

УДК 635.073:631.87:635.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

¹Ибрагимова Н.М., ²Муродова С.С.

¹Ургенчский государственный университет, Ургенч, e-mail: nasiba_ibragimova@umail.uz;

²Джизакский филиал Национального университета имени Мирзо Улугбека, Джизак,
e-mail: ssmuradova@rambler.ru

В статье приводятся данные о разработке технологии хранения картофеля с использованием биопрепаратов «Замин-М» (на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas stutzeri*), «Бист» (на основе штамма *Pseudomonas putida*) и «Ер малхами» (на основе штамма *Azotobacter chroococcum* A-2), на засоленных почвах Хорезмской области. Установлено, что биопрепарат «Ер малхами-М» повышает урожайность картофеля на 17,8%, продуктивность – на 38,8%, биопрепарат «Бист» – на 10,7 и 13,8%, биопрепарат «Замин-М» – на 28,5 и 44,5% соответственно к контролю. При применении биопрепарата «Замин-М» в период лечения продуктивность картофеля сорта Аризона составляла 8,1; 10,9 и 12,0%, сорта Гала – 1,5; 2,8; 4,3%, сорта Эволюшн – привела к повышению сорта картофеля на 0,5; 0,3; 1,0%. Проанализировано, что срок хранения картофеля, обработанного биопрепаратом, увеличивался до 150–160 дней при сумме температур 5323 °С, при общей температуре хранения 916 °С и 2–4 °С. В период хранения сортов картофеля установлено, что при использовании биопрепарата «Замин-М» можно достичь экономической эффективности 12% у сорта Аризона, 4,3% – у сорта Гала и 1,1% – у сорта «Эволюшн».

Ключевые слова: технология хранения картофеля, биопрепарат, урожайность, период лечения, продуктивность

DEVELOPMENT OF POTATO STORAGE TECHNOLOGY USING BIOLOGICAL PREPARATIONS

¹Ibragimova N.M., ²Murodova S.S.

¹Urgench State University, Urgench, e-mail: nasiba_ibragimova@umail.uz;

²Jizzakh branch of the National University named after Mirzo Ulugbek, Jizzakh,
e-mail: ssmuradova@rambler.ru

The article presents data on the development of a technology for storing potatoes using biological products, on saline soils of the Khorezm region, “Zamin-M” (based on strains of *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas stutzeri*), “Bist” (based on a strain of *Pseudomonas putida*) and “Er Malhami” (based on the *Azotobacter chroococcum* A-2 strain). It was found that the biological product “Yer Malkhami-M” increases the yield of potatoes by 17.8%, productivity by 38.8%, the biological product “Bist” by 10.7% and 13.8%, the biological product “Zamin-M” by 28.5% and 44.5%, respectively, to the control. When using the biopreparation “Zamin-M” during the treatment period, the productivity of potatoes of the Arizona variety was 8.1%, 10.9% and 12.0%, of the Gala variety – 1.5%, 2.8%, 4.3%. and Evolution led to an increase in potato varieties by 0.5%, 0.3%, 1.0%. It is analyzed that the shelf life of potatoes increases to 150-160 days at a sum of temperatures of 5323 °C with a total storage temperature of 916 °C and 2-4 °C. During the period of storage of potato varieties, it was found that when using the biopreparation Zamin-M, it is possible to achieve an economic efficiency of 12% for the Arizona variety, 4.3% for the Gala variety and 1.1% for the Evolution variety.

Keywords: potato storage technology, biological product, yield, treatment period, productivity

Картофелеводство является одним из развивающихся направлений сельского хозяйства в странах мира. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших продовольственных культур в мире, и неблагоприятные факторы при его выращивании, в том числе вредители, болезни и высокая потребность в удобрениях, вызывают экологические проблемы. Качество картофеля, как и других пищевых продуктов, определяется не только количеством пищевых и физиологически активных веществ, но и вкусом, запахом, цветом и консистенцией. Актуально использование биотехнологических подходов при производстве и хранении картофеля как экологически чистого продукта, соответствующего уста-

новленным стандартам по внешнему виду, не содержащего различных химических соединений, соответствующего требованиям стандартов. В связи с этим большое значение имеют способы хранения, основанные на систематической технологии, дифференцированной по направлениям использования клубней картофеля.

В последние годы в мире проводятся научные исследования по защите клубней картофеля, предотвращению потерь семенного материала и сортов, организации складов картофеля и его переработке. Однако проведенный анализ показывает необходимость создания дополнительной цепочки добавленной стоимости путем выявления факторов, обуславливающих низкие техно-

логии хранения клубней картофеля, их ценность в хозяйстве, причем особое внимание уделяется использованию биопродуктов в этих процессах.

