



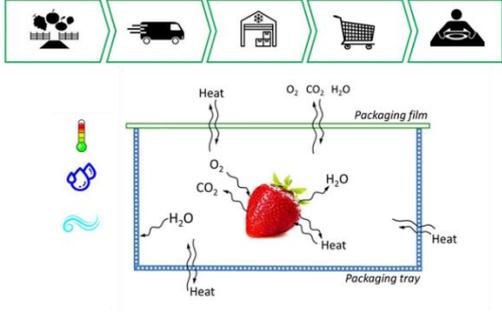
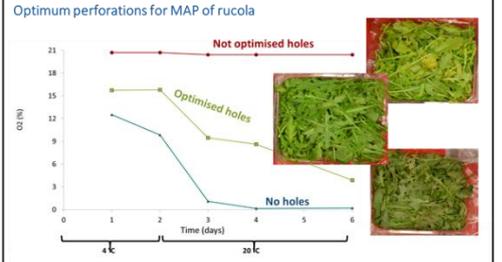
Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

FreshPack

Mathematische Modellierung der Verpackung, Lagerung und Lieferkette von Frischprodukten

Land/ Länder	Deutschland und Iran
Fördernde Organisation	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – BMEL
Projektträger	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE
Koordinator	Dr. Pramod Mahajan
Partner	Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB), Potsdam Universität von Täbris, Täbris, Iran
Projektbudget	
Projektlaufzeit	3 Jahre (2018-2020 & 2021-2022)
Schlagwörter	FrISChe Produkte, Verpackung, Lagerung, Modellierung, Haltbarkeit

Hintergrundinformationen	<p>Ein großer Teil des jährlichen Lebensmittelverlusts, etwa 45 %, stammt von frischen Gartenbauprodukten, von denen die meisten leicht verderblich sind. Frisches Obst und Gemüse verliert nach der Ernte aufgrund ihres physiologischen Verhaltens, einschließlich Atmung und Transpiration, kontinuierlich an Qualität. Die Atmung verursacht Alterung, Festigkeitsverlust und oxidativen Massenverlust von frischen Produkten. Die Hauptfaktoren, die die Atmungsrate beeinflussen, sind Temperatur und Gaszusammensetzung in der Umgebung der frischen Produkte. Die Temperatur steht in direktem Zusammenhang mit der Atemfrequenz. Niedrige O₂- und hohe CO₂-Konzentration in der Umgebung des Produkts können die Atemfrequenz verringern. Frische Produkte haben auch einen hohen Feuchtigkeitsgehalt im intrazellulären Raum und verlieren daher Wasser durch Transpiration. Die Transpiration wird durch ein Dampfdruckdefizit zwischen Produktoberfläche und Kopfraum angetrieben. Wasserverlust ist eine der Hauptursachen für den kommerziellen und physiologischen Verderb von Frischprodukten in Form von Welken, Schrumpfen und abnehmender Steifheit, Prallheit und Saftigkeit. Wenn die frischen Produkte einer Atmosphäre mit hoher Luftfeuchtigkeit ausgesetzt werden, kann der Feuchtigkeitsverlust kontrolliert und die Qualität bewahrt werden. Die gewünschte Atmosphäre kann durch aktive Steuerung der Gaszusammensetzung und Feuchtigkeit in der Lageratmosphäre (kontrollierte Atmosphäre) oder durch Verpackung der frischen Produkte erreicht werden, so dass die gewünschte Gaszusammensetzung und hohe Feuchtigkeit passiv durch Wechselwirkung mit Atmung und Transpiration von Frischprodukten erreicht werden produzieren.</p> <p>Die richtige Einstellung der Umgebungsbedingungen der frischen Produkte wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Gaszusammensetzung spielen eine wichtige Rolle bei der Reduzierung der Stoffwechselaktivität und damit der Erhaltung der Qualität und Verlängerung der Haltbarkeit frischer Produkte. Verpackungen stellen eine zusätzliche Barriere dar, die im komplexen Zusammenspiel mit Atmung und Transpiration zu einer anderen Gaszusammensetzung und Feuchtigkeit als die Umgebung führen kann. Mehr Komplexität entsteht, wenn Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit innerhalb der Lieferkette, also von der Ernte bis zum Verbrauch, schwanken. Darüber hinaus führen natürliche Schwankungen zwischen den einzelnen Früchten oder Gemüsen selbst bei gleicher Sorte, Anbau, Anbau und Verarbeitung zu einer zusätzlichen Unsicherheit.</p>
Projektziel	<p>Das Kernziel dieses Projekts war die Modellierung dieser komplexen Interaktion zur Vorhersage der Haltbarkeit und Optimierung der Lieferkette zur Verlängerung der Haltbarkeit. Dazu wurde mit mathematischer Modellierung das physiologische Verhalten von Frischprodukten in Abhängigkeit von Umgebungsvariablen wie Temperatur, Gaszusammensetzung und relativer Luftfeuchtigkeit simuliert. Auch die Barriereigenschaften von Verpackungsfolien und das physikalische Verhalten aktiver</p>

	<p>Verpackungsmaterialien wie Feuchtigkeitsabsorber wurden in die Modellierung integriert. Darüber hinaus wurden Qualitätsänderungen modelliert und verwendet, um die Haltbarkeit von Frischprodukten unter gegebenen Lieferkettenbedingungen vorherzusagen. Das mathematische Modellierungssystem wurde auch beim Entwurf von Transportbehältern mit modifizierter Atmosphäre verwendet. Ein solcher Behälter wurde verwendet, um den Gasaustausch in Abhängigkeit von Temperaturänderungen abzustimmen und die gewünschte Gaskonzentration trotz der Temperaturschwankungen konstant zu halten.</p>
<p>Projektergebnisse</p>	<p>Es wurde ein umfassendes mathematisches Modell entwickelt, das verschiedene Aspekte der Verpackung, Lagerung und Lieferkette von Frischprodukten berücksichtigt. Es könnte die Verpackungsgaskonzentration (O_2 und CO_2) und Feuchtigkeit vorhersagen, indem es die Wechselwirkung zwischen dem physiologischen Verhalten von Frischprodukten einschließlich Atmung und Transpiration, dem physikalischen Verhalten von Verpackungsmaterialien einschließlich Gas-/Wasserdampfpermeation, Feuchtigkeitsabsorption und Umgebung untersucht Bedingungen einschließlich Temperatur, Feuchtigkeit und Gaszusammensetzung.</p> <p>Das zweite Ergebnis dieser Forschung war ein Modell zur Vorhersage der Qualität und Haltbarkeit von Frischprodukten durch die Lieferkettenbedingungen auf der Grundlage des Atmungs- und Transpirationsverhaltens von Frischprodukten. Dazu wurden die Modelle zu den Qualitätsparametern von Frischprodukten in den aktuell entwickelten Modellierungsansatz integriert.</p>
<p>Empfehlungen</p>	<p>Sensitivitätsanalyse basierend auf dem Schwankungsbereich von Eingabevariablen für das mathematische Modell, um die Auswirkung auf die Modellvorhersagen zu sehen.</p> <p>Entwicklung produktspezifischer Haltbarkeitsindizes, die in Abhängigkeit von Lieferkettenbedingungen wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Gaszusammensetzung vorhersagbar sind.</p>
<p>Fotos</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Horticultural waste in Iran</p> </div> <div style="width: 48%;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">Condensation problem</p> </div> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center; font-size: small;">Optimum perforations for MAP of rucola</p> </div> </div>