



# Application Note

## Wasseraktivität in Cannabis

Mit der Legalisierung von Produkten auf Cannabisbasis für die medizinische und in manchen Regionen freizeitliche Anwendung ist die Notwendigkeit entstanden, Sicherheitsinitiativen zu ergreifen. Mikrobielle Verunreinigungen in getrockneten Knospen, extrahierten Ölen oder verarbeiteten Lebensmitteln können zu allergischen Reaktionen, Komplikationen der Atemwege oder lebensmittelbedingten Krankheiten führen. Darüber hinaus kann der Abbau durch chemische Reaktionen zu Veränderungen in der Wirksamkeit führen. Die Wasseraktivität ist ein wirksames Mittel, das in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie zur Maximierung der mikrobiellen, chemischen und physikalischen Stabilität genutzt wird. Sie bietet dieselbe Sicherheit und Kontrolle für den Cannabismarkt. Daher ist es wichtig, dass Anbauer und Verarbeiter die Wasseraktivität und wie man ihren Nutzen maximiert verstehen. Sicherheitsvorschriften für den Anbau und die Verarbeitung von Cannabisbasierten Produkten werden derzeit auf staatlicher Ebene geregelt, was zu uneinheitlichen Empfehlungen führt. Infolgedessen schreiben nicht alle Staaten derzeit Tests der Wasseraktivität von Cannabis vor. Aufgrund des nachgewiesenen Zusammenhangs mit häufigen Sicherheits- und Qualitätsmängeln, sollte dies der wichtigste Analysetest sein, den jeder auf dem Cannabismarkt durchführt.





# Theorie der Wasseraktivität

Die Wasseraktivität ist definiert als der Energiestatus von Wasser in einem System und basiert auf den grundlegenden Gesetzen der Thermodynamik durch die Gibbsche Gleichung der freien Energie. Sie stellt die relative chemische potenzielle Energie des Wassers dar, die durch die Oberflächen-, Kollisions- und Kapillarwechselwirkungen in einer Matrix bestimmt wird. In der Praxis wird sie als der partielle Dampfdruck von Wasser, der sich im Gleichgewicht mit der Probe befindet, in einem Messkopf bestimmt - geteilt durch den Sättigungsdampfdruck von Wasser bei derselben Temperatur. Die Wasseraktivität umfasst einen Bereich von 0 für knochentrockene Bedingungen bis zu einer Wasseraktivität von 1.00 für reines Wasser, resultierend aus dem Partialdruck und dem Sättigungsdruck der gleich ist.

Die Wasseraktivität wird oft als „freies Wasser“ bezeichnet, was zwar nützlich ist, wenn es um höhere Energie geht, aber nicht korrekt ist, da „frei“ nicht wissenschaftlich definiert ist und je nach Kontext unterschiedlich interpretiert wird. Infolgedessen kann das Konzept des freien Wassers Verwirrung zwischen der physikalischen Bindung von Wasser, einer quantitativen Messung, und der chemischen Bindung von Wasser zu niedrigerer Energie, also einer qualitativen Messung, stiften. Eine Wasseraktivität von 0.50 bedeutet nicht, dass 50% freies Wasser angezeigt wird, sondern eher, dass das Wasser im Produkt 50% der Energie hat, die reines Wasser in der gleichen Situation haben würde. Je niedriger die Wasseraktivität, desto weniger verhält sich das Wasser im Produkt wie reines Wasser



Die Wasseraktivität wird bestimmt, indem das Wasser in der flüssigen Phase der Probe mit dem Wasser in der Dampfphase im Messkopf einer geschlossenen Kammer als relative Gleichgewichtsfeuchte (ERH) mit einem Sensor gemessen werden. Die relative Luftfeuchtigkeit kann mit einem Elektrolytsensor, einem Taupunktspiegel oder einem kapazitiven, hygroskopischen Polymersensor bestimmt werden. Geräte von Novasina, wie der LabMaster Neo, verwenden einen elektrolytischen Sensor zur Bestimmung der ERH in einer abgedichteten Kammer, die die Probe enthält. Änderungen der ERH werden durch Änderungen des elektrischen Widerstands des Elektrolytsensors verfolgt.

