

Ventileren: mag het een kuubje meer zijn?

In het aprilnummer staat een artikel over frequentiereguleerde ventilatoren. Met het goedkoper worden van deze frequentieregelaars, gebruiken sommigen ze om aardappelen en uien te bewaren met minder lucht. Is dat aantrekkelijk? Mag het met minder? In dit artikel zetten we de noodzaak van veel lucht weer even op een rijtje.

Ventileren in een bewaarplaats heeft een aantal redenen. Allereerst moet je de aardappelen drogen met buitenlucht, vervolgens koelen en daarna op temperatuur houden. Bij het koelen en op temperatuur houden, moet de indroging minimaal zijn. Daarnaast moet je sterke schommelingen in temperatuur vermijden. Sterke schommelingen geven meer reducerende suikers en kans op condens in het product. Dit ontstaat vooral als het buiten te warm is om te ventileren.

Onderzoek

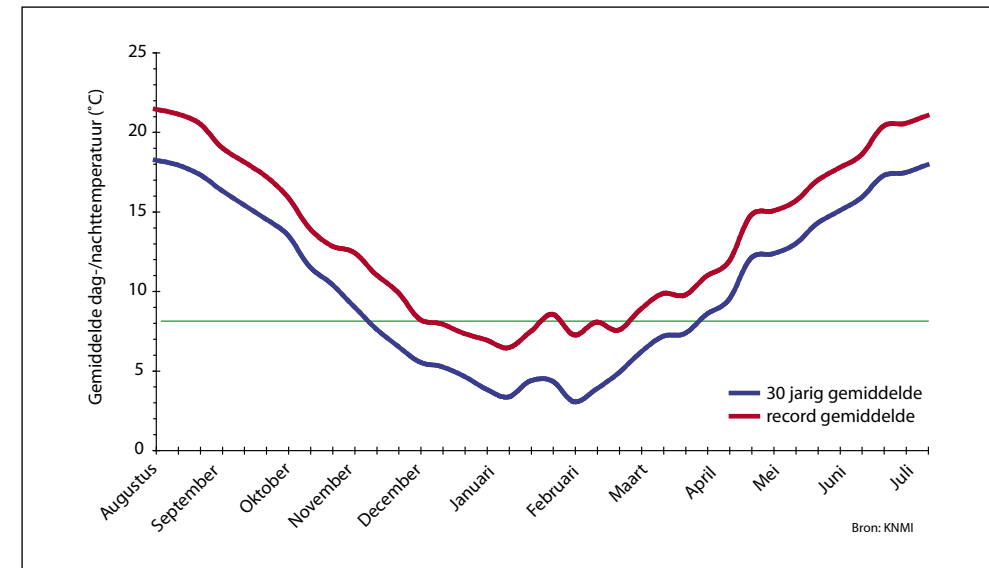
Naar bewaaromstandigheden is in de jaren tachtig veel onderzoek gedaan door het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten (IBVL). Zo is onder andere gekeken naar het verband tussen de luchthoeveelheid en het afkoelend effect in aardappelen en het bewaarverlies. Tussen 1979 en 1982 is onderzocht of het Amerikaanse systeem met luchtbevochtiging en weinig lucht in Nederland toepasbaar is. In Amerika ventileert men met 20 m³ per m³ product, gecombineerd met bevochtiging. In Neder-

land is de norm 100 m³/uur. De conclusie was dat je aardappelen het beste met 80 tot 150 m³/m³ kunt ventileren. Redenen hiervoor waren:

- Het vochtverlies bij aardappelen neemt toe als je langer ventileert.
 - De temperatuurverschillen in de hoop zijn kleiner als je veel lucht gebruikt.
 - Bij weinig lucht duurt het inkoelen, opwarmen en koelen tijdens perioden met hoge buitenluchttemperatuur te lang.
 - De kosten van hogere ventilatiecapaciteit.
- Al deze conclusies zijn nog steeds actueel. Alleen de eerste conclusie zou je kunnen bijstellen als je bevochtigt.

Vochtverlies uit de knol

Tijdens het bewaren ontstaan gewichtsverliezen. Daarvan is 90 procent verlies door verdamping. Dit verdampingsverlies wordt bepaald door: het oppervlak van de schil, De weerstand van de schil, het dampspanningsverschil tussen de aardappel en de ventilatielucht en de ventilatietijd. De weerstand van de schil is ras- en seizoensafhankelijk en is nauwelijks beïnvloedbaar door de luchtsnelheid. Bij een luchtsnelheid van 25 m³/uur per m³ is deze weerstand maximaal. Bij een losse stort van 4 meter zou je dus naar een ventilatie moeten van minder dan 6 m³ per m³ aardappelen. In een kistenbewaring zou je met minder dan 20 m³ per m³ moeten ventileren. Alleen het dampspanningsverschil en de ventilatietijd is dus te beïnvloeden. Deze tellen beiden even hard mee. Kortom, als de tijd of het dampspanningsverschil verdubbelt, verdubbelt het verdampingsverlies. Als rondom de knol de lucht een gelijktemperatuur heeft en de RV 95 procent is, is het dampspanningsverschil nul. Bij een luchtvochtigheid van 100 procent ontstaat er ontvochtiging als het temperatuurverschil groter wordt dan 1 graden Celsius. Dit komt doordat



