

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ МАНСАРДНОГО ТИПА ДЛЯ ЯРОВИЗАЦИИ КАРТОФЕЛЯ****Смирнов П.А., Виеру Т.П.**

**Реферат.** Для условий сельскохозяйственного мелкотоварного производства предложена технология яровизации картофеля на хозяйственных помещениях мансардной конструкции, в частности, на сеновале и кормокухне. Приведены размеры помещения, экспериментальные результаты измерений суточного изменения температуры и способы её поддержания, обеспечения необходимой влажности. Определена дата начала яровизации в регионе.

**Ключевые слова:** предпосадочная подготовка картофеля, яровизация картофеля, температурный режим яровизации, динамика температуры мансарды.

**Введение.** Согласно статистическим данным производство наиболее трудоемких сельскохозяйственных культур, как картофель и овощебахчевые, всё больше смещается в сторону мелкотоварного производства. В структуре посевных площадей эти культуры занимают около 90% всех посевных (посадочных) площадей. [1].

В последние годы в личном подсобном и крестьянском фермерском хозяйствах (ЛПХ и КФХ) стараются еще осенью отсортировать семенной материал по качеству и габаритным размерам. После хранения предпосадочная подготовка семян картофеля в этих хозяйствах начинается с переборки перезимовавших в хранилище клубней. При этом гнилые и даже с первыми признаками болезни клубни сразу же отбираются и утилизируются во избежание их распространения на весь семенной материал. Однако весьма актуальным остается вопрос яровизации и проращивания семян картофеля, выбора помещения и его оборудование, соблюдения режима яровизации, заключаящегося в оптимальном прогревании, проращивании и протравливании клубней [2-5]. Причем пренебрежение каждым из этих приемов оборачивается существенным недобором урожая. Следует заметить, что уровень механизации вышеперечисленных операций также находится на недопустимо низком уровне.

**Условия, материалы и методы исследований.** Продолжительность яровизации семян картофеля по различным данным сильно отличается: от 15 до 25, а проращивания - до 40 дней [2-4]. Однако по нашим экспериментальным исследованиям 2011-17 гг., для прогрева до биологически необходимой температуры клубня, пробуждения от зимнего хранения в более низких температурах и начала роста глазков (рисунок 2) необходимо не менее 17-22 дня. По отдельным сортам наблюдается небольшое различие 3-5 дней [7].

Первоначально была проведена оценка различных хозяйственных построек ЛПХ и КФХ Приволжского региона на предмет тем-

пературной защищенности помещения для яровизации и проращивания. В результате ряда суточных измерений установлено, что в наземных не утепленных постройках (например, сенохранилище) с середины марта и в первой половине апреля к утру следующего дня температура внутри помещения уравнивается с наружной отрицательной. Аналогичная ситуация может быть в начале мая во время сильных заморозков. Поэтому при наибольшем удобстве загрузки и выгрузки таких помещений, яровизация семян картофеля в них возможна только в мае, причем с условием надежного утепления на ночь. Если же понижение температуры будет продолжаться несколько суток подряд, то потребуются обогрев помещения.

Поэтому наиболее приспособленным помещением для ранней яровизации картофеля является сенохранилище над действующим коровником или свинарником. По удобству работ по равномерному размещению, ворошению, увлажнению в ходе яровизации и выемки яровизированных клубней, на наш взгляд, наиболее соответствует конструкция мансардного типа (рисунок 1). Но основное преимущество указанного помещения – это стабильное поступление тепла снизу, из коровника, позволяющее поддерживать положительную температуру семян картофеля в пределах +3...5°C при даже долговременном понижении температуры (2-3 суток).

Для выяснения светового и температурного режима и влажности был выбран сеновал мансардного типа над коровником и птичником. Ко времени яровизации семян картофеля данный объект, как правило, разгружен на 80%, и есть возможность полностью убрать остатки грубых кормов, провести дезинфекцию.

Размеры мансарды (рисунок 1) следующие: полная ширина с учетом карнизов – 6,0 м; длина – 15 м; высота до подстропильной балки – 2,0 м; максимальная высота – 3,0 м. Перекрытие – из досок в 50...60 мм. Ежедневная выемка сена на корм скоту производится посе-

редине мансарды, и таким образом, есть возможность использовать большую площадь для яровизации. Следует учесть и то, что рабочая зона имеет высоту до 2,0 м, тем самым создается условие вполне комфортабельной работы по загрузке, переборке и выемке семян (рисунок 1) [8].