Der Vorteil dieser Methode ist, dass er sie sehr stabil und resistent gegen ungenaue Messwerte aufgrund von Verunreinigungen im Cannabis ist (was eine besondere Schwäche des Taupunktspiegels ist). Hierzu werden chemische Kombinationsfilter eingesetzt. Der resistive elektrolytische Sensor kann den höchsten Grad an Genauigkeit und Präzision ohne Wartung und mit seltener Kalibrierung erreichen.

Während die Wasseraktivität eine intensive Eigenschaft ist, die die Energie des Wassers in einem System angibt, ist der Feuchtigkeitsgehalt eine extensive Eigenschaft, die die Menge an Feuchtigkeit in einem Produkt bestimmt. Wasseraktivität und Feuchtigkeitsgehalt hängen zwar zusammen, werden jedoch nicht gleich gemessen. Der Feuchtigkeitsgehalt wird in der Regel durch Trocknungsverlust und als die Gewichts Differenz zwischen einer feuchten und einer getrockneten Probe bestimmt. Der Feuchtigkeitsgehalt ist zwar ein nützliches Maß für die Reinheit und ein Identitätsstandard, korreliert aber, wie in diesem Beitrag beschrieben, nicht so gut wie die Wasseraktivität mit dem mikrobiellen Wachstum, der chemischen Stabilität oder der physikalischen Stabilität. Wasseraktivität und Feuchtigkeitsgehalt sind durch die Feuchtigkeits-Sorptions-Isotherme miteinander verbunden.

# Messung der Wasseraktivität in Cannabis

Die Messung der Wasseraktivität von getrockneten Cannabisblüten und anderen Cannabishaltigen Produkten kann aufgrund des hohen Gehalts an flüchtigen Stoffen, einschließlich Terpenen und Cannabinoiden, eine Herausforderung darstellen. Diese flüchtigen Stoffe können von dem Sensor, der zur Messung der Wasseraktivität verwendet wird, absorbiert werden oder ihn stören. Wird der Sensor nicht auf irgendeine Weise geschützt, besteht die Gefahr, dass der Sensor beschädigt wird oder falsche Messergebnisse liefert. Der resistive elektrolytische Sensor kann die Wasseraktivität bei Vorhandensein von flüchtigen Cannabisbestandteilen genau messen, aber um zu verhindern, dass er sich im Laufe der Zeit verschlechtert, sollte der Sensor mit einem Filter geschützt werden. Die Filterempfehlung von Novasina für die Messung von Cannabis ist die eVC-21/eVALC-Kombination für Lab-Touch und LabSwift und der eVC-18/eVALC-Kombifilter für den Labmaster Neo.

Novasina hat vor kurzem eine Teststudie mit einem LabMaster Neo durchgeführt, bei der der elektrolytische Sensor Cannabisblüten ohne Schutzfilter über unterschiedliche Zeiträume ausgesetzt wurde, um einen besseren Einblick in die Auswirkungen der Cannabis-Volatile zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Studie sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Studie zeigte, dass die Exposition gegenüber Cannabis ohne Schutzfilter zu Veränderungen der Wasseraktivitätsmesswerte auf den Sal-T-Standards (Prüfstandards) führte. Das Ausmaß der Veränderung war jedoch nicht bei allen Standards gleich. Die expositionsbedingte Veränderung stieg mit der Wasseraktivität des Standards, wobei der 0.576 aw-Standard eine maximale Veränderung von 0.003 aw, der 0.753 aw-Standard eine maximale Änderung von 0.005 aw und der 0.8434 aw-Standard eine maximale Änderung von 0.02 aw aufwies. Dies würde darauf hindeuten, dass höhere Wasseraktivitätswerte durch die Exposition des Sensors gegenüber Cannabis stärker beeinflusst werden als Messwerte unter 0.753. Da diese Ergebnisse alle ohne Filter gesammelt wurden, stellen sie ein Worst-Case-Szenario dar, und die Auswirkungen würden verringert und verzögert, wenn der richtige Schutzfilter verwendet wird. Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen auch, dass die flüchtige Wirkung von Cannabis auf den elektrolytischen Sensor durch eine längere Exposition mit dem Regenerationskit umgekehrt werden kann.



