

# АГРОНОМИЯ

УДК 635.24: 635.073

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-252-10-5-11

А.С. Катаев, Е.В. Катаева

A.S. Kataev, E.V. Kataeva

## ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ПРИ ХРАНЕНИИ В УСЛОВИЯХ ОВОЩЕХРАНИЛИЩА

### TECHNIQUES FOR IMPROVING STORABILITY OF JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS WHEN STORED IN A VEGETABLE STORAGE FACILITY

**Ключевые слова:** топинамбур, хранение, обработка клубней, лежкость клубней, качество клубней, тургор, усушка клубней.

Одной из проблем низкой востребованности культуры топинамбура среди населения является отсутствие разработанных технологий хранения. Существующие способы хранения клубней не обеспечивают высокий уровень их сохранности и показателей качества на длительный период времени. В связи с этим в течение 2 лет на примере сорта топинамбура Скороспелка нами проведены исследования по следующей схеме опыта: Фактор А – способ подготовки клубней к хранению: А<sub>1</sub> – мытые, А<sub>2</sub> – немытые; фактор В – обработка клубней: В<sub>1</sub> – без обработки, В<sub>2</sub> – микроэлементный комплекс Аквамикс, В<sub>3</sub> – микроэлементный комплекс Силиплант универсальный, В<sub>4</sub> – химический протравитель Протект, КС, В<sub>5</sub> – биофунгицид Фитоспорин М. По итогам 6 месяцев хранения установлено, что лежкость клубней не зависит от способа их подготовки к хранению. Отмечается более высокая лежкость клубней при их обработке препаратом «Протект» – на 6,3-12,8%. Изменение показателей биохимического состава по итогам хранения было неодинаковым. Наименьшую потерю влаги в клубнях топинамбура отмечали при их обработке препаратами «Аквамикс» и «Протект» – 20,1-20,2%. Содержание сахара и жира по итогам хранения было выше в немытых клубнях – на 0,2% и 0,15% соответственно. При обработке препаратами «Аквамикс», «Силиплант универсальный» и «Протект» отмечается наибольшее содержание сахара – 8,6-8,8%, жира – при обработке Протектом – 0,90%, клетчатки – при обработке Аквамиксом – 1,62%.

**Keywords:** Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), storage, tuber treatment, tuber storability, tuber quality, turgor, tuber shrinkage.

One of the problems of the low demand for Jerusalem artichoke crop among the population is the lack of developed storage technologies. The existing tuber storage methods do not provide a high level of their storability and quality indices for a long period of time. In this regard, for two years, using the example of Jerusalem artichoke variety Skorospelka, we conducted research according to the following experimental scheme: Factor A - the method of tuber preparation for storage: A<sub>1</sub> - washed tubers, A<sub>2</sub> - unwashed tubers. Factor B - tuber treatment: B<sub>1</sub> - no treatment, B<sub>2</sub> - microelement complex Aquamix, B<sub>3</sub> - microelement complex Siliplant universal, B<sub>4</sub> - chemical treater Protect, CS, B<sub>5</sub> - biofungicide Phytosporin M. Following the results of six months of storage, it was found that the shelf life of tubers did not depend on the method of their preparation for storage. There was longer shelf life of tubers when they were treated with Protect - by 6.3-12.8%. The change of the biochemical composition indices after storage was not the same. The lowest moisture loss in Jerusalem artichoke tubers was found when they were treated with Aquamix and Protect - 20.1-20.2%. The sugar and fat content at the end of storage was higher in unwashed tubers - by 0.2% and 0.15%, respectively. When treated with Aquamix, Siliplant universal and Protect treaters, the highest sugar content was found - 8.6-8.8%; fat content of 0.90% when treated with Protect, fiber content of 1.62% when treated with Aquamix.

**Катаев Алексей Сергеевич**, к.с.-х.н., ст. науч. сотр., доцент, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Российская Федерация, e-mail: aKataev92@mail.ru.

**Катаева Елена Вадимовна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Российская Федерация, e-mail: l.boyarshinova@yandex.ru.

**Kataev Aleksey Sergeevich**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Assoc. Prof., Perm State Agro-Technological University, Perm, Russian Federation, e-mail: aKataev92@mail.ru.