Снаружи мансарда (рисунок 1) обшита оцинкованным профнастилом С-9, имеет грузочный дверной проем с торца (для сена) размерами 2,0×2,0 м, четыре торцевых окна. Здание по длине расположено по направлению северо-восток – юго-запад. Имеющиеся нижние балки мансарды позволяют без особых затрат трансформировать перекрытие на отсеки, что важно при культивировании в хозяйстве нескольких сортов. При этом загрузка в переоборудованные отсеки возможна в 2-3 слоя с периодическим ворошением слоев. На рисунках 1 и 2 - укладка семян в среднем 1,5 слоя, что исключает периодическое ворошение семян и травмирование ростков. Также в этом случае обеспечивается лучшее искусственное увлажнение [8].

Задачей 2015-16 гг. было установление предельно ранних сроков начала яровизации, особенно для раннего картофеля с последующей ранней посадкой. Для этого с начала марта были начаты измерения суточной температуры внутри мансарды, однако только к 15.03.15 г. ночная температура стабилизировалась в пределах -1,2...-1,7°С, дневная +8,0...+10,0°С. Такой температурный режим позволяет начать яровизацию семян картофеля с условием укрытия в ночное время соломенными матами или другими строительными теплоизолирующими материалами. При этом температура в яровизируемом слое не опускается ниже +3,2°С [8].

Из современных синтетических строительных материалов наиболее подходящим является уплотнитель URSA размерами 1000×600×50 мм. Одна упаковка обеспечивает 6 м<sup>2</sup> площади. Именно две упаковки этого утеплителя обеспечили яровизацию семян картофеля в аномально холодную весну 2017 года. Поскольку сеновал изначально не был спроектирован для яровизации и проращивания картофеля, поэтому плотное размещение утеплителя с указанными размерами между подстропильными балками оказалось весьма затруднительным.

В 2012-15 гг. применялось укрытие картофеля в ночное время полиэтиленовой пленкой толщиной 120 мкм (на рисунке 1 на заднем плане изображена такая пленка). Однако к утру под пленкой наблюдалась конденсация влаги и её замерзание на пленке с внутренней стороны [7]. Влага, очевидно, поступала снизу из коровника со средой с повышенной влажностью. Укрытие старыми хлопчатобумажными материалами применялось в первые годы использования мансарды в качестве площадки для яровизации, при этом также наблюдалось увлажнение материала. Но за время использования мансарды (7-8 лет) не было ни одного случая промерзания семян картофеля. Также замечено, что при укрытии полиэтиленовой пленкой в два раза меньше потребуются периодическое увлажнение семян, чем при укрытии пористыми материалами.

**Анализ и обсуждение результатов.** При понижении температуры окружающей среды, дополнительный приток тепла к картофелю в ночное время обеспечивается снизу из коровника. При этом раскладка семян на карнизе мансарды исключается. Возможна укладка в переносные пластиковые ящики с перемещением в ночное время к центру мансарды.

Согласно данным [9] и последующим перерасчетом с использованием переводных коэффициентов [10] проведены расчеты количества выделяемого тепла за один час различными сельскохозяйственными животными, участвовавшими в эксперименте (таблица 1).

Анализ и перерасчет показывает [10], что указанная корова способна выделять тепло, приблизительно равное одному бытовому электрокалориферу:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 880 \text{ ккал.}$$

Аналогичное выделение тепла двух свиноматок с приплодом – 4,07 МДж. На экспериментах прежних лет тепло поступало на мансарду только через не плотности и щели в межэтажном перекрытии, но 2017 гг. ввиду аномальных понижений температуры вытяжной канал коровника был перекрыт, весь удаляемый из коровника поток воздуха был направлен на мансарду под укрытие семян картофеля для обогрева. Далее воздух удалялся вне мансарды, исключая тем самым образование слоя инея с внутренней стороны металлической крыши и её активной коррозии.

Таблица 1 – Выделение тепла сельскохозяйственными животными

| № | С.-х. животное          | Масса, кг | Выделяемое тепло, МДж/ч |
|---|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 1 | Корова с лактацией 20 л | 400       | 3,56                    |
| 2 | Овцы                    | 40        | 0,44                    |
| 3 | Свиноматки с приплодом  | 150       | 1,95                    |
|   |                         | 200       | 2,12                    |



Рисунок 1 – Общий вид мансарды с загруженным для яровизации картофелем (2014 г.)



Рисунок 2 – Яровизированный картофель (2014 г.)

