

Gluconsäure und Galacturonsäure: Kritische Indikatoren für Weinqualität und -stabilität

Dr. Francesca Bruni, Forscherin am CDR Chemical Lab „Francesco Bonicolini“

P2617

1. Einleitung: Die Säurestruktur des Weins und die Rolle oxidierender Säuren

Die Weinmatrix selbst ist im Wesentlichen eine komplexe Lösung mit einem sauren pH-Wert (typischerweise zwischen 3,2 und 3,4). In diesem Umfeld bestimmt das empfindliche Gleichgewicht der verschiedenen chemischen Verbindungen nicht nur das sensorische Profil, sondern gewährleistet auch die Stabilität und Langlebigkeit des Produkts. Daher ist es entscheidend, die Struktur der „festen“ Säuren (wie Wein- und Äpfelsäure), die für die Physiologie der Traube charakteristisch sind, von Säuren zu unterscheiden, die durch Oxidations- oder Abbauprozesse entstehen. Die Bedeutung der letzteren zu unterschätzen, insbesondere in Jahren mit starker Klimainstabilität, stellt einen schwerwiegenden technischen Fehler dar. Gluconsäure und Galacturonsäure sind nicht nur Strukturkomponenten, sondern fungieren als echte „biochemische Sensoren“ für den Gesundheitszustand des Weinbergs. Ihr Vorhandensein signalisiert oxidative oder abbauende Prozesse (enzymatisch und durch Pilze verursacht), die nicht mit der natürlichen Reifung zusammenhängen. Insbesondere sind diese Verbindungen molekulare Indikatoren für die Aktivität von *Botrytis cinerea*, die das gesamte önologische Potenzial der Traubencharge beeinträchtigen kann, noch bevor der Most in den Tank gelangt.

2. Gluconsäure: Der strategische Marker für die Gesundheit von Trauben

In einer Ära des Klimawandels, die zu extremem Wassermangel oder verzögerten Regenfällen führt, ist **Gluconsäure** der zuverlässigste Parameter zur Quantifizierung von Pilzschäden. Chemisch entsteht es durch die **Oxidation von Glucose** mittels des von *Botrytis* sezernierten Enzyms Glucoseoxidase.

Auswirkungen auf Biochemie und Gärung:

Gluconsäure ist eine nichtflüchtige Säure, die von Hefen nicht zu Alkohol verstoffwechselt werden kann. Ihre Konzentration ist direkt proportional zum Schweregrad des Befalls.

- **Gesunde Trauben (unbeschädigt):** < 0,2 g/L.
- **Warnschwelle (Beginn der Veränderung):** 0,2 - 0,5 g/L. Dies erfordert bereits eine

Anpassung der SO₂-Dosierung und der Nährstoffzufuhr.

- **Beeinträchtigte Trauben (Hohes Risiko): 0,5 - 1,5 g/L.** Erfordert drastische Korrekturmaßnahmen hinsichtlich Schwefeldioxid, Enzymen und Schönungsmitteln.
- **Starke Schädigung (schwere Beeinträchtigung): > 1,5 g/L.** Die Qualität des Endprodukts ist irreparabel beeinträchtigt.

Für den Erzeuger ist ein erhöhter Gluconsäuregehalt ein Warnsignal, das höchste Aufmerksamkeit erfordert: Er deutet nicht nur auf einen Mangel an **Hefe-assimilierbarer Stickstoff (organisch, anorganisch)** hin, der vom Pilz verbraucht wird, sondern auch auf das Vorhandensein von Substanzen, die Schwefeldioxid inaktivieren und den Most dadurch anfällig machen. Eine Botrytis-Infektion geht zudem mit der Sekretion von **Laccase** einher, einem oxidativen Enzym, das Anthocyane und Tannine rasch abbaut. Bei einem hohen Gluconsäuregehalt ist die Farbstabilität von Rotweinen bereits kritisch gefährdet.

3. Uronsäuren: Von Pektinen zu instabilen Produkten

Während Gluconsäure die Oxidation der Zucker widerspiegelt, belegt die Anreicherung von **Galacturonsäure** und Glucuronsäure (Uronsäuren) den strukturellen Zerfall der Traube. Diese Verbindungen sind direkte Nebenprodukte der durch pilzliche Enzyme verursachten Pektin-Depolymerisation. Aus technologischer Sicht zeigt sich ein Most mit hohem Gehalt an Uronsäuren kolloidal, viskos und gegenüber jeglichen Klärungs- und Filtrationsprozessen problematisch. Das größte Risiko ist jedoch subtil und tritt oft erst nach Monaten auf: Galacturonsäure wandelt sich unter oxidativen Bedingungen leicht in Schleimsäure (Mucinsäure) um. Aufgrund ihrer sehr hohen Affinität zu Kalzium bildet diese Verbindung Kalziumschleimkristalle, die sich den üblichen Kontrollen vor der Abfüllung entziehen und anschließend unweigerlich direkt in der Flasche des Verbrauchers ausfallen.

