



Мичуринский государственный
аграрный университет
Staatliche Agraruniversität
Mitschurinsk

***Verbesserung der Obst – und Beerenqualität
durch Intensivierung der Vorkühlung***

Zavrashnov, A.I, Khayrutdinov, Z.N, Mitrohin, M.A., Kühne, M.

Quelle: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:kt1-954>

Autoren :

A.I. Zavrazhnov, Professor, Doktor der techn. Wiss.; Z.N. Khayrutdinov, Oberlektor, Kandidat der e/w Wiss.;

M.A. Mitrohin, Dozent, Kandidat der e/w Wiss.

Föderale staatliche Lehranstalt für Berufshochschulbildung „ Staatliche Agraruniversität Mitschurinsk “, Mitschurinsk — Wissenschaftsstadt, RF, Russland

Email: zamir_62@mail.ru,

M. Kühne, Lehrkraft, Hochschule Anhalt

Schlüsselwörter: Technologie der Beerenlagerung, Methoden der Beerenvorkühlung; Früchte der Gartenerdbeere, der roten und schwarzen Johannisbeere.

„Improving the Quality of fruits and berries due to the intensification pre-cooling”

Zusammenfassung

Um den Aufwand für die Beerenlagerung zu senken und die Erzeugnisqualität zu verbessern, wurde eine neue Technologie der Beerenlagerung durch Intensivierung der Vorkühlung ausgearbeitet. Das erlaubt, den Zeitraum für die Bereitstellung von frischen Früchten für die menschliche Ernährung zu verlängern.

Als methodische Forschungsgrundlagen dienten Systemeinstellung und mathematisches und physisches Modellieren. Im Prozess der theoretischen Forschungen wurden Methoden der mathematischen Analyse, Theorien komplizierter Systeme, Wärmemasseübertragung und Methoden von mathematischen und Computermodellen gewählt. Die experimentellen Forschungen wurden in Übereinstimmung mit den üblichen Planungsmethoden des Multifaktorenexperiments durchgeführt. Dabei wurden die gültigen GOST (staatliche russische Standards) und OST (Zweigstandards), eigene Methoden und Laborforschungen, standardisierte Kontrollmessgeräte und Automaten sowie Computertechnik und die eigene Laboranlage angewendet.

Die Forschungen wurden 2009-2013 in der FSBL der BHB (Föderale staatliche Budgetlehranstalt für Berufshochschulbildung) „Staatliche Agraruniversität Mitschurinsk“ durchgeführt, entsprechend den Programmen der grundlegenden und angewandten Forschungen für die wissenschaftliche Sicherstellung der Entwicklung des Agrarproduktionskomplexes der Russischen Föderation 2006-2010 und 2011-2015 und gemäß den Plänen der wissenschaftlichen Forschungen an der Universität im Lehrstuhl für Mechanisierung der Produktion und Sicherheit technologischer Prozesse, den GOST 15101-98 „Regeln für die Durchführung der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten“, den GOST P 50419 -92 (ISO 2169 – 81) „Obst und Gemüse, Physikalische Lagerungsbedingungen in den Kühllagerräumen“. Als weitere Standards wurden angewendet: „Die Bestimmung von Begriffen und Messungen“ GOST P 50520-93 (ISO 6665-83) „Erdbeere, Handbuch für die Lagerung in Kühlräumen“, (Sanitärregeln und Normen) 42-123-4117-86 „Bedingungen und Lagerungsfristen für besonders schnell verderbende Lebensmittel“, SR und N 2.3.5.021-94 „Sanitätsregeln für die Betriebe des Lebensmittelhandels“.