**Kataeva Elena Vadimovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Perm State Agro-Technological University, Perm, Russian Federation, e-mail: l.boyarshinova@yandex.ru.

### Введение

Культуру топинамбура по праву считают стратегическим продовольственным резервом XXI в. ввиду ее способности формировать урожай как клубней, так и надземной массы в широком диапазоне влажности почвы и в различных климатических условиях [1]. Пищевая ценность клубней топинамбура определяется его уникальным биохимическим составом. Они являются сырьем для производства функциональных и диетических продуктов питания, альтернативным источником энергии [2]. Несмотря на свою продовольственную ценность ввиду высоких питательных и целебных свойств, культуру топинамбура в нашей стране возделывают на площади около 3 тыс. га [3]. Расширение посевных площадей и развитие масштабного производства топинамбура сдерживается отсутствием сырья в промышленных масштабах, должного уровня механизации технологии возделывания и переработки культуры, несформированностью спроса на культуру ввиду отсутствия разработанных зональных технологий возделывания и хранения. Клубни топинамбура имеют низкую лежкоспособность и высокую повреждаемость за счет тонкого пробкового слоя и высокого содержания углеводов. Научно установлено, что к 10-му дню хранения клубней при комнатной температуре снижение наличной влаги может составлять до 7,0%, а через 20 дней – 14,2% [4]. Это ведет к быстрому увяданию и потере тургора и влечет за собой скорое загнивание клубней. В связи с этим поиск оптимальных способов хранения клубней топинамбура на длительный период времени остается актуальной задачей.

В связи с высокой зимостойкостью наиболее простым и дешевым способом хранения клубней принято считать хранение в почве с

выкапыванием по мере необходимости, но этот способ хранения не обеспечивает высокую сохранность клубней. Оставленные в почве клубни сильно повреждают мыши-полевки, возможны существенные потери от гнилостных микроорганизмов [5]. Меньшие потери влаги клубней возможно добиться при хранении в газоселективных полимерных упаковках: в среде инертного газа, в регулируемых газовых средах (РГС) и модифицированных газовых средах (МГС). Однако этот способ хранения нельзя назвать традиционным, что требует специального оборудования [6-8]. Отсутствие эффективных традиционных приемов хранения клубней топинамбура является одной из причин низкой востребованности этой культуры среди населения. Среди традиционных способов хранения топинамбура можно выделить хранение в холодильнике, морозильной камере или в условиях овощехранилища [9]. Исследования показывают, что при хранении в холодильнике и тем более в морозильных камерах показатели биохимического состава клубней могут существенно снижаться, что напрямую влияет на пищевую ценность продукта [10, 11]. Хранение топинамбура в условиях овощехранилища с возможностью поддержания оптимальной температуры и влажности воздуха представляется перспективным с целью сохранности клубней на посев и на пищевые цели.

В связи с этим **цель** исследований – определить наиболее эффективный способ подготовки клубней топинамбура к хранению, обеспечивающий наибольшую лежкоспособность и сохранение показателей биохимического состава в условиях овощехранилища.

**Задачи** исследований – определить лежкость клубней и их биохимический состав по итогам хранения.

### Объекты и методы исследований

Двухфакторный опыт закладывали в 2023-2024 гг. в условиях овощехранилища. Схема опыта: Фактор А – способ подготовки клубней к хранению: А<sub>1</sub> – мытые, А<sub>2</sub> – немытые; фактор В – обработка клубней: В<sub>1</sub> – без обработки, В<sub>2</sub> – микроэлементный комплекс Аквамикс, В<sub>3</sub> – микроэлементный комплекс Силиплант универсальный, В<sub>4</sub> – химический протравитель Протект, КС, В<sub>5</sub> – биофунгицид Фитоспорин М. Объект исследований – клубни топинамбура сорта Скороспелка. Эксперимент проводили в неветилируемой овощной яме с постоянной температурой воздуха 1-3°C. Повторность в опыте – трехкратная. Масса одной пробы – 2000 г. Общая продолжительность хранения – 6 мес. В 2023 г. – 27 сентября, в 2024 г. в связи с поздней уборкой опыт заложен 20 октября. Клубни готовили за 2 сут. до закладки опыта. Доза применения микроэлементного комплекса в хелатной форме Аквамикс – 1 мл/150 мл воды. Норма расхода рабочей жидкости – до 10 л/т. Доза применения микроэлементного комплекса Силиплант универсальный – 40 мл/т. Норма расхода рабочей жидкости – до 10 л/т. Доза применения химического протравителя Протект, КС – 400 мл/т. Норма расхода рабочей жидкости – до 10 л/т. Доза применения биофунгицида Фитоспорин М – 10 г/500 мл воды. Норма расхода рабочей жидкости – до 10 л/т. При текущем контроле лежкости удаляли клубни, пораженные гниlostными и грибковыми заболеваниями. Лежкость клубней и их биохимический состав анализировали по общепринятым методикам и ГОСТам. Дисперсионный анализ полученных данных провели по методике Б.А. Доспехова [12]. Лежкость клубней определяли в динамике с интервалом в 1 мес. после даты закладки опыта по методике [13].