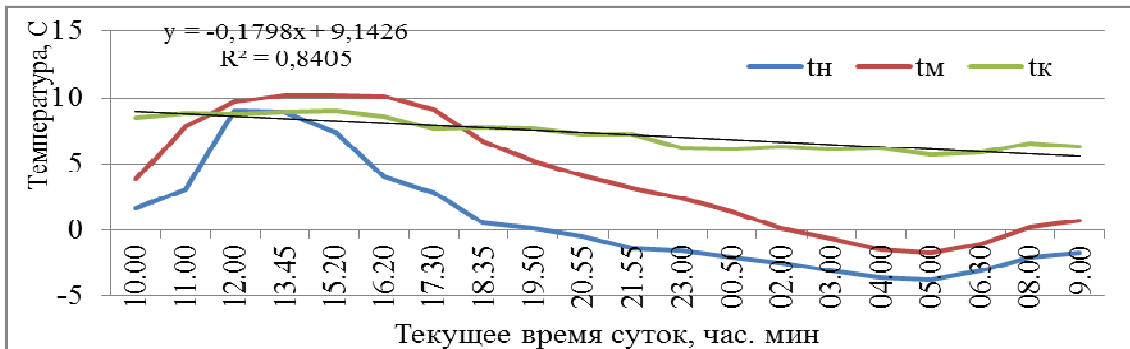


Рисунок 3 – Диаграммы суточного изменения температуры мансарды коровника (сеновала):  $t_n$  – снаружи мансарды;  $t_m$  – внутри мансарды;  $t_k$  – картофеля на глубине 5 мм.

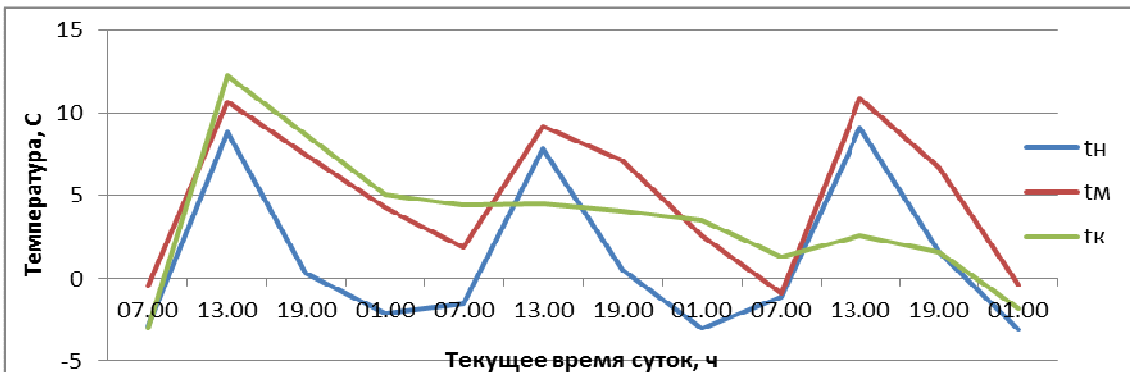


Рисунок 4 – Динамика изменения температуры на мансарде кормокухни в течение трех суток 15-17.03.15 г. с растопкой печи в первый день эксперимента (обозначения по рисунку 3).

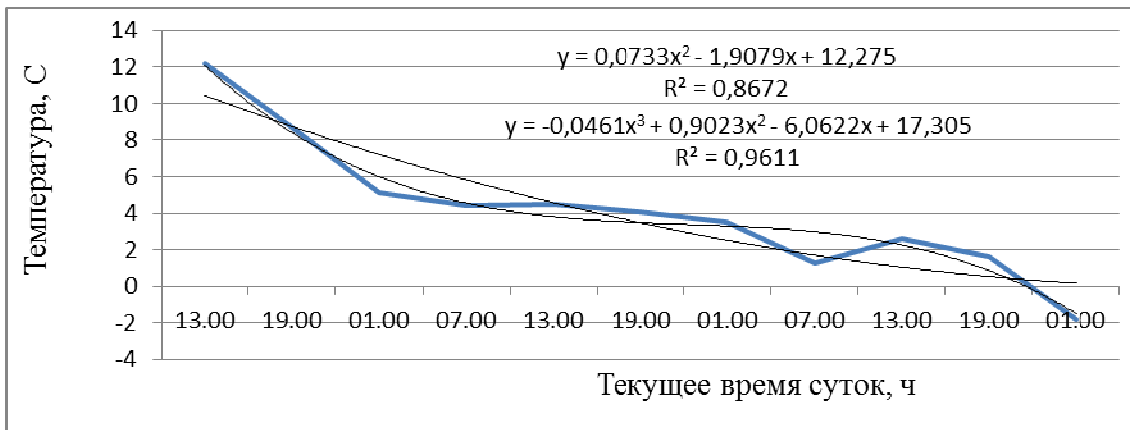


Рисунок 5 – Фрагмент диаграммы температуры клубня в течение трех суток на мансарде кормокухни