Der Bedarf der Bevölkerung an Beeren in unserem Land steigt immer mehr, es mangelt aber an Mitteln, die die Lagerfähigkeit dieser Erzeugnisse gewährleisten. Um die physiologisch-biochemischen Prozesse zu hemmen, der Entwicklung phytopathogener Mikroorganismen vorzubeugen und Feuchtigkeitsverluste der Beeren nach der Ernte zu mindern, ist es notwendig, sie schnell und in guter Qualität zu kühlen. Die Beerenvorkühlung ist das erste und ein sehr wichtiges Glied in der Kühlungskette der Erzeugnisse bis zum Verbraucher. Das Fehlen oder die Verzögerung der Vorkühlung der Beeren schließt die Möglichkeit einer kurzfristigen Lagerung aus und verstärkt die Entwicklung verschiedener physiologischer Krankheiten. Aufgabe der Vorkühlung ist es, die Wechselwirkungen in den Beeren zu hemmen. Die Vorkühlungsgeschwindigkeit der Früchte hängt von ihrer Art ab. Beeren, deren Erntereife mit der Genussreife zusammenfällt oder die in verhältnismäßig kurzer Zeit vorher abreifen, sind in speziellen Räumen im Laufe von 1-5 Stunden bis zur Lagerungstemperatur vor zu kühlen. Nicht bei allen Arten der Beerenvorkühlung lassen sich dabei ihre Lagerungsfristen verlängern unter Beibehaltung von guter Qualität und Nährwert. Die existierenden Arten der Beerenvorkühlung und die sie gewährleistenden technischen Mittel sind nur den Großproduzenten der Obst – und Beerenerzeugnisse zugänglich. In kleinen Bauernbetrieben sind Verluste bei der Lagerung bis heute groß. Solche Betriebe brauchen kompakte Einrichtungen und sparsame Technologien.

Die Anwendung der Vorkühlung erlaubt es, den Zeitraum der Bereitstellung frischer Beeren für die menschliche Ernährung zu verlängern.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Steigerung der Obst– und Beerenqualität und die Verlängerung der Lagerungsdauer durch Intensivierung der Vorkühlung zu erreichen.

Für die Durchführung der experimentellen Forschungen wurden Methoden auf der Grundlage der Planungsmethoden für das Multifaktorenexperiment ausgearbeitet. Je nach Entwicklungsstufe der Arbeiten, wurden für diese Zwecke speziell entwickelte Modell- und Laborforschungsanlagen genutzt.

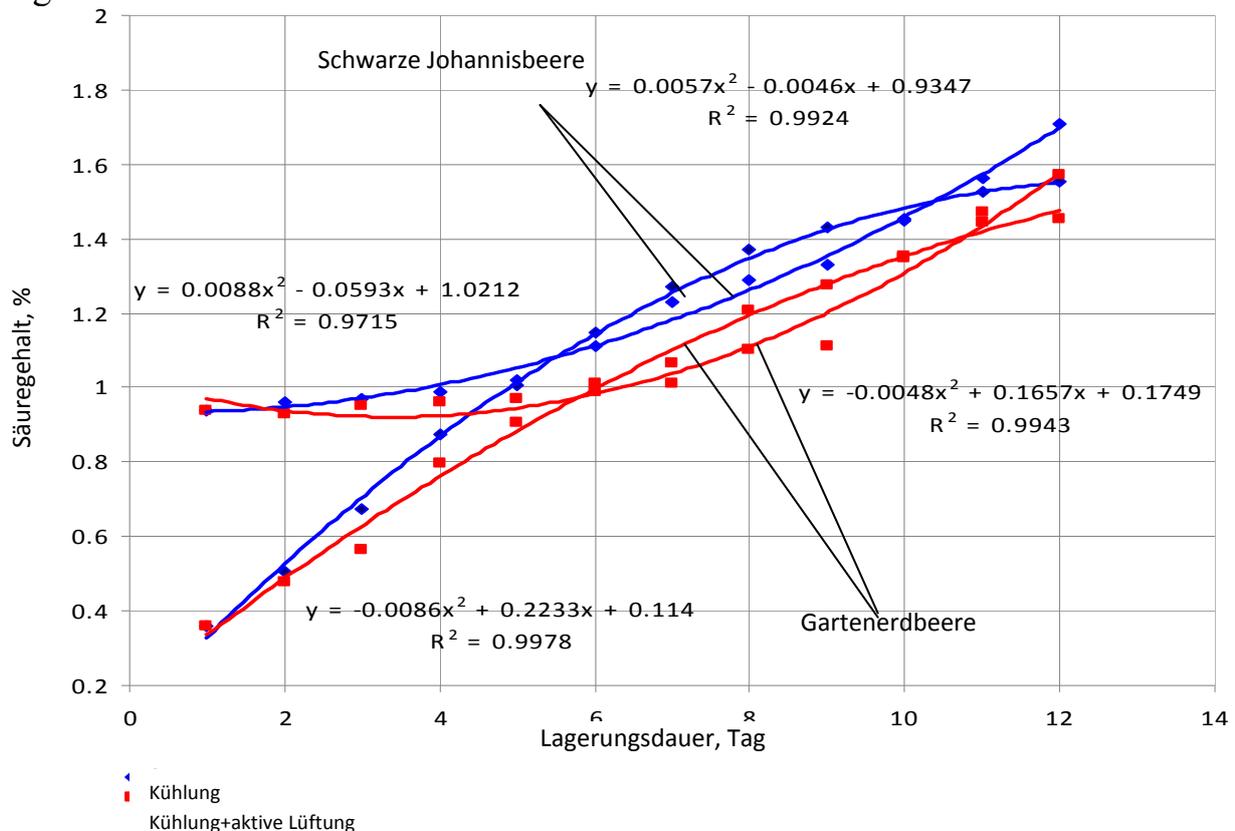
Ausgangsbedingungen: Beeren – Erdbeere, rote und schwarze Johannisbeere; Verpackung – kleinzellig, aus Plastik 400x250x150mm, Beerenschichtdicke in der Verpackung – bis 150mm; Beerenmittengewicht in der Verpackung – 3650g, Art der Vorkühlung und Beerenerlagerung – Luftkühlung + aktive Lüftung, Beeren temperatur im Moment der Einlagerung in den Kühlraum - $t_B = +26,6$ °C; Lufttemperatur im Kühlraum vor der Einlagerung - $t_L = +19,6$ °C; Berechnungszeit der Beerenvorkühlung - $T=60$ Min (bis zur Temperatur der Lagerung); Anfangsluftfeuchtigkeit im Kühlraum vor der Beereneinlagerung - $W_L = 85\%$, Beerenfeuchtigkeit im Moment der Beladung - $W_B=95\%$, Geschwindigkeit der Luftbewegung im Kühlraum - $V= 2-8$ m/sek.