### Результаты исследований и их обсуждение

По истечении первого месяца хранения лежкость немытых клубней была на 5,1% выше, чем у мытых (табл. 1). В дальнейшем ежемесячное

снижение массы мытых клубней составило 3,9%, а немытых – 4,3%. Это обуславливает сопоставимые показатели лежкости клубней к концу срока хранения – 68,9-72,2%. В зависимости от обработки клубней через один месяц хранения их лежкость была сравнительно одинаковой – 88,1-94,6%. Отмечается тенденция более высокой сохранности клубней при их обработке фунгицидным протравителем Протект – на 1,1-6,5%. Данная тенденция сохраняется до конца уборки. Среднее ежемесячное снижение сохранности клубней при обработке Протектом составило 3,0%, в контрольном варианте – 3,7%, при обработке Аквамиксом – 4,9%, при обработке Силиплантом – 4,7%, а при обработке Фитоспорином – 4,2%. Это обуславливает несущественно более высокую лежкость клубней по окончании хранения при обработке Протектом – на 6,3-12,8%. Высокая сохранность клубней при обработке Протектом обусловлена созданием на поверхности клубня защитной пленки, которая подавляет развитие грибов и бактерий.

Содержание сухого вещества в клубнях топинамбура увеличивается в процессе хранения во всех вариантах опыта, что связано с естественной усушкой клубней. В результате этого клубни становятся дряблыми, теряют тургор клеток и потребительский вид. Увядание клубней усиливает интенсивность распада содержащихся в клубнях органических веществ и усиливает их расход на дыхание. Содержание сухого вещества в зависимости от способа подготовки клубней было выше на 1,5-1,6%, чем при закладке опыта, и составило 20,3-20,4% (табл. 2). Наименьшая потеря влаги в клубнях отмечается при их обработке препаратами «Аквамикс» и «Протект» – 20,1-20,2%, что на 0,4-0,6% ниже по сравнению с контрольным вариантом и обработкой клубней Фитоспорином. Содержание в клубнях сахара, сырой клетчатки и сырого протеина в среднем к концу хранения закономерно снижается ввиду протекания в клубнях метаболических процессов, связанных с дыханием.

