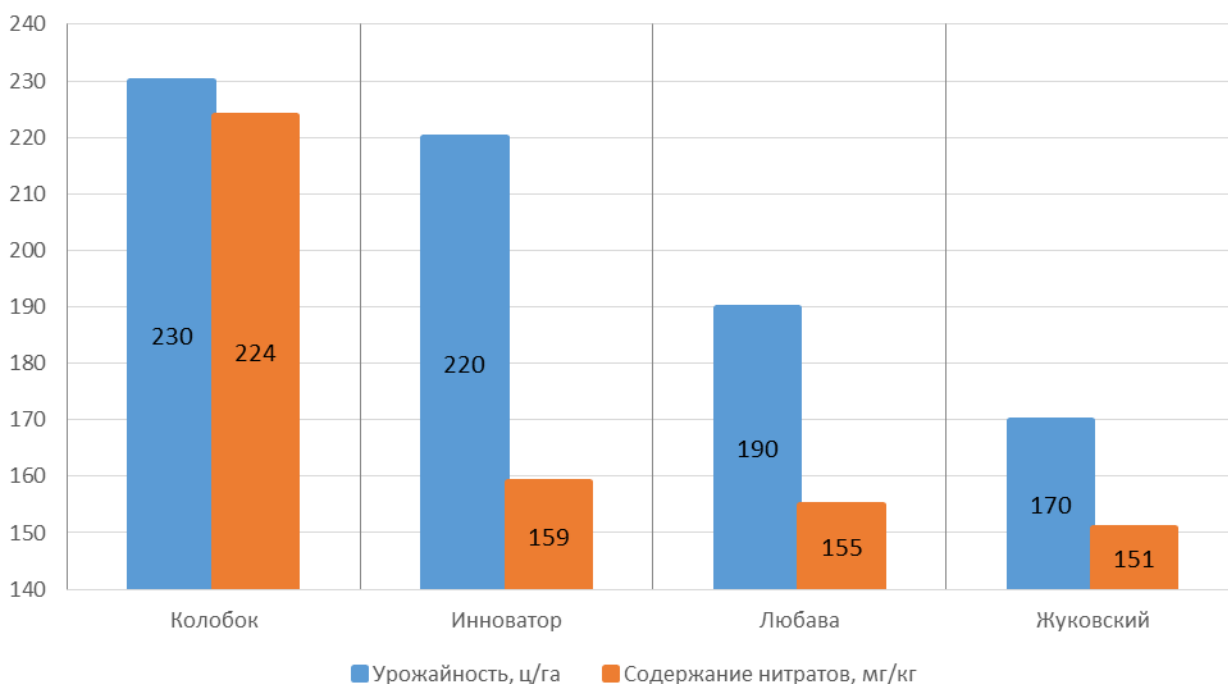


Рис. 7 – Зависимость урожайности и содержания нитратов в мини-клубнях картофеля исследуемых сортов

ем их качественного состава.

У продукции, в которой не наблюдали признаков заражения, с определенной очередностью определяли качественный питательный состав.

Результаты исследований

При проведении лабораторных исследований хранения мини-клубней картофеля был рассчитан коэффициент корреляции K_3 между урожайностью и содержанием нитратов. Как видно из графической зависимости, представленной на рисунке 5, максимальный K_3 - у сорта «Инноватор». Лидирующий по урожайности сорт «Колобок» можно назвать высоконитратным.

Необходимо отметить, что ни в одном из исследуемых сортов не превышен предел допустимой концентрации нитратов – 250 мг/кг.

При оценке химического состава мини-клубней картофеля в период хранения также определяли концентрацию витамина С (рис. 6) - одного из важнейших антиоксидантов в растениях.

Содержание витамина С в картофеле незначительно, но изменения его концентрации являются идентификатором различных биохимических процессов в растении. Установлено, что наибольшей концентрацией данного антиоксиданта обладают клубни картофеля сорта

«Жуковский». Необходимо также отметить тот факт, что содержание витамина С не влияет на продуктивность сортов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что максимальной урожайностью обладает картофель сорта «Колобок», которая составила 230 ц/га, а наименьшую урожайность имеет картофель сорта «Жуковский» - 170 ц/га (рис. 7).

При этом мини-клубни картофеля сорта «Колобок» в сравнении с другими исследуемыми сортами имеют максимальное содержание нитратов на килограмм продукции.