Es wurden zwei Arten der Beerenvorkühlung verglichen: „ Kühlung “ und „ Kühlung + aktive Lüftung“ und dabei wurde der Einfluss auf den Beerenzustand im Laufe der ganzen Lagerungszeitspanne erforscht. Im Untersuchungszeitraum wurde eine systematisierte biochemische Analyse des Beerenzustandes im Verlauf der

Vorkühlung und Lagerung durchgeführt. Hauptaufgabe dabei war die Senkung der physiologischen Beerenaktivität. Als Ergebnis wurden folgende Angaben der durchgeführten Versuche erhalten und daraus Schlussfolgerungen gezogen [2].

In der Anfangsperiode der Kühlung wird der Atmungsprozess bei den Beeren intensiviert, die Feuchtigkeitsverdunstung steigt an, die Zellsaftkonzentration wird erhöht. Bei der Lagerungsart für Gartenerdbeere „Kühlung + aktive Lüftung“ war der Säuregehalt nach dem Lagerungsabschluss im Kühlraum um 0,45% niedriger als bei der Lagerungsart „Kühlung“, bei schwarzer Johannisbeere waren es 0,25%, Zeichnung 1.

Nach der Beerenvorkühlung wird eine sekundäre Stoffsynthese in den Zellen beobachtet. Stärke zerfällt in die Zuckerarten die aktiv für die Beerenatmung aufgebraucht werden.