<b>Testbedingungen</b>	<b>0,8434 aW</b>	<b>0,7530 aW</b>	<b>0,5760 aW</b>
Erstmalige Interpretation	0,8395	0,7499	0,5776
Nach 1 Std. Exposition gegenüber Cannabis bei 25°C	0,8446	0,7516	0,5783
Nach einer 2,5 Std. Exposition gegenüber Cannabis bei 25°C	0,8456	0,7529	0,5779
Nach 20 Std. Exposition gegenüber Cannabis bei 25°C	0,8637	0,7582	0,5777
Nach 30 min Exposition gegenüber Cannabis bei 25°C	0,8290	0,7506	0,5754
Nach 3 Tagen Exposition gegenüber Cannabis bei 25°C	0,8452	0,7537	0,5792

Tabelle 1. Ergebnisse der Wassergehaltstests mit 3 Salzstandards nach unterschiedlichen Expositionen gegenüber Cannabis ohne Schutzfilter und mit Novasinas Regenerationskit.

Die Ergebnisse dieser Studie in Verbindung mit den Rückmeldungen von Kunden, die häufig Cannabis testen, haben es ermöglicht, aktualisierte bewährte Verfahren für Tests bereitzustellen.



## Die aktuellen Empfehlungen von Novasina für das Testen von Cannabis sind:

1. Verwenden Sie den für das entsprechende Novasina Gerät empfohlenen Filter (eVC-21/eVALC-Kombination für LabTouch und LabSwift und den eVC-18/eVALC-Kombifilter für Labmaster Neo)
2. Wechseln Sie den Filter etwa alle 1-2 Monate.
3. Besorgen Sie sich ein Regenerationskit von Novasina und verwenden Sie es regelmäßig.
  - a. Einige Benutzer verwenden das Kit derzeit jeden Abend zwischen den Schichten und haben selbst bei extremen Testfrequenzen keine Probleme.
  - b. Wenn die Testhäufigkeit weniger als 5 pro Tag beträgt, kann das Regenerationskit nur dann verwendet werden, wenn die Überprüfung der Salzstandards außerhalb der Toleranzgrenzen liegt.
4. Lassen Sie Cannabisproben nicht für längere Zeit im Gerät, wenn keine Tests durchgeführt werden.

## WASSERAKTIVITÄT UND VORSCHRIFTEN DER US-BUNDESSTAATEN

Gegenwärtig wird die staatliche Aufsicht über die Herstellung und den Verkauf von Cannabis von den einzelnen Bundesstaaten ausgeübt, wobei das jeweilige Ministerium von Staat zu Staat unterschiedlich ist bzw. unterschiedlich handhabt. Folglich sind die Vorschriften von Staat zu Staat sehr unterschiedlich. Die Wasseraktivität kommt derzeit nur in den Vorschriften/Leitfäden einiger weniger Staaten vor, und das sind in der Regel die Staaten, in denen Cannabis in irgendeiner Form schon länger legalisiert ist und die daher über die ausgereiftesten Vorschriften verfügen. Es wird erwartet, dass weitere Staaten die Anforderungen an Wasseraktivitätstests in ihre Vorschriften aufnehmen werden, wenn die Märkte reifen; und wenn die Vorschriften auf die Bundesebene verlagert werden, wird die Wasseraktivität in alle nationalen Vorschriften/Richtlinien aufgenommen.

---



## **Zu den Staaten, die derzeit die Wasseraktivität in ihre Cannabisvorschriften aufnehmen, gehören:**

1. NEVADA NAC 453A.654 Erforderliche Qualitätssicherungsprüfungen; Einreichung von feuchtem Marihuana zur Prüfung. NAC 453A.550 „Potenziell gefährliche Marihuanaprodukte und -bestandteile“ definiert.
2. KALIFORNIEN CA Abschnitt 19344 – 5322 Wasseraktivität und Feuchtigkeitsgehalt
3. OREGON OAR 333-007-0300 bis 333-007-0500 und OAR 333-064-0100 bis 333-064-0130: Muss die Wasseraktivität von verwendbarem Marihuana zum Verkauf oder zur Weiterverarbeitung testen.
4. WASHINGTON WAC 314-55-102 Qualitätssicherungsprüfungen Teil (i) Feuchtigkeitsanalyse. Muss die Wasseraktivität von verwendbarem Marihuana, das für den Einzelhandelsverkauf oder die Weiterverarbeitung bestimmt ist, testen.