Цель исследования – разработка технологии хранения картофеля с использованием биопрепаратов.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования служили сорта картофеля Гала, Аризона, Эволюшн, Санте (*Solanum tuberosum* L.), выращенные на засоленных почвах Хорезмской области; биопрепараты «Замин-М» (на основе штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas stutzeri*), «Бист» (на основе штаммов *Pseudomonas putida*) и «Ер малхами» (на основе штамма *Azotobacter chroococcum* А-2).

Картофель обрабатывали бактериальными препаратами по общепринятой методике хранения и продолжали хранить на складе при 18 °С в течение 14 сут (срок обработки). После периода лечения температуру снижали на 0,5–1 °С в сутки. Затем съедобные клубни картофеля всех вариантов опыта хранили в течение одного месяца при температуре 4±1 °С и относительной влажности 90–95% [1]. Опытный и контрольный варианты помещали на склад, обработку проводили при двух разных температурах: срок обработки 14 сут при 18±1 °С и срок хранения 21 сут при 3±1 °С [2]. Биологические свойства картофеля в условиях хранения были изучены бактериальными инокулянтами в фермерском хозяйстве «Иноят-Джуманияз» Ургенчского района Хорезмской области. При обработке растений картофеля использовали препарат с титром клеток не менее 1х10⁹ мкг/мл, что является стандартом для биопрепаратов. Эксперименты были проведены на основе общепринятых методов В.Н. Зейрука «Хранение картофеля» [3], А.А. Конарбаева «Анализ пути сохранения картофеля в процессе хранения» [4], Б.Ж. Азимова [5]. Б.Ж. Азимова «Статистический анализ результатов экспериментов» [6]. Рабочий раствор биопрепаратов для обработки клубня картофеля сорта Гала готовили следующим образом: 100 мл биопрепарата «Замин-М» на 10 л воды, 100 мл препарата «Ер малхами-М» на 15 л воды, 100 мл препарата «Бист» на 15 л воды. Суспензии этих препаратов вносили в почву на 1 га, а растворами опрыскивали семена картофеля перед посадкой и сушили в прохладном месте под прямыми солнечными лучами, а затем высаживали на отдельные участки. В вегетационный период почву обрабатывали опрыскиванием рабочим раствором в количестве 500–600 л/га.

Результаты исследования и их обсуждение

Помимо способа хранения срок годности картофеля зависит еще и от условий выращивания и агротехники. Одностороннее внесение удобрений сверх нормы, например использование азотных удобрений, нарушение порядка и режима поливов, применение большого количества десикантов, пестицидов и т.д., отрицательно сказываются на сроках хранения картофеля. После уборки картофель держали в течение 30–40 минут на открытом воздухе, при этом механические повреждения клубней были обнаружены сразу. Отсортированные, целые и здоровые клубни хранили на обычных складах. В первую очередь хранящийся картофель делили на три группы – мелкий (30–50 г), средний (50–100 г) и крупный (более 100 г). Мелкие и крупные группы срезали и делили на части. Клубни средней группы сохраняли до лета и использовали как семена для получения вечернего картофеля без разделки.

Согласно методике картофель, предназначенный для длительного хранения, проходил три этапа:

первый: период лечения;

второй: период охлаждения;

третье: период длительного хранения.

В ходе исследования картофель на период лечения выкапывали и изучали комплексные изменения, связанные с созреванием клубней и заживлением ран. Период обработки продолжался 10–15 дней в зависимости от особенностей клубня картофеля, в этот период температура воздуха составляла 19 °С, относительная влажность воздуха 85–95%.

Определено влияние различных концентраций биопрепарата «Замин-М» на сроки обработки клубней картофеля (в течение 19 дней, температура 19 °С). Полученные результаты исследований представлены в табл. 1.

Изучено влияние различных концентраций биопрепарата «Замин-М» на сроки обработки клубней картофеля (в течение 19 дней, температура 19 °С), а также обработки концентрациями биопрепарата в соотношении 1:100, 1:500 и 1:1000 до периода обработки по сравнению с контролем по продуктивности сорта картофеля Аризона на 8,1; 10,9 и 12,0% соответственно, сорта Гала на 1,5; 2,8; 4,3% и 0,5; 0,3% в сорте картофеля Эволюшн, привело к увеличению на 1,0%.

Таким образом, предварительная обработка клубней картофеля концентрацией биопрепарата «Замин-М» в соотношении 1:1000 повысила урожайность картофеля

сорта Аризона на 12% по сравнению с соответствующим контролем и зафиксировала наиболее высокий результат по сравнению с другими вариантами.