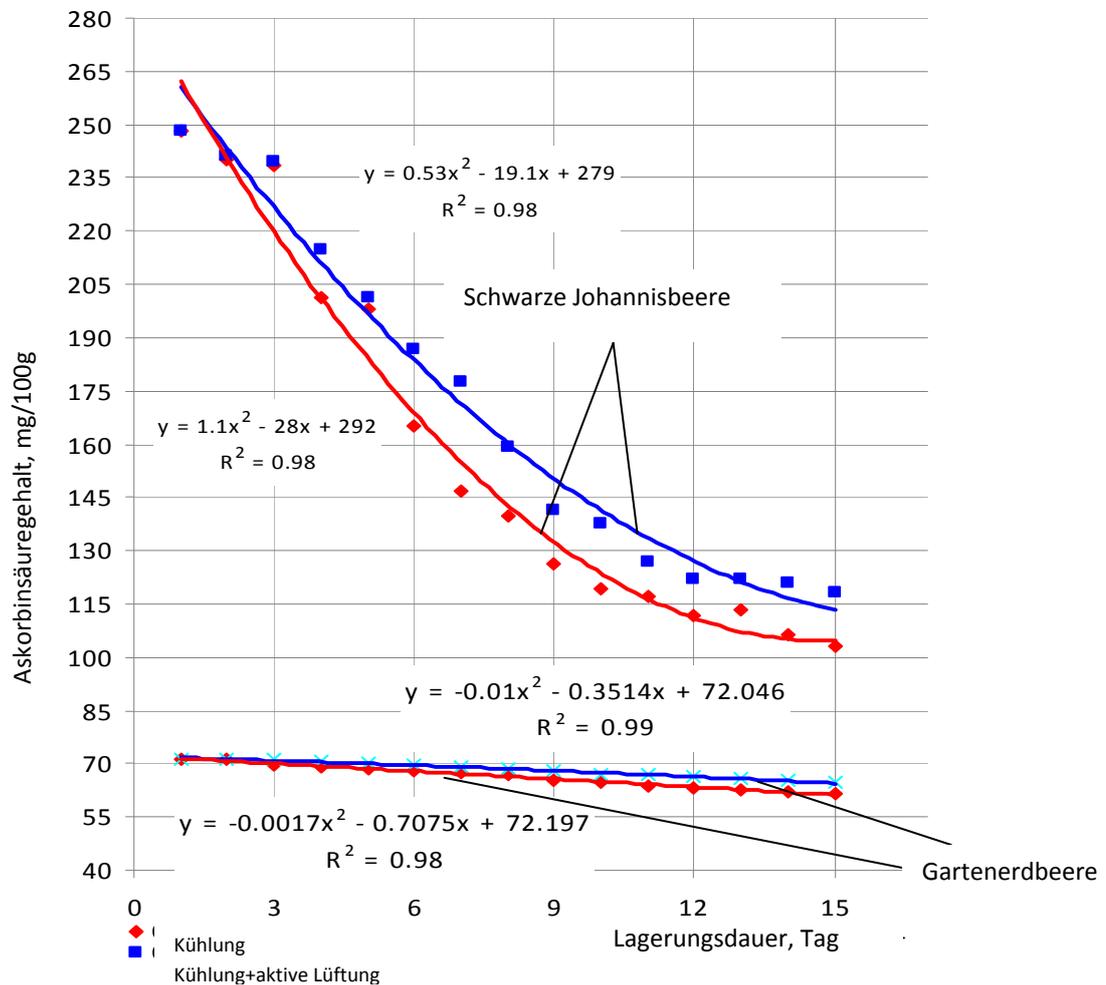


Zeichnung 1 – Abhängigkeit des Säuregehaltes in den Früchten der Gartenbeeren und schwarzen Johannisbeeren von den Arten der Vorkühlung

Durch die Senkung der Feuchtigkeit des Materials während der Lagerung im Kühlraum stieg der Trockensubstanzgehalt an. Bei der Lagerungsart für Gartenerdbeeren „Kühlung + aktive Lüftung“ war der Trockensubstanzgehalt nach Beendigung der Lagerzeit im Kühlraum höher als bei der Lagerungsart „Kühlung“ (Gartenerdbeere um 1%, schwarze Johannisbeere um 0,35%).

Die extremen Bedingungen, die im Kühlraum herrschen, fordern von den Beeren einen zusätzlichen Verbrauch von Schutzstoffen – Antioxidantien, darunter Ascorbinsäure. Bei der Lagerung mit aktiver Lüftung war der Ascorbinsäuregehalt am Ende der Lagerung höher als bei der Lagerung mit Kühlung ohne aktive Lüftung

(Gartenerdbeere um 5 mg/100g, schwarze Johannisbeere um 11 mg/100g), Zeichnung 2.



Zeichnung 2 - Abhängigkeit des Ascorbinsäuregehaltes in den Früchten der Gartenbeeren und schwarzen Johannisbeeren von den Arten der Vorkühlung

Während der ganzen Lagerungszeit im Kühlraum wurde ein kontinuierlicher Abfall des Gesamtzuckergehaltes auf Grund der Atmung der Früchte und Verbrauch für andere energetische Prozesse beobachtet.