▲ Gemiddelde buitenluchttemperatuur in Nederland.

de lucht opwarmt door de aardappelen en daardoor onder een luchtvochtigheid van 95 procent daalt. Koelende lucht droogt dus altijd. Het dampspanningsverschil is alleen te beïnvloeden door te ventileren als de buitenlucht een hoge absolute luchtvochtigheid heeft of door de buitenlucht te bevochtigen. Vooral in een periode dat je de uren kunt uitkiezen, is het verstandig om op vochtige dagen te ventileren. Vaak zijn dit overigens dagen met een hoge nachttemperatuur en dus weinig ventilatie-uren. Hoe meer lucht de ventilatoren verzetten, des te meer je kunt uitkiezen. Ook de tijd heeft een belangrijke invloed. Tijd is alleen te beïnvloeden door de aardappelen zo rustig mogelijk te houden en door veel lucht te gebruiken. Als je 40 procent van de hoeveelheid lucht gebruikt, duurt het 2,5 keer zo lang voordat dat de aardappelen boven in de hoop gekoeld zijn.

Temperatuurverschil in de hoop

Het IBVL heeft ook de snelheid van afkoeling in de hoop onderzocht. Hieruit bleek dat met een grotere luchthoeveelheid de temperatuur boven in de hoop sneller daalt. Ook is het niet altijd zinvol om in de hele hoop een lagere temperatuur na te streven. Een klein voorbeeld: als je na een uur ventileren de aardappelen op 1 meter hoogte op temperatuur hebt, duurt het nog een uur tot vijf kwartier voor de bovenste aardappelen op temperatuur zijn. Dit kost veel energie en indroging. Doe je dit met intern ventileren, dan warmt de hoop weer op.

Slagkracht

Een derde conclusie uit het onderzoek is dat bij minder lucht het moeilijker is om de aardappelen op temperatuur te houden. Het

belang van dit nadeel hangt af van de bewaar temperatuur en de bewaar duur. Voor een korte bewaring bij een relatief hoge temperatuur is dit meestal geen probleem. Bij de meeste partijen begint dit pas vanaf april belangrijk te worden. In de warme weken, waarin ventilatie-uren beperkt zijn, telt elk uur. Het kan dan zijn dat een partij waar 160 m³/m³ voor ligt op temperatuur blijft, terwijl een partij met 80 m³/m³ na één week één graad is opgewarmd.

Financieel

Ook de conclusie van de financiële aantrekkelijkheid blijft overeind. In de tabel is een raming gemaakt van de extra kosten en het verschil in indroging. Uitgangspunt daarbij is een indroging van 5,25 procent in april met een aardappelprijs van 0,09 euro per kg. Meer indroging of een hogere prijs pleit voor meer lucht. Bij een lagere prijs of indroging is meer lucht minder snel rendabel. Uit de



▲ Meer indroging of een hogere prijs pleit voor meer lucht tijdens het bewaren.

vergelijking blijkt dat bij een korte bewaar duur 80 m³/m³ aardappelen theoretisch voldoende is. Kies echter altijd voor 100 m³/m³. Let er op dat deze hoeveelheid voor het drogen te weinig is. Bij een ras als Agria neemt het bewaar risico onevenredig toe. Daarnaast speelt de vraag: blijf je altijd kort bewaren? Ga je naar april of naar juli, dan is een grotere luchthoeveelheid aantrekkelijk. Bij een bewaring tot juli kan 160 m³/m³ zelfs nog uit.

Advies

De norm van 100 m³ lucht per m³ aardappelen is nog steeds actueel. Gebruik daarom geen frequentieregelaar als je buitenlucht gebruikt. Voor bedrijven die langer bewaren, adviseert DLV: kies liever voor een kuubje meer. Daarbij is een keuze voor 120 tot 140 m³/m³ voor de lange bewaarder zeker niet overdreven. Zeker als je daarbij bedenkt dat het product met meer lucht langer op temperatuur te houden is. [\[4\]](#)



Enkele kengetallen 'ventileren'

	40 m ³ /m ³	80 m ³ /m ³	100 m ³ /m ³	120 m ³ /m ³	140 m ³ /m ³	160 m ³ /m ³
Koeltijd 4 m t.o.v. 1 m	325%	250%	232%	220%	212%	205%
Koeluren per dag (ΔT= 3°C)	6,25 uur	3,1 uur	2,5 uur	2,1 uur	1,8 uur	1,6 uur
Relatief vochtverlies	203%	118%	100%	88%	78%	70%

Verskil jaarkosten bij 8°C producttemperatuur (€/100 ton)

	80 m ³ /m ³	100 m ³ /m ³	120 m ³ /m ³	140 m ³ /m ³	160 m ³ /m ³
Bewaring 1 jan.	nihil	basis	+/+ 16	+/+ 56	+/+ 110
Bewaring 1 april	+/+ 30	basis	nihil	+/+ 21	+/+ 58
Bewaring 1 juli	+/+ 84	basis	-/- 37	-/- 45	-/- 34