Полученные экспериментальные данные изменения температурного режима в виде диаграмм на сеновале над коровником представлены на рисунке 3. Очевидно, что предыдущий день был без заморозков и на графике начальная температура клубня выше, чем конечная на 2,5°C. График с достаточной достоверностью (84%) выражается линейным уравнением. Низкий коэффициент уравнения (0,179) показывает стабильность температурного режима клубня.

Исследование температурного режима яровизации картофеля на мансарде кормокухни в течение трех суток показывает синусоидальное суточное изменение температуры внутри мансарды, практически аналогичное изменению температуры вне мансарды, причем со снижением ночной температуры внутри мансарды, соответственно и снижению температуры клубня. Для более детального изучения снижения температуры клубня выделен фрагмент графика от 13.00 часов 15.03.15 г. по 01.00 часов 17.03.15 г. (рисунок 5), когда температура клубня понизилась до критического значения. Дальнейшее наблюдение прекращено ввиду потери смысла эксперимента.

Исследуемый фрагмент графика может быть представлен уравнением второго порядка с достоверностью 87,7% или третьего порядка с достоверностью 96,1%. В целом следует отметить, что в первые сутки после растопки печи наблюдается интенсивное снижение температуры клубня, на вторые сутки отмечается стабилизация температуры с незначительным снижением, на ночь третьих суток – рост снижения температуры до критического. Следовательно, при обогреве мансарды печью кормокухни необходима повторная растопка после полудня третьих суток. Следует отме-

тить, что тепло на мансарду поступало не только через потолочное перекрытие, но и от дымохода через мансарду. Этим фактом и объясняется резкий рост температуры как внутри мансарды, так и клубня.

Размеры мансарды коровника позволяют рассчитать максимальный объем яровизируемого картофеля за одну смену при укладке в три слоя – 10...12 м<sup>3</sup> (6,45...7,75 т), при укладке в два слоя – 7,0...7,5 м<sup>3</sup> (4,45...4,84 т). На мансарде кормокухни дополнительно возможна яровизация 2,5...3,0 т. Таким образом, при норме посадки 3,0...3,6 т/га вполне обеспечивается яровизированными семенами площадь в 3...3,5 гектаров. С учетом трех- или четырехпольного севооборота рассмотренные мансардные помещения приемлемы для ЛПХ и КФХ общей земельной площадью 10...12 га.

В настоящее время основным недостатком технологии является полумеханизированная загрузка на мансарду с помощью фронтального погрузчика и отсутствие каких-либо других средств механизации. Но с выгрузкой решение найдено – через торцовую загрузочную дверь сразу на транспортное средство.

**Выводы.** Таким образом, в условиях сельскохозяйственного мелкотоварного производства для предпосадочной подготовки семян картофеля наиболее подходящим помещением по температурному режиму и обеспечения влажности является сеновал мансардного типа над коровником. При этом конструкция мансарды обеспечивает наиболее приемлемые условия работы персонала за исключением ручной загрузки.

Рассмотренные мансардные помещения приемлемы для ЛПХ и КФХ общей земельной площадью 10...12 га.

#### Литература

1. Российский статистический ежегодник 2016. – М.: Росстат, 725 с.
2. Справочник агронома нечерноземной зоны/ В.С. Алексахова и др.; Под ред. Г.В. Гуляева. – М.: Агропромиздат 1990. -574 с.
3. Карманов С.Н. Урожай и качество картофеля/ С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. – М.: Россельхозиздат, 1988.-167 с.
4. Производство раннего картофеля в Нечерноземье/К.З Будин, А.И Кузнецов, И.М. Фомин, Н.В. Шабуров; Под ред. К.З. Будина. –Л.: Колос. Ленингр. Отд-ние, 1984.-239 с.
5. Rehfeld K. Das VorkeimenPflanzkartoffelnistnochimimmeraktuell/ Saat-pflanzgut. 1970, Jg 11 N.2 S.31. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/vyrashchivanie-rannego-kartofelya-v-tsentralnoi-yakutii#ixzz4wRXwd6jp>
6. Туболев С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля/ С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. – М.: Агрспас, 2010.-316 с.
7. Смирнов П.А. О механизации мелкотоварного производства /П.А. Смирнов, М.П. Смирнов //Картофель и овощи. – №4. – 2006. – С.20.
8. Смирнов П.А. Предпосадочная подготовка семян картофеля в условиях мелкотоварного производства / Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции //Под общ. Ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – С. 91-94.
9. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Под ред. М.И. Клецкина. – Т.3. – М.: Машиностроение, 1968. -587 с.
10. Кухлинг Х. Справочник по физике: Перевод с нем. – М.: Мир, 1982. -520 с.