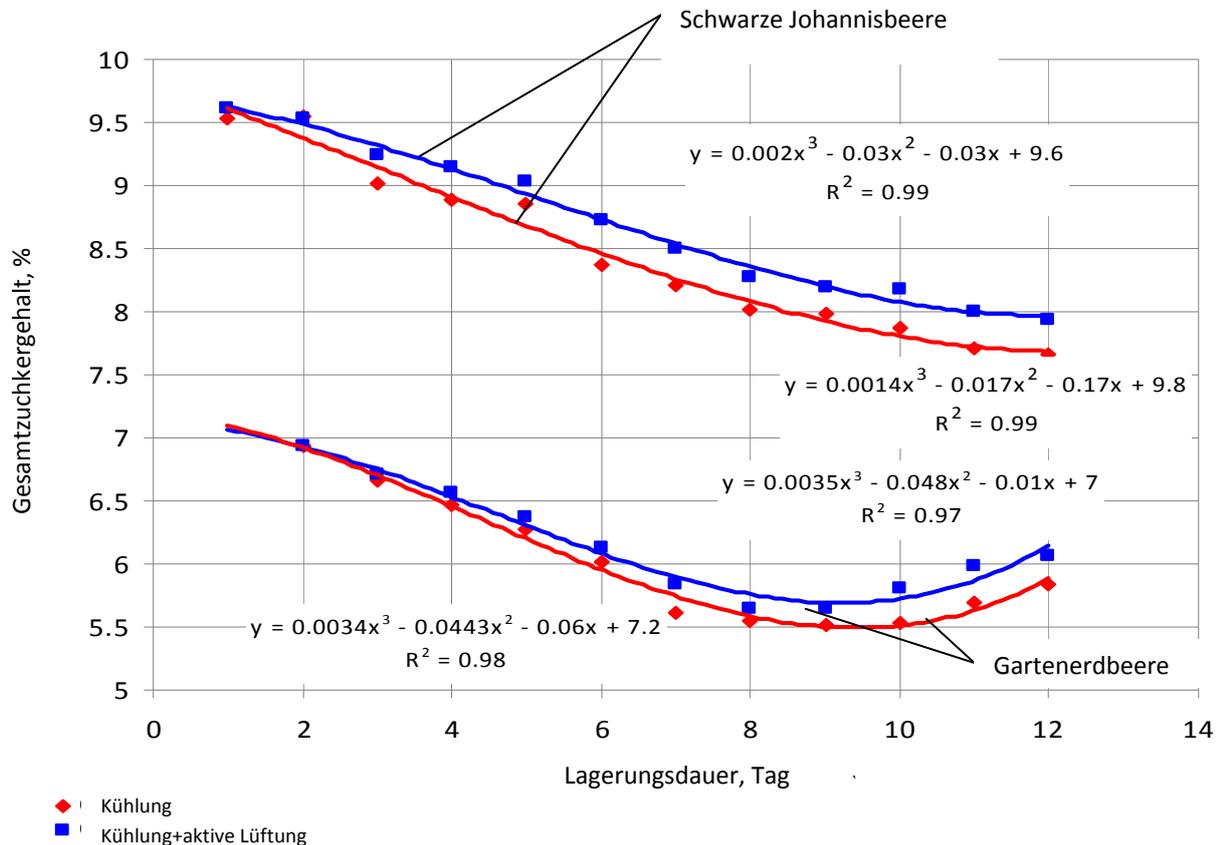
Bei der Methode “Kühlung + aktive Lüftung” für Gartenerdbeeren war der Gesamtzuckergehalt in den Beeren nach Beendigung der Aufbewahrung im Lagerraum höher, als beim Lagerungsverfahren “Kühlung” (Gartenerdbeere – um 0,4%, schwarze Johannisbeere – um 0,3%), Zeichnung 3.

Die Vorkühlung der Früchte wurde bei den experimentellen Forschungen als kurzzeitiger Prozess mit nachfolgender Einhaltung des Arbeitsregimes in der Kühlraumlagerung betrachtet.

Als Ergebnis der Versuche wurde festgestellt, dass eine 60 minütige Vorkühlung zweckmäßig ist. Die Fruchtqualität bleibt dann bei der weiteren Lagerung für die maximal mögliche Zeit erhalten.