Таблица 1

Влияние различных концентраций биопрепарата «Замин-М» на сроки обработки клубней картофеля

Варианты опыта	Концентрация биопрепарата Замин-М	Продуктивность %
Аризона (контроль)		82,0
Аризона	1:100	90,1
	1:500	92,9
	1:1000	94,0
Гала (контроль)		91,2
Гала	1:100	92,7
	1:500	94,0
	1:1000	95,5
Эволюшн (контроль)		91,0
Эволюшн	1:100	91,3
	1:500	91,6
	1:1000	92,0

В период охлаждения физиологические и биохимические процессы в почках наиболее ослаблены. В ходе исследований период охлаждения сокращали на 1 °С каждые 2 дня при температуре 14–18 °С, а через 32 дня переводили на период зимовки.

После этого картофель заложили на основной период хранения – зимовки. В это время обеспечивалась температура 3 °С и влажность воздуха 85–95%. Количество и состав газа в воздухе также оказывает существенное влияние на сохранность картофеля. Учитывая, что наиболее благоприятными условиями для хранения картофеля являются 16–18% кислорода и 2–3% углекислого газа, в ходе опыта это условие было установлено в качестве нормативного

показателя. В ходе экспериментов складские помещения активно вентилировались, а температура и газосодержание поддерживались на рекомендуемых уровнях.

На основании полученных результатов был рассчитан средний показатель суммарной температуры воздуха, получаемой клубнями картофеля с момента завершения до периода зимовки, результаты исследования представлены в табл. 2.

Средняя температура воздуха в Ургенчском районе Хорезмской области в 2019 г. составила 5695 °С, температура завершения 1970 °С, период обработки 405 °С, период охлаждения 933 °С, срок хранения 1956 °С. В 2020 г. при средней температуре воздуха 5323 °С, конечной температуре 1666 °С, периоде обработки 480 °С, периоде охлаждения 916 °С, сроке хранения 1795 °С. Основной срок хранения картофеля определяют по продолжительности периода покоя, сумме суммарных температур за вегетационный период.

По нашим экспериментальным исследованиям, в 2019 г. в Ургенчском районе Хорезмской области суммарная температура для выведения сорта Гала из периода покоя составила 1970 °С. Установлено, что в среднем хранение картофеля при температуре 2–4 °С увеличивает количество дней хранения. Средняя температура хранения 933 °С, основная 2–4 °С, при сумме температур 5695 °С срок хранения увеличивается до 140–150 сут. В 2020 г. срок хранения картофеля при 2–4 °С был продлен до 1666 °С, чтобы вывести сорт Гала из состояния покоя. Установлено, что температура хранения 916 °С удлинялась до 150–160 дней, когда общая сумма температур составляла 5323 °С при 2–4 °С.

В ходе исследования картофель хранился по технологии хранения картофеля с применением биопрепарата по следующей схеме: проводилась обработка картофеля биопрепаратом → обработка → хранение → зимовка.

На основе технологии консервирования картофеля с использованием биопрепарата принципиальная схема представлена на рис. 1.

Таблица 2

Средняя суммарная температура воздуха, при которой поступает картофель в сумме по месяцам за период хранения

Годы	Средняя температура воздуха, °С	Созревание клубней, °С	Период лечения, °С	Период охлаждения, °С	Период хранения, °С
2019	5695	1970	405	933	1956
2020	5323	1666	480	916	1795

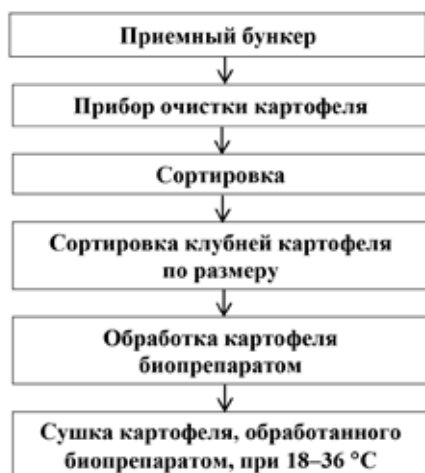


Рис. 1. Схема хранения картофеля с использованием биопрепарата

Технология выращивания и хранения картофеля с использованием биопрепарата включает следующие процессы по системе, представленной на рис. 3.

Сырье (картофель) из приемного бункера (1) через очиститель (2) поступает в сортировщик и мусороуборочное устройство (3). Его делят на фракции в сортировочном агрегате (4) и затем распыляют рабочую жидкость биопрепарата на клубень картофеля в соотношении 1:1000 в распылителе биопрепарата (4). Обработанный картофель сушат при 30 °С, закрытый со всех сторон. Готовый картофель хранится 10–15 дней при температуре 19 °С. Период охлаждения сокращали на 1 °С каждые 2 дня при температуре 14–18 °С, а через 32 дня переводили на период зимовки. Температура в зимний период 3 ± 1 °С, влажность воздуха 85–95%.