**Сведения об авторах:**

Смирнов Петр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и комплексы», e-mail: smirnov\_p\_a@mail.ru.

Виеру Татьяна Павловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Математика, физика и информационные технологии», e-mail: stp78-06-2010@mail.ru.

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия.

**EXPERIMENTAL DATA OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN THE MANSARD TYPE SITES  
FOR THE VERNALIZATION OF POTATOES**

**Smirnov P.A., Vieru T.P.**

**Abstract.** The technology of vernalization of potatoes on the mansard structure sites, in particular, in the hayloft and fodder, is proposed for the conditions of agricultural small-scale production. The dimensions of the room, the experimental results of measurements of the daily temperature change and the ways of maintaining it, ensuring the necessary humidity are given. The date of the beginning of vernalization in the region is determined.

**Key words:** pre-plant preparation of potatoes, vernalization of potatoes, temperature regime of vernalization, dynamics of attic temperature.

**References**

1. *Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik 2016*. [Russian statistical yearbook 2016]. – М.: Rosstat, P. 725.
2. *Spravochnik agronoma nechernozemnoy zony*. [Directory of agronomists of the non-chernozem zone]. / V.S. Aleksashova and others; edited by G.V. Gulyaev. – М.: Agropromizdat 1990. –P. 574.
3. Karmanov S.N. *Urozhay i kachestvo kartofelya*. [Harvest and potato quality]. / S.N. Karmanov, V.P. Kiryukhin, A.V. Korshunov. – М.: Rosselkhozizdat, 1988. – P. 167.
4. *Proizvodstvo rannego kartofelya v Nechernozeme*. [Production of early potatoes in the Non-chernozem region]. / K.Z. Budin, A.I. Kuznetsov, I.M. Fomin, N.V. Shaburov; edited by K.Z. Budin. – L.: Kolos. Leningr. Otd-nie, 1984. – P. 239.
5. Rehfeld K. Das VorkeimenPflanzkartoffelnistochimmeraktuell/ Saat-pflanzgut. 1970, Jg 11 H.2 S.31. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/vyrashchivanie-rannego-kartofelya-v-tsentralnoi-yakutii#ixzz4wRXwd6jpp>
6. Tubolev S.S. *Mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya proizvodstva kartofelya*. [Machine technology and technology for potato production]. / S.S. Tubolev, S.I. Shelomentsev, K.A. Pshechenkov, V.N. Zeyruk. – М.: Agrosplas, 2010. – P. 316.
7. Smirnov P.A. *On the mechanization of small-scale production*. [O mekhanizatsii melkotovarnogo proizvodstva]. / P.A. Smirnov, M.P. Smirnov // Kartofel i ovoschi. - Potatoes and vegetables. - №4. М., 2006. – P. 20.
8. Smirnov P.A. *Predposadochnaya podgotovka semyan kartofelya v usloviyakh melkotovarnogo proizvodstva. / Selskokhozyaystvennye nauki i agropromyshlenny kompleks na rubezhe vekov: sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. (Presowing preparation of potato seeds in small-scale production. / Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century: a collection of proceedings of IX International Scientific and Practical Conference). // Edited by S.S. Chernov. – Novosibirsk: Izdatelstvo TSRNS, 2015. – P. 91-94.
9. *Spravochnik konstruktora selskokhozyaystvennykh mashin*. [Reference book of the designer of agricultural machines]. Edited by M.I. Kletskin. Vol. 3. - М.: Mashinostroenie, 1968. – P. 587.
10. Kuchling Kh. *Spravochnik po fizike: perevod s nem*. [Handbook of physics: translated from German]. – М.: Mir, 1982. – P. 520.

**Authors:**

Smirnov Petr Alekseevich – Ph.D. of Technical sciences, associate professor of Transport-technological machines and complexes department, e-mail: smirnov\_p\_a@mail.ru

Vieru Tatyana Pavlovna – Ph.D. of Agricultural sciences, associate professor of Mathematics, Physics and Information technology Department, e-mail: stp78-06-2010@mail.ru

Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Chuvash Republic, Russia.