Таблица 1

**Лежкость клубней топинамбура, среднее 2023-2025 гг., %**

| Способ подготовки клубней              | Обработка клубней       | Контроль изменения массы |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |
|--|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|  |                         | закладка                 | 1 мес.                            | 2 мес.                            | 3 мес.                            | 4 мес.                            | 5 мес.                            | 6 мес.                            |
| Мытые                                  | б/о (контроль)          | 100                      | 90,4                              | 88,6                              | 83,3                              | 75,9                              | 75,5                              | 71,3                              |
|  | Аквамикс                | 100                      | 82,1                              | 76,9                              | 74,7                              | 72,2                              | 68,7                              | 59,0                              |
|  | Силиплант универсальный | 100                      | 87,3                              | 85,8                              | 77,5                              | 75,8                              | 74,9                              | 59,5                              |
|  | Протект, КС             | 100                      | 91,6                              | 89,7                              | 87,6                              | 82,7                              | 81,6                              | 78,4                              |
|  | Фитоспорин М            | 100                      | 90,7                              | 82,0                              | 80,5                              | 79,0                              | 78,3                              | 76,2                              |
| Среднее по А <sub>1</sub> В            |                         | 100                      | 88,4                              | 84,6                              | 80,7                              | 77,1                              | 75,8                              | 68,9                              |
| Немытые                                | б/о (контроль)          | 100                      | 92,9                              | 89,5                              | 76,8                              | 76,9                              | 82,2                              | 75,4                              |
|  | Аквамикс                | 100                      | 94,1                              | 89,9                              | 87,7                              | 77,5                              | 76,1                              | 68,1                              |
|  | Силиплант универсальный | 100                      | 93,2                              | 88,9                              | 82,4                              | 74,4                              | 74,2                              | 74,2                              |
|  | Протект, КС             | 100                      | 97,6                              | 95,6                              | 89,1                              | 85,9                              | 83,6                              | 81,0                              |
|  | Фитоспорин М            | 100                      | 89,5                              | 85,8                              | 83,6                              | 76,9                              | 73,4                              | 62,3                              |
| Среднее по А <sub>2</sub> В            |                         | 100                      | 93,5                              | 89,9                              | 83,9                              | 78,3                              | 76,6                              | 72,2                              |
| Среднее по В <sub>1</sub>              |                         |                          | 91,6                              | 89,1                              | 80,0                              | 76,4                              | 75,7                              | 73,4                              |
| Среднее по В <sub>2</sub>              |                         |                          | 88,1                              | 83,4                              | 81,2                              | 74,9                              | 72,4                              | 63,6                              |
| Среднее по В <sub>3</sub>              |                         |                          | 90,2                              | 87,3                              | 80,0                              | 75,1                              | 74,5                              | 66,9                              |
| Среднее по В <sub>4</sub>              |                         |                          | 94,6                              | 92,7                              | 88,4                              | 84,3                              | 82,6                              | 79,7                              |
| Среднее по В <sub>5</sub>              |                         |                          | 90,1                              | 83,9                              | 82,1                              | 77,9                              | 75,9                              | 69,3                              |
| НСР <sub>05</sub> гл. эф. по фактору А |                         |                          | 3,9                               | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> |
| НСР <sub>05</sub> ч. раз. по фактору А |                         |                          | 8,6                               | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> |
| НСР <sub>05</sub> гл. эф. по фактору В |                         |                          | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | 8,1                               | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> |
| НСР <sub>05</sub> ч. раз. по фактору В |                         |                          | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | 11,5                              | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф.</sub> <F <sub>0,5</sub> |