Zusätzlich zur Aufnahme der Wasseraktivität in die staatlichen Cannabis-Vorschriften wurden ASTM-Standards für die Wasseraktivität von Cannabis festgelegt. Diese umfassen:

1. ASTM D8916-18 - Standardverfahren zur Bestimmung der Wasseraktivität
2. ASTM D8197-18 - Standard für die Aufrechterhaltung der Wasseraktivität
3. ASTM-Norm in Arbeit – Stabilitätsprüfung



# Wasseraktivität und mikrobielle Sicherheit

Jeder Mikroorganismus hat eine ideale interne Wasseraktivität und seine Fähigkeit, sich zu vermehren und zu wachsen, hängt von der Aufrechterhaltung dieser Wasseraktivität ab. Wenn ein Mikroorganismus auf eine Umgebung trifft, in der die Wasseraktivität niedriger ist als seine interne Wasseraktivität, gerät er unter osmotischen Stress und beginnt, Wasser an die Umgebung zu verlieren, da sich Wasser von hoher Wasseraktivität (Energie) zu niedriger Wasseraktivität bewegt. Dieser Wasserverlust verringert den Turgordruck und verlangsamt die normale Stoffwechselaktivität. Um sich weiter fortzupflanzen, muss der Organismus seine interne Wasseraktivität unter diejenige der Umwelt senken. Er versucht dies zu erreichen, indem er die gelösten Stoffe im Inneren konzentriert. Die Fähigkeit, die interne Wasseraktivität durch diese Strategien zu verringern, ist bei jedem Organismus einzigartig. Folglich hat jeder Mikroorganismus eine eigene begrenzende Wasseraktivität, unter der er nicht wachsen kann [1, 2].

Die Fähigkeit eines Organismus, sich zu vermehren und zu wachsen, hängt nicht davon ab, wie viel Wasser in seiner Umgebung ist (Feuchtigkeitsgehalt), sondern nur von der Energie des Wassers (Wasseraktivität) und davon, ob er für sein Wachstum auf dieses Wasser zugreifen kann. Eine Liste der Wasseraktivitätsuntergrenzen für das Wachstum gängiger Verderbniserreger finden Sie in Tabelle 1. Diese Wachstumsgrenzen besagen, dass alle pathogenen Bakterien bei einer Wasseraktivität von weniger als 0.87 aufhören zu wachsen, während das Wachstum der üblichen Hefen und Schimmelpilzen bei 0.70 aw aufhört, was als praktische Grenze bekannt ist. Nur xerophile und osmophile Organismen können unter 0.70 aw wachsen und das gesamte mikrobielle Wachstum stoppt bei Wasseraktivitäten kleiner 0.60.



Darüber hinaus kann die mikrobielle Wachstumsrate anhand der Wasseraktivität und anderer Wachstumsfaktoren wie Temperatur und pH-Wert modelliert werden. Damit ein Cannabisprodukt als lagerstabil gilt, muss seine Wasseraktivität weniger als 0.86 aw betragen, um sicherzustellen, dass keine pathogenen Bakterien auf dem Produkt wachsen können, während es im Regal liegt. Cannabisprodukte mit einer Wasseraktivität von mehr als 0.70 aw, aber weniger als 0.86 aw gelten zwar als lagerstabil, fördern aber dennoch das Wachstum von Schimmel und Hefe.

Cannabisprodukte in diesem Bereich gelten nicht als unsicher, da Schimmel- und Hefepilze zwar für den Verbraucher möglicherweise unerwünscht sind, aber keine lebensmittelbedingten Krankheiten verursachen. Doch selbst das Wachstum nicht pathogener Organismen kann zur Bildung von Mykotoxinen und Aflatoxinen führen, die beim Verzehr, vor allem aber beim Einatmen schädlich sein können. Daher muss die Wasseraktivität auf unter 0.70 aw gesenkt werden, oder es müssen andere Maßnahmen wie ein Konservierungssystem oder eine Vakuumverpackung eingesetzt werden, um das Schimmelwachstum zu verhindern.