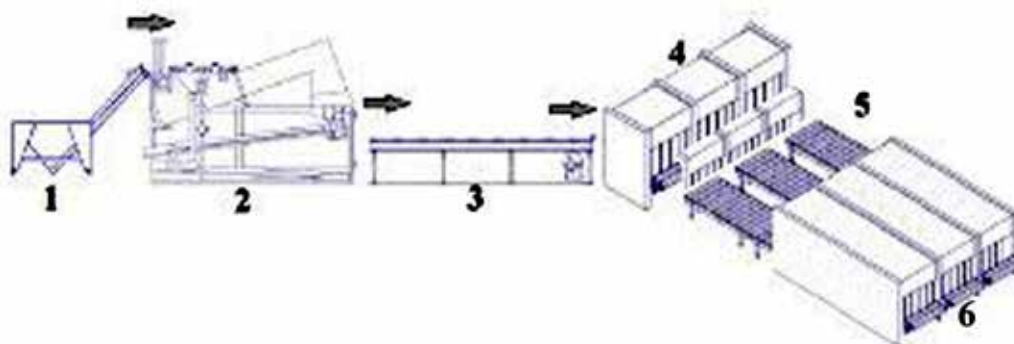


Рис. 2. Технология хранения картофеля с использованием биопрепарата: 1 – приемный бункер; 2 – очиститель; 3 – сортировщик и мусороуборщик; 4 – оборудование для сортировки по размеру; 5 – распылитель обработки биопрепаратом; 6 – сушка