Таблица 2

**Изменение показателей биохимического состава клубней топинамбура, среднее 2023-2025 гг., %**

| Способ под-<br>готовки клуб-<br>ней    | Обработка клубней       | Показатель                       |                     |                   |                                  |                                    |
|--|-------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|  |                         | сухое веще-<br>ство, %           | сахар, % на<br>с.в. | жир, % на<br>с.в. | сырой про-<br>теин, % на<br>с.в. | сырая клет-<br>чатка, % на<br>с.в. |
| До закладки опыта                      |                         | 18,8                             | 9,5                 | 0,82              | 9,1                              | 1,77                               |
| Мытые                                  | б/о (контроль)          | 20,4                             | 8,0                 | 0,64              | 8,4                              | 1,30                               |
|  | Аквамикс                | 20,1                             | 8,3                 | 0,78              | 8,7                              | 1,64                               |
|  | Силиплант универсальный | 20,4                             | 8,4                 | 0,71              | 8,3                              | 1,26                               |
|  | Протект, КС             | 20,3                             | 8,9                 | 0,79              | 8,1                              | 1,41                               |
|  | Фитоспорин М            | 20,9                             | 7,7                 | 0,74              | 8,4                              | 1,36                               |
| Среднее по А <sub>1</sub> В            |                         | 20,4                             | 8,2                 | 0,73              | 8,4                              | 1,39                               |
| Немытые                                | б/о (контроль)          | 20,9                             | 7,6                 | 0,94              | 8,5                              | 1,24                               |
|  | Аквамикс                | 20,1                             | 8,8                 | 0,79              | 9,0                              | 1,60                               |
|  | Силиплант универсальный | 20,2                             | 8,8                 | 0,85              | 8,9                              | 1,64                               |
|  | Протект, КС             | 20,0                             | 8,7                 | 1,01              | 8,5                              | 1,67                               |
|  | Фитоспорин М            | 20,3                             | 7,9                 | 0,82              | 9,0                              | 1,50                               |
| Среднее по А <sub>2</sub> В            |                         | 20,3                             | 8,4                 | 0,88              | 8,8                              | 1,53                               |
| Среднее по В <sub>1</sub>              |                         | 20,7                             | 7,8                 | 0,79              | 8,5                              | 1,27                               |
| Среднее по В <sub>2</sub>              |                         | 20,1                             | 8,6                 | 0,78              | 8,8                              | 1,62                               |
| Среднее по В <sub>3</sub>              |                         | 20,3                             | 8,6                 | 0,78              | 8,6                              | 1,45                               |
| Среднее по В <sub>4</sub>              |                         | 20,2                             | 8,8                 | 0,90              | 8,3                              | 1,54                               |
| Среднее по В <sub>5</sub>              |                         | 20,6                             | 7,8                 | 0,78              | 8,7                              | 1,43                               |
| НСР <sub>05</sub> гл. эф. по фактору А |                         | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | 0,1                 | 0,06              | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub>   |
| НСР <sub>05</sub> ч. раз. по фактору А |                         | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | 0,2                 | 0,14              | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub>   |
| НСР <sub>05</sub> гл. эф. по фактору В |                         | 0,4                              | 0,4                 | 0,08              | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | 0,11                               |
| НСР <sub>05</sub> ч. раз. по фактору В |                         | 0,6                              | 0,5                 | 0,12              | F <sub>ф</sub> <F <sub>0,5</sub> | 0,16                               |

Содержание сахара было существенно выше в невымытых клубнях – на 0,2%, сырого протеина – на 0,4% и сырой клетчатки – на 0,14%, но разница незначительная. Наименьшее снижение сахара в клубнях наблюдается при их обработке препаратами «Аквамикс», «Силиплант универсальный» и «Протект» – до 8,6-8,8%, что на 0,8-1,0% выше, чем в остальных вариантах. Содержание сырого протеина в зависимости от обработки клубней было одинаковым – 8,3-8,8%, а содержание сырой клетчатки было выше при обработке клубней Аквамиксом – на 0,17-0,35%. Содержание сырого жира в клубнях в процессе хранения фактически не изменялось и было выше в невымытых клубнях – на 0,15% и при обработке Протектом – на 0,11-0,12%.

### Выводы

1. К концу срока хранения наиболее высокая сохранность клубней отмечается при их обработке фунгицидным протравителем Протект независимо от способа подготовки – 79,7%, что на 6,3-16,1% выше других изучаемых вариантов.

2. Ввиду естественной усушки клубней содержание сухого вещества в них по итогам хранения увеличивается во всех вариантах опыта. Наименьшая потеря влаги отмечается при обработке препаратами «Аквамикс» и «Протект» – 20,1-20,2%.

3. Содержание качественных показателей клубней ввиду дыхания закономерно снижается. Содержание сахара и жира по итогам хранения было выше в невымытых клубнях – на 0,2 и 0,15% соответственно. В зависимости от обработки клубней наименьшее снижение сахара наблюдается при обработке препаратами «Аквамикс», «Силиплант универсальный» и «Протект» – до 8,6-8,8%, жира – при обработке Протектом – до 0,90%, клетчатки – при обработке Аквамиксом – до 1,62%.

В связи с этим с целью длительного хранения более предпочтительным является обработка клубней фунгицидным протравителем Протект независимо от способа их подготовки, что обусловлено наибольшей лежкостью клубней и наименьшим снижением показателей биохимического состава.