Обсуждение

Предлагаемая методика была разработана, и лабораторные исследования макетного образца микроклиматической камеры для хранения мини-клубней картофеля в селекционно-семеноводческом процессе были проведены в рамках направления исследований «Свойства сельскохозяйственных сред и материалов как объектов технологических воздействий, транспортировки и хранения» паспорта научной специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Заключение

Лабораторные исследования макетного образца микроклиматической камеры для

хранения мини-клубней картофеля позволили сделать вывод о том, что химический состав исследуемых образцов изменяется в период хранения:

- содержание крахмала снижается от максимального значения 17,8 % для сорта «Колобок» до 15,9 % сорта «Жуковский», при промежуточных значениях сортов «Инноватор» и «Любава» в интервале 17,4 % и 16,6 % соответственно;

- концентрация витамина С снижается обратно пропорционально содержанию крахмала в исследуемых сортах - 9,5 %, 11,2 %, 11,9 % и 12,1 % для картофеля сортов «Колобок», «Инноватор», «Любава» и «Жуковский» соответственно;

- содержание нитратов прямо пропорционально урожайности мини-клубней картофеля: 224 мг/кг и 230 ц/га, 159 мг/кг и 220 ц/га, 155 мг/кг и 190 ц/га, 151 мг/кг и 170 ц/га для сортов «Колобок», «Инноватор», «Любава» и «Жуковский» соответственно.

Коэффициент корреляции K_z концентрации нитратов и общей урожайности превышает граничное значение ПДК ($K_{пдк} = 1$) в исследуемых сортах мини-клубней картофеля на 0,02 для сорта «Колобок», 0,38 для сорта «Инноватор», 0,22 для сорта «Любава» и 0,12 для сорта «Жуковский».

Библиографический список

1. Машинная технология производства лука : монография / Я. П. Лобачевский, П. А. Емельянов, А. Г. Аксенов, А. В. Сибирёв. – Москва : ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2016. – 168 с. – ISBN 978-5-94600-022-2.

2. Хвостов, В. А. Машины для уборки корнеплодов и лука (теория, конструкция, расчет) / В. А. Хвостов, Э. С. Рейнгарт. – Москва, 1995. – 391 с.

3. Алдошин, Н. В. Моделирование качества выполнения механизированных работ / Н. В. Алдошин // Горячкинские чтения : сборник докладов 1-ой Международной научно-практической конференции. - 2013. - С. 6-13.

4. Haverkort, A. J. Potato in progress (science meets practice) / A. J. Haverkort, P. C. Struik. - Edited by : The Netherlands. Wageningen Academic Publishers, 2005. - 366 p.

5. Mayer, V. Measurement of potato tubers

resistance against mechanical loading / V. Mayer, D. Vejchar, L. Pastorková // Research in Agricultural Engineering. - 2017. - Vol. 1. - P. 22 – 31.

6. Development of Potato Harvesting Model / Aniket U. Dongre, Rahul Battase, Sarthak Dudhale, Vipul R. Patil, Deepak Chavan // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). - 2017. - Vol. 4. - P. 1567 – 1570.

7. Farhadi, R. Design and construction of rotary potato grader / R. Farhadi, N. Sakenian, P. Azizi // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2012. - Vol. 2. - P. 304 – 314.

8. Design and experiment on conveyor separation device of potato digger under heavy soil condition / J. Q. Lü, H. Sun, H. Dui, M. M. Peng, J. Y. Yu // Transactions of the CSAM. - 2017. - Issue number 48(11). - P. 146 – 155.

9. Design optimization and experiment on potato haulm cutter / J. Q. Lü, Q. Q. Shang, Y. Yang, Z. H. Li, J. C. Li, Z. Y. Liu // Transactions of the CSAM. - 2016. - Issue number 47(5). - P.106 – 114.

10. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield / R. E. Sojka, D. J. Horne, C. W. Ross, C. J. Baker // Soil and Tillage Research. - 1997. - Issue number 40(3-4). - P. 25 – 144.

11. Ларюшин, Н. П. Исходные положения при проектировании машин для уборки лука / Н. П. Ларюшин, О. Н. Кухарев, Т. А. Кирюхина // Наука в центральной России. - 2015. - № 6(18). - С. 48 – 58.

12. Ларюшин, А. М. Качественные показатели выкапывающего устройства лукоуборочной машины / А. М. Ларюшин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2008. - № 3. - С. 46 – 47.

13. Протасов, А. А. Функциональный подход к созданию лукоуборочной машины / А. А. Протасов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2011. - № 2(47). - С. 37 – 43.

14. Ларюшин, Н. П. Энергосберегающая технология уборки лука / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. - № 1. - С. 55 – 56.