Рис. 3. Технология выращивания и хранения картофеля

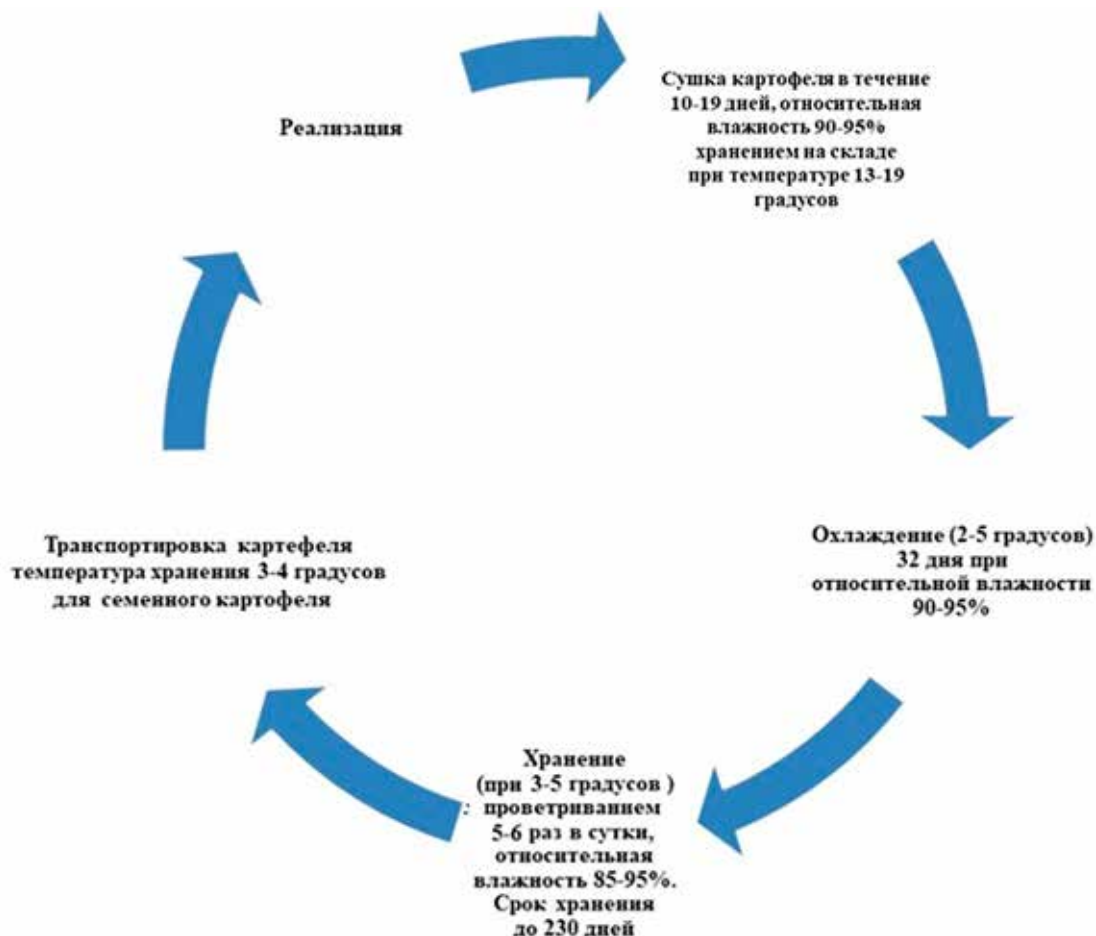


Рис. 4. Общая технологическая схема хранения и транспортировки картофеля

Период лечения длился до 19 дней и начинался через 10–14 дней после уборки картофеля. В этот период продолжалось опробковение и утолщение кожуры клубней, чтобы в пораженные части не попали микроорганизмы и они не загнили. Необходимо было поддерживать температуру 10–15 °С и влажность 85–95%. Недостаток кислорода и высокое содержание SO_2 ($> 0,5\%$) могут снижать интенсивность дыхания, вызывать заживление ран и стимулировать начало распада. За период лечения общая потеря массы составляла 4–6%, бутоны начинали размягчаться, проявлялись синие пятна, фузариоз скелен к сухой гнили.

Если зрелые клубни имели твердую оболочку, наблюдалась только 1–3% потеря веса за счет испарения.

Охлаждение. При низких температурах картофель может нагреваться до 0,25 °С в сутки за счет дыхания. Картофель пищевой охлаждали до 4–6 °С и относительной влажности 90–95%, семенной картофель – до 2–3 °С. Охлаждение проводили медленно, с интенсивностью 0,5–1,0 °С/сут.

Хранение. При хранении состав газа на складе – 2% SO_2 , 4% O_2 , 94% N_2 . Склад был оборудован системой вентиляции. Перед транспортировкой хранящегося картофеля семенной материал выдерживали при температуре 10–12 °С в течение 3–4 сут. Физиологические процессы в картофеле восстанавливались. Затем, после сортировки, часть, не взятую на сбор, снова ставили на охлаждение.

По результатам расчета по оценке экономической эффективности хранения продукции из картофеля традиционным способом с обработкой биопрепаратами, даже в этом процессе влияние затрат труда, электроэнергии и аренды на объем качественно хранимой продукции из картофеля очень низко ($< 1\%$), но установлено, что влияние биопрепаратов «Замин-М» на хранение продукта высокое. Так, при использовании биопрепарата «Замин-М» при хранении картофеля можно добиться экономической эффективности по вышеуказанным сортам картофеля соответственно: Аризона – 12%, Гала – 4,3% и Эволюшн – 1,1%.

Заключение

При возделывании картофеля перед посадкой семенные материалы, обработанные биопрепаратом «Замин-М» из расчета 2 л/га, «Ер Малхами» – 1,5 л/га, «Бист» – 1,5 л/га, имели положительный эффект: биопрепарат «Замин-М» способствовал увеличению урожая 28,5%, «Бист» – 10,7%, «Ер Малхами» – 17,8%, что наглядно показало, что эти препараты являются эффективными средствами.

Использование биопрепарата «Замин-М» при хранении картофеля повысило экономическую эффективность хранения по данным сортам картофеля соответственно Арizona – 12%, Гала – 4,3% и Эволюшн – 1,1% к контролю (клубни, обработанные водой).

Список литературы

1. Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Еланский С.Н., Мальцев С.В., Прямов С.Б. Хранение картофеля. М.: Агроспас, 2016.
2. Чеботарь В.К., Кипрушкина Е.И. Применение микробных препаратов в технологиях хранения картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 1. С. 33–35.
3. Зейрук В.Н., Васильева С.В., Белов Г.Л., Деревягина М.К. Пути сокращения потерь при подготовке к уборке и хранению картофеля // Защита и карантин растений. 2021. № 10. С. 23–26.
4. Конарбаева А.А., Ханжаров З.К., Абдижаппарова Н.С. Анализ путей сохранения картофеля в процессе хранения // Вестник науки южного Казахстана. 2019. № 1. С. 351–360.
5. Азимов Б.Ж., Азимов Б.Б. Методика проведения опытов в овощеводстве, рисоводстве и картофелеводстве. Ташкент: Узбекистон миллий энциклопедияси, 2002. С.181–185.
6. Азимов Б.Ж., Азимов Б.Б. Статистический анализ результатов экспериментов: методическое пособие. Ташкент, 2006. С. 26.