### Библиографический список

1. Топинамбур – культура многоцелевого использования / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, П. С. Звягинцев, Ю. Т. Лазунин. – Текст: непосредственный // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 22-25.
2. Сулейманов, Р. Д. Топинамбур – ценная культура для условий Западной Сибири / Р. Д. Сулейманов. – Текст: непосредственный // XXX научно-техническая студенческая конференция: сборник материалов XXX научно-технической студенческой конференции, Омск, 25 апреля 2024 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2024. – С. 83-87.
3. Сортовые особенности клубней топинамбура, произрастающего в Краснодарском крае и Республике Адыгея / Н. Т. Шамкова, В. Ю. Токарев, А. В. Добровольская [и др.]. – DOI 10.26297/0579-3009.2019.5-6.4. – Текст: непосредственный // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2019. – № 5-6 (371-372). – С. 19-23.
4. Старовойтов, В. И. Способы хранения клубней топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях: материалы Всероссийской научно-практической конференции, пос. Персиановский, 30 ноября 2017 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2017. – С. 340-345.
5. Данилов, К. П. Новая технология хранения клубней топинамбура / К. П. Данилов. – DOI 10.18454/IRJ.2016.46.215. – Текст: непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 4-6 (46). – С. 35-37.
6. Старовойтова, О. А. Особенности хранения топинамбура / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-3-7-12. – Текст: непосредственный // Вестник Федерального государ-



ственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2018. – № 3(85). – С. 7-12.

7. Катаев, А. С. Влияние способов хранения на лежкость и качество клубней топинамбура / А. С. Катаев, Е. А. Ренев, С. Л. Елисеев // Агротехнологии XXI века: материалы Международной научно-практической конференции, Пермь, 16-18 октября 2018 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2018. – С. 225-230.

8. Zubr J. (1988). Jerusalem artichoke as a field crop in Northern Europe. In: G. Grassi, G. Gosse (eds.). *Topinambour (Jerusalem Artichoke): Report EUR 11855*. Luxembourg: CEC. P. 105–117.

9. Исследование свойств топинамбура сорта Новость Вира при хранении в зависимости от назначения клубней / А. А. Манохина, О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, Ж. Ж. Алпаяров. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.3.54. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 3 (66). – С. 54-62.

10. Bach V. Production of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Impact on Inulin and Phenolic Compounds (Book Chapter, pp. 97–102) / V. Bach, M.R. Clausen, M. Edelenbos // *Processing and Impact on Active Components in Food*. – Academic Press, 2015. – 724 p.

11. Fructan stability in strawberry sorbets in dependence on their source and the period of storage / K. Topolska, A. Filipiak-Florkiewicz, A. Florkiewicz, E. Cieslik // *European Food Research and Technology*. – 2017. – Vol. 243 (4). – Pp. 701–709. DOI:10.1007/s00217-016-2783-0.

12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

13. Метод изучения влияния условий хранения на лежкоспособность моркови и картофеля:

методические указания / составитель М. В. Волокитина и др. – Ленинград: ВИЗР, 1981. – 13 с. – Текст: непосредственный.

## References

1. Topinambur – kultura mnogotselevogo ispolzovaniia / V. I. Starovaitov, O. A. Starovaitova, P. S. Zviagintsev, Iu. T. Lazunin // *Pishchevaia promyshlennost*. – 2013. – No. 4. – S. 22-25.

2. Suleimanov, R. D. Topinambur – tsennaia kultura dlia uslovii Zapadnoi Sibiri / R. D. Suleimanov // *Sbornik materialov XXX nauchno-tekhnicheskoi studencheskoi konferentsii: Materialy XXX nauchno-tekhnicheskoi studencheskoi konferentsii*, Omsk, 25 apreliia 2024 goda. – Omsk: FGBOU VO Omskii GAU, 2024. – S. 83-87.

3. Sortovye osobennosti klubnei topinambura, proizrastaiushchego v Krasnodarskom krae i Respublike Adygeia / N. T. Shamkova, V. Iu. Tokarev, A. V. Dobrovolskaia [i dr.] // *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaia tekhnologiya*. – 2019. – No. 5-6 (371-372). – S. 19-23. – DOI 10.26297/0579-3009.2019.5-6.4.

4. Starovaitov, V. I. Sposoby khraneniia klubnei topinambura / V. I. Starovaitov, O. A. Starovaitova, A. A. Manokhina // *Aktualnye problemy ekologii v selskokhoziaistvennykh landshaftakh i urbanizirovannykh territoriiakh: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, pos. Persianovskii, 30 noiabria 2017 goda. – pos. Persianovskii: FGBOU VO Donskoi GAU, 2017. – S. 340-345.