Mikroorganismen	aW Limit	Mikroorganismen	aW Limit
Clostridium botulinum E	0,97	Penicillum expansum	0,83
Pseudomonas fluorescens	0,97	Penicillum islandicum	0,83
Escherichia coli	0,95	Debarymoces hansenii	0,83
Clostridium perfringens	0,95	Aspergillus fumigatus	0,82
Salmonella spp.	0,95	Penicillum cyclopium	0,81
Clostridium botulinum A B	0,94	Saccharomyces bailii	0,8
Vibrio parahaemoliticus	0,94	Penicillum martensii	0,79
Bacillus cereus	0,93	Aspergillus niger	0,77
Rhizopus nigricans	0,93	Aspergillus ochraceous	0,77
Listeria monocytogenes	0,92	Aspergillus restrictus	0,75
Bacillus subtilis	0,91	Aspergillus candidus	0,75
Staphylococcus aureus (anaerobic)	0,9	Eurotium chevalieri	0,71
Saccharomyces cerevisiae	0,9	Eurotium amstelodami	0,7
Candida	0,88	Zygosaccharomyces rouxii	0,62
Staphylococcus aureus (aerobic)	0,86	Monascus bisporus	0,61

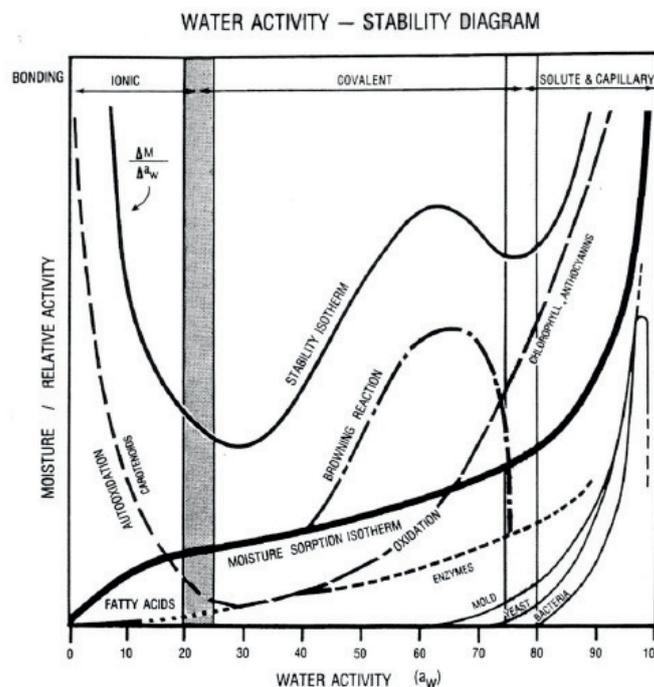
Tabelle 2. Wasseraktivitätsgrenzwerte für das Wachstum von häufigen Verderbsorganismen

# Wasseraktivität und chemische Stabilität

Wenn Cannabis-Biomasse und Lebensmittel zu Wasseraktivitäten von weniger als 0.70  $a_w$  verarbeitet werden, ist mikrobieller Verderb nicht mehr die wahrscheinlichste Ausfallursache. Allerdings sind Produkte in diesem Bereich nicht unbegrenzt haltbar.

Welche kann also noch auftreten, um die Haltbarkeit zu beenden?

Für Cannabis-Biomasse oder Esswaren im Bereich von 0.40-0.70  $a_w$  ist der chemische Abbau ein guter Kandidat, da die Reaktionsgeschwindigkeit am höchsten ist. Chemische Reaktionen wie die Maillard-Bräunung, Lipid Oxidation, enzymatische und andere können den Geschmack, das Aussehen und den Nährwert von Biomasse oder Lebensmitteln beeinflussen. Die Wasseraktivität beeinflusst die Reaktionsgeschwindigkeit, indem sie die Aktivierungsenergie verringert, die Mobilität erhöht und die Geschwindigkeitskonstante steigert. Folglich sind die Reaktionsgeschwindigkeiten besser mit der Wasseraktivität korreliert als mit dem Feuchtigkeitsgehalt. Im Allgemeinen steigen mit zunehmender Wasseraktivität auch die Reaktionsgeschwindigkeiten, doch hängen die spezifischen Korrelationen von der Art des Produkts und der Reaktion ab (Abbildung 1).





Die meisten Reaktionen erreichen aufgrund der Verdünnung bei hohen Wasseraktivitäten ein Maximum im Bereich von 0.70-0.80 aw, aber die Lipidoxidation ist die einzige Reaktion, die bei niedriger Wasseraktivität zunimmt.