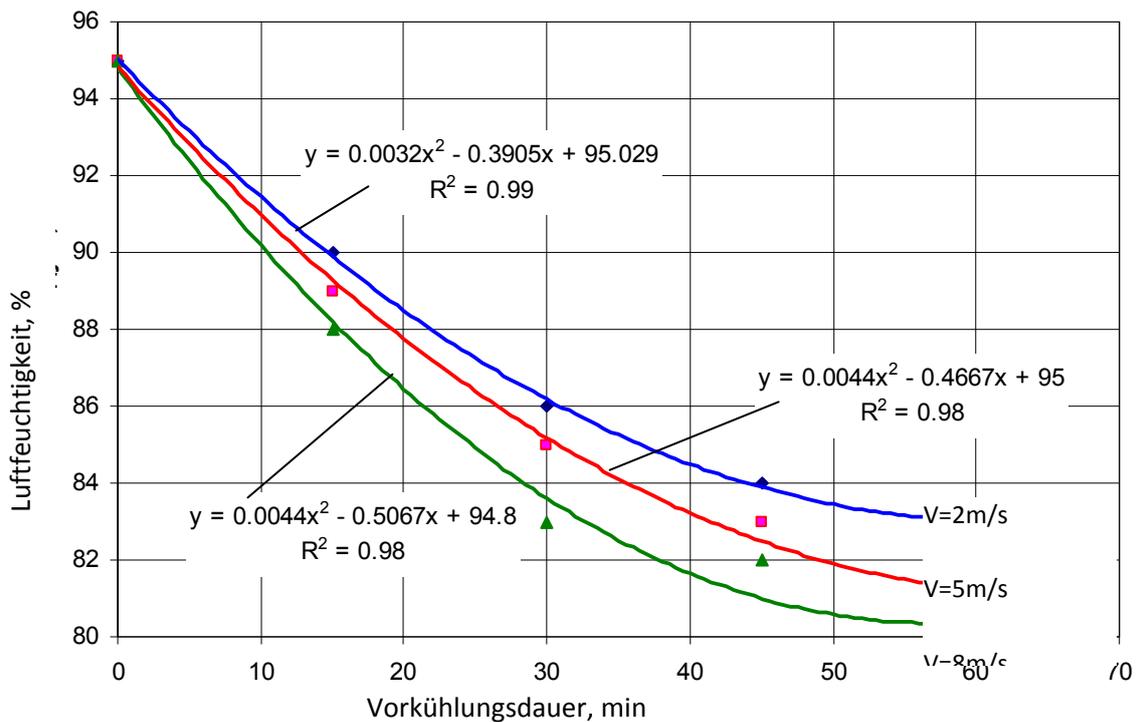
Betrachten wir die Veränderungen der Milieu – und Beerenkennziffern im Vorkühlungsraum im Verlauf der ersten 60 Minuten:

Die Analyse der Forschungsergebnisse zeigt, dass im Laufe der ersten 60 Minuten der Vorkühlung die Lufttemperatur im Lagerungsraum von +19,6 °C auf +1,1°C gesunken ist, d.h.; die Temperatur des Arbeitsregimes für Gartenbeerenlagerung wurde in diesem Zeitraum erreicht. Bei der aktiven Lüftung sinkt die Beerentemperatur um 15 Minuten schneller als ohne Lüftung.



Zeichnung 3 – Abhängigkeit des Gesamtzuckergehaltes in den Früchten der Gartenbeeren und schwarzen Johannisbeeren von den Arten der Vorkühlung

Für die Bestimmung des Einflusses der Abkühlungsdauer von Gartenerdbeeren auf die Luftfeuchtigkeit im Lagerungsraum wurde eine Graphik erstellt, Zeichnung 4.



Zeichnung 4 – Abhängigkeit der Luftfeuchtigkeit im Lagerungsraum von der Zeit der Vorkühlung der Gartenerdbeere und schwarzen Johannisbeeren bei den verschiedenen Geschwindigkeiten der Luftbewegung

Die Analyse der graphischen Abhängigkeit zeigt, dass die Luftfeuchtigkeit im Lagerungsraum im Laufe von 60 Min. bei einer Geschwindigkeit der Luftbewegung von $V=2\text{m/s}$ von 95% auf 83%, bei $V=5\text{ m/s}$ von 95% auf 81,5% und bei $V=8\text{ m/s}$ von 95% auf 80,5% gesunken ist. Daraus kann man schließen, dass je höher die Luftgeschwindigkeit im Lagerungsraum ist, desto niedriger ist die Luftfeuchtigkeit im Verlauf der Vorkühlung der Gartenerdbeere.

Es wurde festgestellt, dass die Erhöhung der Luftgeschwindigkeit zur Intensivierung des Vorkühlungsverlaufs führt.