4. Technologische Analyse: Das CDR WineLab® - System im Vergleich zu traditionellen Methoden

Während der hektischen Weinlesephasen ist die zeitnahe Verfügbarkeit von Analysedaten entscheidend, um Prozesse aktiv zu überwachen und drohende Schäden frühzeitig zu erkennen. Wenn man sich auf traditionelle Referenzmethoden verlässt, die aufgrund ihrer Schwerfälligkeit oft die Auslagerung oder die Zubereitung komplexer Reagenzien erfordern, muss man Wartezeiten in Kauf nehmen, die mit dem Rhythmus der

Weinkellerei nicht vereinbar sind. Bei gesundheitlichem Stress der Trauben kann eine Verzögerung von Stunden oder Tagen bei der Bestimmung der Gluconsäure zu einem verspäteten Befund führen, sodass der Messwert erst dann vorliegt, wenn Oxidation oder mikrobielle Aktivität bereits schwer beherrschbare Schäden ausgelöst haben. Schnell und einfach zu bedienende Systeme, auch für den Einsatz im Weingut, wie beispielsweise **CDR WineLab®**, bieten hier eine Lösung. Sie ermöglichen zeitnahe Reaktionen, um den Prozess aktiv zu überwachen.

Analytische Parameter	Traditionelle enzymatische Methode (UV-Vis-Spektrophotometrie)	CDR WineLab®-System
Reagenz Vorbereitung	Erfordert die tägliche Zubereitung instabiler Enzymmischungen.	Verwendet Einwegküvetten mit vorgefüllten, stabilen, gebrauchsfertigen Reagenzien.
Probenverarbeitung	Aufwendig. Erfordert Entfärbung (z. B. mit PVPP-Harzen) und Filtration bei roten oder trüben Mosten.	Nicht vorhanden. Direkte Ablesung des Mostes/Weins auch bei stark gefärbten oder trüben Proben.
Kalibrierung	Erfordert die regelmäßige Erstellung von Kalibrierkurven unter Verwendung von Standards.	Vorkalibriertes System. Der Bediener muss keine Kalibrierkurven erstellen.
Ausrüstung und Fertigkeiten	Tischspektrofotometer; erfordert technisches Personal mit Erfahrung in Labortechniken.	Spezielles LED-Fotometer; konzipiert für den direkten Einsatz im Weinkeller durch jeden Bediener.
Reaktionszeiten	Erweiterter Prozess (Vorbereitung + Reaktion + Ablesung). Erfordert häufig die Auslagerung der Analyse.	Extrem schnell (ca. 4 Minuten). Daten sind in Echtzeit verfügbar, sobald die Trauben geliefert werden.
Prozessfähigkeit	Die Bearbeitung vieler gleichzeitiger Proben ist ohne teure Automatisierung umständlich.	Es ermöglicht die gleichzeitige Analyse von 16 Proben und optimiert das Analyseverfahren bei gleichzeitiger Reduzierung der Gesamtbearbeitungszeiten.

6. Schlussfolgerungen

Die Herausforderungen zunehmend unvorhersehbarer Jahrgänge erfordern heute ein beispielloses Maß an technischer Klarheit. Das Vorhandensein von Pilzsäuren wie **Gluconsäure** und **Galacturonsäuren**, die das Redoxgleichgewicht und die Farbstabilität massiv beeinträchtigen, verdeutlichen, wie die Weinqualität oft von kleinsten Mengen abhängt. Die Überwachung dieser Stressmarker schützt den gesamten Weinherstellungsprozess vor Gärkrisen und optischen Mängeln. Hierbei ist der Faktor Zeit entscheidend: Der Verzicht auf die Verzögerungen externer enzymatischer Methoden und der Einsatz von Echtzeit-Messsystemen ermöglichen es, Analysedaten in sofortige Korrekturmaßnahmen umzusetzen. Die **Schnellanalyse** bestätigt sich somit als das wichtigste technische Verfahren zur Vermeidung irreparabler mikrobiologischer Abweichungen und zur Standardisierung der Qualitätskontrolle in der Weinkellerei.