LABORATORY STUDIES OF THE MODEL SAMPLE OF MICROCLIMATE CHAMBER FOR STORAGE OF POTATO MINITUBERS IN SEED SELECTION PROCESS

Dorokhov A. S., Aksenov A. G., Sibirev A. V.
FSBSI "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"
109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutskiy dr., 5,
Tel. 8 (499) -174-89-11
E-mail: sibirev2011@yandex.ru

Keywords: minitubers, potatoes, microclimatic chamber, storage, laboratory research

The issues of development of machines and equipment for laboratory and field work are relevant in potato breeding. This owes to the fact that the methodology of breeding work and the first stages of seed production includes comparison of numerous plants of various origins, selection of the best plants and further work with them up to selection of a new variety or transfer of seeds for reproduction in production conditions. Thus, breeders operate with many thousands of initial forms at the first stage of work on breeding potato varieties in the form of micro-batches of several dozens of seeds or even several seeds in each. So, the potato breeding scheme implies development of source material, evaluation and selection of the best seedlings, clones, hybrids and varieties in the breeding nursery system. They include: collection breeding nursery, nursery of parental forms, nursery of seedlings of the first year, nursery of hybrids of the second year, preliminary testing, main variety testing of the first and second years, competitive variety testing and production testing. To preserve and sustain seed material with the required sowing qualities, it is necessary to fulfill the conditions for its storage. The aim of the study is to improve the storage quality of potato minitubers in a microclimatic chamber with a controlled atmosphere. A model sample of a microclimate chamber was developed, which is designed to create and maintain the required modes in the storage rooms for potato minitubers with systems of artificial cooling, ventilation, technological heating, artificial humidification, dehumidification and regulation of the gaseous environment. When carrying out the laboratory studies of the storage of potato minitubers, the correlation coefficient K_e between yield and nitrate content was calculated, the appropriate value of which belongs to Innovator variety. The variety "Kolobok", which is the leader in terms of yield, can be called high-nitrate one, since its K_e is close to liminal acceptable values.

Bibliography:

1. Machine technology of onion production: monograph / Ya. P. Lobachevskiy, P. A. Emel'yanov, A. G. Aksenov, A. V. Sibirev. - Moscow: FSBSI "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", 2016. - 168 p. - ISBN 978-5-94600-022-2.
2. Khvostov, V. A. Machines for harvesting of root crops and onions (theory, design, calculation) / V. A. Khvostov, E. S. Reingart. - Moscow, 1995. - 391 p.
3. Aldoshin, N. V. Quality modeling of mechanized work / N. V. Aldoshin // Goryachkin readings: a collection of reports of the 1st International scientific and practical conference. - 2013. - P. 6-13.
4. Haverkort, A. J. Potato in progress (science meets practice) / A. J. Haverkort, P. C. Struik. - Edited by: The Netherlands. Wageningen Academic Publishers, 2005. - 366 p.
5. Mayer, V. Measurement of potato tubers resistance against mechanical loading / V. Mayer, D. Vejchar, L. Pastorková // Research in Agricultural Engineering. - 2017. - Vol. 1. - P. 22 - 31.
6. Development of Potato Harvesting Model / Aniket U. Dongre, Rahul Battase, Sarthak Dudhale, Vipul R. Patil, Deepak Chavan // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). - 2017. - Vol. 4. - P. 1567 - 1570.
7. Farhadi, R. Design and construction of rotary potato grader / R. Farhadi, N. Sakenian, P. Azizi // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2012. - Vol. 2. - P. 304 - 314.
8. Design and experiment on conveyor separation device of potato digger under heavy soil condition / J. Q. Lü, H. Sun, H. Dui, M. M. Peng, J. Y. Yu // Transactions of the CSAM. - 2017. - Issue number 48(11). - P. 146 - 155.
9. Design optimization and experiment on potato haulm cutter / J. Q. Lü, Q. Q. Shang, Y. Yang, Z. H. Li, J. C. Li, Z. Y. Liu // Transactions of the CSAM. - 2016. - Issue number 47(5). - P.106 - 114.
10. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield / R. E. Sojka, D. J. Horne, C. W. Ross, C. J. Baker // Soil and Tillage Research. - 1997. - Issue number 40(3-4). - P. 25 - 144.
11. Laryushin, N.P. Initial aspects in design of onion harvesting machines / N.P. Laryushin, O.N. Kukharev, T.A. Kiryukhina // Science in Central Russia. - 2015. - № 6(18). - P. 48 - 58.
12. Laryushin, A.M. Qualitative parametres of the digging device of the onion harvester / A.M. Laryushin // Tractors and agricultural machines. - 2008. - № 3. - P. 46 - 47.
13. Protasov, A. A. Functional approach to development of an onion harvester / A. A. Protasov // Vestnik of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin. - 2011. - № 2 (47). - P. 37 - 43.
14. Laryushin, N.P. Energy-saving technology of onion harvesting / N.P. Laryushin, A.M. Laryushin // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 2009. - № 1. - P. 55 - 56.