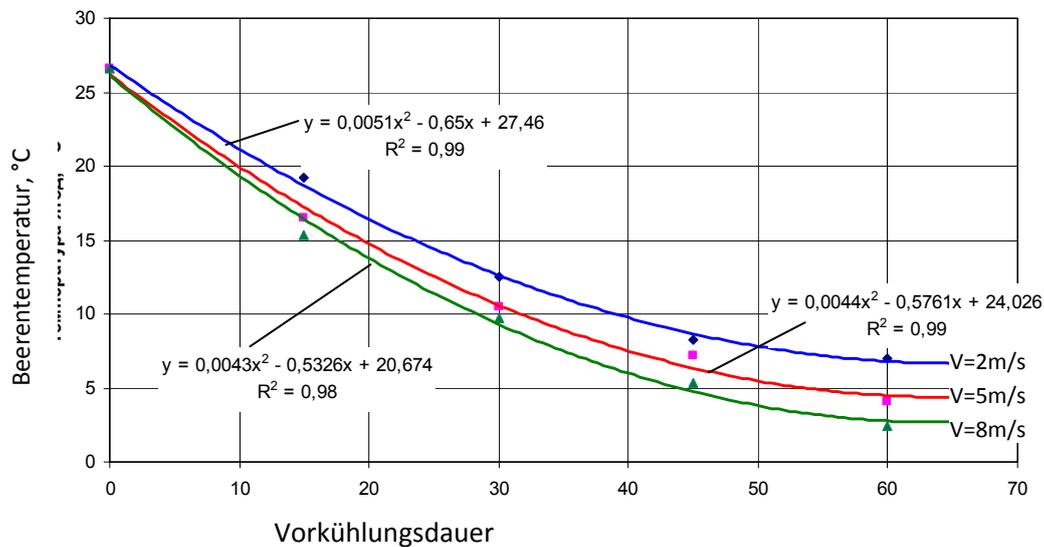
Innerhalb von 60 Minuten Vorkühlung bei $V=2\text{ m/s}$ ist die Lufttemperatur im Lagerungsraum von $+19,6^\circ\text{C}$ auf $+1,1^\circ\text{C}$ langsamer gesunken, als bei $V=5\text{ m/s}$ und 8 m/s . Die Versuche haben gezeigt, dass sich eine Luftgeschwindigkeit von 8m/s innerhalb der Kammer als die beste erwiesen hat.

Der Kühlprozess ist im Zeitintervall von 0 bis 40 Minuten am intensivsten. Das ist mit aktiverer Wärmeabfuhr aus dem Produkt und ihrer Weitergabe in die Atmosphäre verbunden. Im Zeitabschnitt von 40 bis 60 Minuten nähert sich die Temperatur allmählich der Temperatur des Lagerregimes an. Eine weitere Kühlung ist unzumutbar und führt zu Mehrausgaben bei der Elektroenergie.

Mit der Erhöhung der Luftgeschwindigkeit und mit der Verringerung der Luftfeuchtigkeit im Lagerungsraum wurde die Beertemperatur von $+26,6\text{ }^\circ\text{C}$ auf $+14,5\text{ }^\circ\text{C}$ gesenkt. Eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit der Luftbewegung führt zur Senkung der Luftfeuchtigkeit im Raum. Das bedeutet einen heftigen Abfall der Beertemperatur. Es wurde im Verlauf der Forschung festgestellt, daß die

optimale Feuchtigkeit 90% beträgt.

Der Einfluss der Kühlungsdauer der Erdbeere auf die Temperatur der Früchte bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten ist in Zeichnung 5 dargestellt.



Zeichnung 5 – Abhängigkeit der Gartenerdbeerentemperatur von der Vorkühlungsdauer bei den verschiedenen Luftbewegungsgeschwindigkeiten

Die Analyse der Abhängigkeit der Kühlungsdauer der Gartenerdbeere von der Geschwindigkeit der Luftbewegung zeigt, dass in den 60 Minuten Vorkühlung die Beerentemperatur bei V=2 m/s von +26,6 °C auf +1,1 °C langsamer sinkt, als bei V= 5 m/s und V= 8 m/s. Darum ist es für die Verlaufsbeschleunigung zweckmäßig, die Luftgeschwindigkeit bis 8 m/s zu erhöhen.(Abb.5)

Auf der Grundlage der Forschungsergebnisse kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Analyse der einheimischen und ausländischen Forschungen zeigt, dass für die Verlustverminderung nach der Ernte die Beeren in kürzester Zeit zu kühlen sind. Die schnelle und qualitative Beerenvorkühlung ist die dringendste Aufgabe für die Produzenten solcher schnell verderbender Erzeugnisse.

2. Die Effektivität der Beerenlagerung hängt von den Hauptregimekennziffern der Vorkühlung ab. Es wurde festgestellt, dass folgende Kennziffern den größten Einfluss auf den Vorkühlungsverlauf ausüben: Anfangslufttemperatur im Lagerungsraum t_L (°C), Geschwindigkeit der Luftbewegung V(m/s), Feuchtigkeit der sich im Lagerungsraum bewegendenden Luft W_L (%), Temperatur t_B (°C) und Beerenfeuchtigkeit W_B (%).