5. Danilov, K. P. Novaia tekhnologiya khraneniia klubnei topinambura / K. P. Danilov // *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. – 2016. – No. 4-6 (46). – S. 35-37. – DOI 10.18454/IRJ.2016.46.215.

6. Starovaitova, O. A. Osobennosti khraneniia topinambura / O. A. Starovaitova, V. I. Starovaitov, A. A. Manokhina // *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniia vysshego professional'nogo obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V.P. Goriachkina»*. – 2018. – No. 3 (85). – S. 7-12. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-3-7-12.

7. Kataev, A. S. Vliianie sposobov khraneniia na lezhkost i kachestvo klubnei topinambura /

A. S. Kataev, E. A. Renev, S. L. Eliseev // Agrotekhnologii XXI veka: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Perm, 16-18 oktiabria 2018 goda / Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Permskii gosudarstvennyi agrarno-tekhnologicheskii universitet imeni akademika D.N. Prianishnikova». – Perm: IPTs Prokrostitie, 2018. – S. 225-230.

8. Zubr J. (1988). Jerusalem artichoke as a field crop in Northern Europe. In: G. Grassi, G. Gosse (eds.). *Topinambour (Jerusalem Artichoke): Report EUR 11855*. Luxembourg: CEC. P. 105–117.

9. Issledovanie svoistv topinambura sorta Novost Vira pri khraneni v zavisimosti ot naznacheniia klubnei / A. A. Manokhina, O. A. Starovoitova, V. I. Starovoitov, Zh. Zh. Allaia-rov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – T. 13, No. 3 (66). – S. 54-62. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2020.3.54.

10. Bach, V., Clausen, M., Edelenbos, M. (2015). Production of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Impact on Inulin and Phenolic Compounds. In: *Processing and Impact on Active Components in Food*. Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-404699-3.00012-3.

11. Topolska, K., Filipiak-Florkiewicz, A., Florkiewicz, A., Cieslik, E. (2017). Fructan stability in strawberry sorbets in dependence on their source and the period of storage. *European Food Research and Technology*. 243. DOI: 10.1007/s00217-016-2783-0.

12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovani). – 5-e izd., dop. i pererab. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

13. Metod izucheniia vliianiia uslovii khraneniia na lezhkosposobnost morkovi i kartofelia: metodicheskie ukazaniia; sost. M.V. Volokitina i dr. – Leningrad: VIZR, 1981. – 13 s.



УДК 631.84:633.11“324”:621.384.8(510)

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-252-10-11-21

Лай Н., Су Ц., Гэн Ц., Ли Ц., Чжао Х., Чэнь Ш.  
Lai N., Su J., Geng Q., Li Q., Zhao H., Chen S.

## РЕКОМЕНДОВАННЫЕ НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В СИНЬЦЗЯНЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНОГО СПЕКТРОМЕТРА RAPIDSCAN CS-45

### STUDY ON NITROGEN FERTILIZER RECOMMENDATION BASED ON RAPIDSCAN CS-45 FOR DRIP-IRRIGATED WINTER WHEAT IN XINJIANG

**Ключевые слова:** озимая пшеница, капельное орошение, внесение азотных удобрений, нормализованный относительный индекс растительности (NDVI), нормализованный индекс разности красного края (NDRE), вегетация, почва, спектральный анализ, урожайность, наземная часть растения.

Цель исследования – предоставить теоретическую основу для оценки азотного питания и рационального внесения азотных удобрений при капельном орошении озимой пшеницы в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китайской Народной Республики. Был проведен двухлетний полевой эксперимент с использованием местного сорта пшени-

цы Синьдун 22. По результатам эксперимента было установлено пять уровней внесения азота (0, 120, 240, 360, 480 кг·га<sup>-2</sup>). С помощью активного спектрометра RapidScan CS-45 были получены значения NDVI и NDRE вегетативной массы пшеницы на разных стадиях роста, и проанализирована их связь с эффектом внесения азотных удобрений. На основе этого была разработана модель внесения азота для озимой пшеницы при капельном орошении в Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР. Результаты показали, что значения NDVI и NDRE вегетативной массы озимой пшеницы при капельном орошении быстро увеличиваются от фазы восстановления до колошения, замедляются от колошения