Bei Marihuana ist die Reaktion, die sich am ehesten auf die Qualität auswirkt, der THCA-Verlust durch Decarboxylierung, der die Potenz des Produkts verringert. Bei Cannabis-Esswaren ist die Reaktion, die sich am ehesten auf die Qualität auswirkt, die Maillard-Bräunung bei Produkten, die Proteine und reduzierende Zucker enthalten, oder die Lipidoxidation (Ranzigkeit) bei Proben mit hohem Fettgehalt. Diese Reaktionen sind komplex und verursachen Probleme durch die Bildung von Geruchs- und Geschmacksstoffen. Wenn die Reaktion so weit fortgeschritten ist, dass genügend unerwünschte Verbindungen entstehen oder THCA verloren geht, werden die Produkte für den Verbraucher inakzeptabel.

Die Auswirkungen chemischer Reaktionen lassen sich durch Zusatzstoffe wie reduzierenden Zuckern für die Bräunung oder Sauerstoff für Ranzigkeit und Decarboxylierung minimieren. Die Lipidoxidation ist insofern einzigartig, als ihre Geschwindigkeit nicht nur mit zunehmender Wasseraktivität zunimmt, sondern auch bei geringer Wasseraktivität, so dass die allgemeine Regel, dass eine geringere Wasseraktivität besser ist, nicht in allen Fällen gilt.

Um die ideale Wasseraktivität zur Verlangsamung des chemischen Abbaus zu bestimmen, kann die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe von Haltbarkeitsmodellen vorhergesagt werden. Um effektiv zu sein, müssen diese Modelle die Auswirkungen von Wasseraktivität und Temperatur berücksichtigen. Das einzige grundlegende Haltbarkeitsmodell, das sowohl die Wasseraktivität als auch die Temperatur berücksichtigt, ist die hygrothermische Zeit [2]. Sie leitet sich aus einer Form der Eyring-Gleichung [3], Gleichung für die Geschwindigkeitsänderung, und der Gibbs-Gleichung für die freie Energie ab und ist gegeben durch

$$r = r_0 \exp\left( Ba_w - \frac{E_a}{RT} \right)$$



wobei  $T$  die Temperatur (K),  $R$  die Gaskonstante ( $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ ),  $E_a$  die Aktivierungsenergie ( $\text{J mol}^{-1}$ ),  $B$  das molekulare Volumenverhältnis,  $a_w$  die Wasseraktivität und  $r_0$  die Rate im Standardzustand sind. In der Praxis sind die Werte für  $B$ ,  $E_a/R$  und  $r_0$  in jeder Situation einzigartig und werden empirisch durch Iteration der kleinsten Quadrate ermittelt.

Sobald die Konstanten bekannt sind, können jede Temperatur und Wasseraktivität mit dem hygrothermischen Zeitmodell verwendet werden, um die Veränderungsrate bei diesen Bedingungen und damit die Haltbarkeit für ein bestimmtes Produkt zu bestimmen, das mit dieser Veränderung zusammenhängt.

Mit diesem Modell kann die ideale Wasseraktivität ermittelt werden, bei der der chemische Abbau von Cannabis-Biomasse oder Esswaren auf ein Minimum beschränkt ist, wodurch die Haltbarkeit maximiert wird. Die Ermittlung und Verarbeitung dieser idealen Wasseraktivität, die mikrobielles Wachstum verhindert und gleichzeitig den chemischen Abbau und die Beschaffenheit minimiert, ist der Schlüssel zur Maximierung der Lagerfähigkeit von Cannabisprodukten.



# Wasseraktivität und Lagerstabilität

Geerntetes Cannabis (Marihuana und Hanf) muss ausreichend trocken sein, damit es gelagert und transportiert werden kann. Wie bereits erläutert, bestimmt die Wasseraktivität, ob Schimmelpilze, Hefen oder Bakterien während der Lagerung auf der Biomasse wachsen können. Getrocknete Biomasse hat normalerweise eine Wasseraktivität im Bereich von 0.60 bis 0.70 aw.

Während das Wachstum pathogener Bakterien bei der typischen Wasseraktivität von Biomasse das größte Risiko darstellen würde, sind Schimmelpilze die wahrscheinlichere Kontaminationsquelle. Alle Schimmelpilze, mit Ausnahme einiger seltener xerophiler Arten, stellen ihr Wachstum bei einer Wasseraktivität von weniger als 0.70 ein. Während Schimmelpilze selbst nicht besonders gefährlich sind, wenn sie verzehrt werden, können Schimmelpilze als Teil ihres Stoffwechsels auch Mykotoxine produzieren und können bei manchen Menschen schwere Reaktionen hervorrufen.