3. Das optimale Verlaufsregime der Beerenvorkühlung ist: für Gartenerdbeere-Temperatur der kühlenden Luft: +1,1°C; Luftfeuchtigkeit: 90%; mittlere Luftgeschwindigkeit: 8 m/s; Kühlungsdauer: 60 Minuten; für schwarze und rote Johannisbeere: Temperatur der kühlenden Luft: +1,0 °C, Luftfeuchtigkeit: 95%, mittlere Luftgeschwindigkeit: 8 m/s; Kühlungsdauer: 60 Minuten. Dabei wird die Beerentemperatur von +2°C bis +4°C schwanken, was den Forderungen der

staatlichen Standarten (GOST) entspricht.

4. Es wurde die Wechselwirkung zwischen der Atmungsintensität und dem Saccharosegehalt in den Beeren gezeigt. Der Gehalt der löslichen Trockensubstanz steigt durch die Verringerung der Feuchtigkeit des Materials.

Der Vitamin-C-Gehalt bleibt bei der Intensivierung des Vorkühlungsprozesses praktisch unverändert.

Das vorgeschlagene Vorkühlungsverfahren erlaubt, die Früchte der Gartenerdbeere 10 Tage (empfohlen - 7 Tage) und schwarze Johannisbeere 14 Tage (empfohlen - 12 Tage) zu lagern. Dabei bleiben die Warenkennziffern und der Nährwert der Beeren gut erhalten.

5. Bei dem Lagerungsverfahren „Kühlung“ betrug der Befall der Gartenerdbeere mit Grauschimmel im Laufe von 10 Tagen 19% von der Gesamtmasse und bei dem Lagerungsverfahren „Kühlung + aktive Lüftung“ – 9-10 %, also zweimal weniger. Der Befall der schwarzen Johannisbeere mit Grauschimmel betrug im Laufe von 14 Tagen - 16% beim Lagerungsverfahren "Kühlung" und 9% beim Lagerungsverfahren "Kühlung + aktive Lüftung".

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen dienen als Grundlage für die Vervollkommnung der existierenden und für die Ausarbeitung von neuen Vorkühlungsverfahren für Beeren, für die Berechnung neuer optimaler Arbeitsregime für Vorkühlung und Lagerung von Beerenfrüchten.

Literaturverzeichnis:

1. Khayrutdinov Z.N. Experimentelle Kühlanlage für die Erforschung der Lagerung von Obst- und Beerenfrüchten /A.I. Zavrazhnov, Z.N. Khayrutdinov// "Zeitschrift der Staatlichen Agraruniversität Mitschurinsk", wissenschaftliche Betriebszeitschrift. -2010.-№2-S.139-140.

2. Khayrutdinov Z.N. Die Vervollkommnung der Lagerungstechnologie der Beerenfrüchte durch Intensivierung des Kühlungsverlaufs /Z.N. Khayrutdinov// "Zeitschrift der Staatlichen Agraruniversität Mitschurinsk", wissenschaftliche Betriebszeitschrift. -2011-№1-S. 244-245

3. Khayrutdinov Z.N. Die Anwendung der experimentellen Kühlanlage für die Erforschung der Lagerung von Obst- und Beerenfrüchten/ A.I. Zavrazhnov, Z.N. Khayrutdinov// Innovationstechnologien der Erzeugung, Lagerung und Verarbeitung der Obst- und Beerenfrüchte: Materialien der allrussischen wissenschaftlichpraktischen Konferenz, die 4. Allrussische Ausstellung "Tag des Gartenbauers-2009"-Mitschurinsk- Wissenschaftsstadt RF.-2009-S. 124-125

4. Khayrutdinov Z.N. Klassifikation der modernen Bearbeitungs- und Lagerungstechnologien der Obst- und Beerenfrüchte und der sie gewährleistenden technischen Mittel/ A.I. Zavrazhnov, Z.N. Khayrutdinov// Innovationstechnologien der Erzeugung, Lagerung und Verarbeitung der Obst- und Beerenfrüchte : Materialien der allrussischen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, die 7. Allrussische Ausstellung "Tag des Gartenbauers -2012."-Mitschurinsk-Wissenschaftsstadt RF-2012.-S.124-125.