Darüber hinaus bedeutet das Vorhandensein von aktiv wachsendem Schimmel auch das Vorhandensein von Schimmelsporen. Dies kann bei einem Produkt, das eingeatmet wird, besonders gefährlich sein, da die Schimmelsporen in die Atemwege gelangen können, was zu Asthmasymptomen führen kann.

Folglich muss die Wasseraktivität jeder geernteten Biomasse, die gelagert oder transportiert wird, unter 0.70 aw liegen. Das bedeutet, dass die Prüfung der Wasseraktivität bei den Anbauern und Verarbeitern beginnen. Die Wasseraktivität von essbaren Cannabis Produkten kann sich während der Lagerung und des Transports ebenfalls verändern. Gebackene Esswaren haben eine besonders hohe Wasseraktivität und müssen getestet werden, um sicherzustellen, dass sie auf eine Wasseraktivität von weniger als 0,86 aw verarbeitet werden, um das Wachstum von pathogenen Bakterien zu verhindern. Anschließend muss die Wasseraktivität während der Lagerung im idealen Bereich gehalten werden, um sowohl einen Anstieg der Wasseraktivität auf ein unsicheres Niveau zu verhindern als auch eine Verringerung der Wasseraktivität, die zu unerwünschten Veränderungen in der Beschaffenheit führen könnte. Um dies zu verhindern, müssen Lebensmittel in einer guten Feuchtigkeitsbarriere verpackt werden. Die genauen Anforderungen an die Verpackung zur Verhinderung von Veränderungen der Wasseraktivität können modelliert und vorhergesagt werden, aber die Ableitung und Anwendung dieser Modelle würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen



## Die wichtigste Spezifikation

Die Wasseraktivität spielt eine Schlüsselrolle bei der Gewährleistung der Sicherheit von Cannabisprodukten und der Maximierung ihrer Haltbarkeit. Die Wasseraktivität mag für viele in der Cannabisbranche ein neues Konzept sein und diejenigen, die mit der Wasseraktivität vertraut sind, kennen vielleicht nur ihre Fähigkeit mikrobielles Wachstum zu kontrollieren. In vielen Fällen ist der mikrobielle Verderb jedoch nicht die wahrscheinlichste Fehlerquelle für die Haltbarkeit von Cannabisprodukten. Die Wasseraktivität hängt mit allen gängigen Problemstellungen zusammen und kann daher der wichtigste Test sein, der bei allem, von geernteter Biomasse bis hin zu Esswaren, durchgeführt werden kann. Wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, wie Sie die Wirksamkeit Ihrer Wasseraktivitätstests maximieren können, wenden Sie sich bitte an Dr. Brady Carter.

### Der Autor

Dr. Brady Carter ist ein leitender Forschungswissenschaftler bei Carter Scientific Solutions.

Er ist spezialisiert auf Anwendungen in den Bereichen Wasseraktivität und Feuchtigkeitssorption. Dr. Carter erwarb seinen Ph.D. und M.S. in Lebensmitteltechnik und Pflanzenwissenschaften an der Washington State University und einen B.A.-Abschluss in Botanik an der Weber State University. Er verfügt über 20 Jahre Erfahrung in Forschung und Entwicklung und war vor der Gründung seines eigenen Unternehmens in verschiedenen Positionen bei Decagon Devices und der Washington State University tätig. Dr. Carter ist derzeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Novasina AG und die Neutec Group tätig. Er war Ausbilder für Wasseraktivitätsseminare in über 23 verschiedenen Ländern und hat vor Ort Wasseraktivitätsschulungen für Unternehmen auf der ganzen Welt durchgeführt. Er hat mehr als 20 Publikationen über Wasseraktivität, Feuchtigkeits-Sorptions-Isothermen und vollständige Feuchtigkeitsanalysen verfasst. Er hat an Hunderten von Vorträgen zu diesem Thema teilgenommen und auf zahlreichen wissenschaftlichen Konferenzen Vorträge gehalten. Er entwickelte das vereinfachte Paradigma der Haltbarkeit und das Modell der hygrothermischen Zeithaltbarkeit.

