IVES Technical Reviews
rebe & wein

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7797

Plastizität sensorischer Eigenschaften von Rotweinen: ein verbessertes Verständnis durch Zuckeranreicherungsprofile der Beeren

Guillaume Antalick[1], Katja Šuklje[2], John W. Blackman[3], Leigh M. Schmidtke[3], Alain Deloire[4*]

[1] Wine Research Centre, Univerza v Novi Gorici, Vipavska 13, 5000 Nova Gorica, Slovenia
[2] Agricultural Institute of Slovenia, Department of Fruit Growing, Viticulture and Oenology, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, Slovenia
[3] Gulbali Institute, School of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences, Charles Sturt University Locked Bag 588, Wagga Wagga, New South Wales, 2678, Australia
[4] L'Institut Agro-Montpellier, 2 Place P. Viala, 34060 Montpellier, France

Auf der Grundlage von Messungen zur Zuckeranreicherung in den Beeren (entsprechend der Zuckermenge, die sich pro Beere ansammelt; mg/Beere/Tag) und der Beerenfrischmasse können die aromatischen Profile von Rotweinen reproduziert und zuverlässig vorhergesagt werden. Reifestadien wie z. B. „frische Früchte" (Noten von frischen, roten Früchten) und „reife Früchte" (Noten von dunklen Früchten und Pflaumen) konnten mit der Anreicherung von Zucker in den Beeren (mg/Beere) und der Entwicklung der frischen Beerenmasse in Zusammenhang gesetzt werden, ohne direkten Zusammenhang mit der Zuckerkonzentration in den Beeren. Nachdem die Zuckeranreicherung ihr Plateau erreichte, wurde eine Entkopplung der technologischen Reife von der aromatischen und phenolischen Reife festgestellt.

Kontext

Um einen gewünschten Weinstil zu erhalten, ist ein entscheidender Aspekt im Weinbau und der Weinherstellung die Vorhersage der Erntetermine. Vor dem Hintergrund der globalen Erwärmung benötigen Weinproduzenten mehr denn je objektive Indikatoren für die Traubenreife, um angemessene Entscheidungen über den Erntezeitpunkt zu treffen. Von großem Interesse ist daher die fortschreitende Entwicklung von Aromavorstufen in den Trauben während der Beerenreife[1 2 3 4].

Die Entscheidung, Trauben für die Weinproduktion zu ernten, wird oft durch die Messung des Traubenzuckers bestimmt, welche in Brix (technologische Reife) angegeben wird. Dies kann das alleinige Kriterium für die Entscheidung zum Erntetermin sein. Oft wird der Zuckergehalt jedoch in Kombination mit anderen analytischen Parametern, wie dem Säuregehalt der Beeren (pH-Wert, titrierbare Säure)[4] und der Farbe bei roten Sorten, evaluiert. Die Farbanalyse liefert einen wichtigen Hinweis auf die phenolische Reife und wird durch die Messung des Anthocyan- und Tanningehalts in den Traubenschalen und -kernen beurteilt. Eine weitere gängige Methode, insbesondere zur Bewertung der aromatischen Reife, ist die Beurteilung des Reifegrades der Beeren durch Verkostung. Obwohl dies wichtig ist, ist die Verkostung ein sehr subjektives Verfahren, welches durch persönliche Erfahrungen und das Training des Verkosters beeinflusst wird[5]. Weinqualität ist stark durch Aromen geprägt. Die eben genannten Methoden liefern jedoch nur wenige objektive Informationen über die aromatische Komposition von Traubensaft oder des daraus resultierenden aromatischen Profils eines Weins. Van Leeuwen *et al.*[6] haben kürzlich ein Aromarad mit steigenden Graden aromatischer Reifenuancen vorgeschlagen. Darüber hinaus benötigt der Weinsektor leicht zu messende, objektive Indikatoren für Entscheidungen über den Erntezeitpunkt. Wir schlagen deshalb eine Methode vor, mit welcher die Entwicklung des Aromaprofils eines Weines während der Traubenreife objektiv vorhergesagt werden kann. Dazu werden einfach bestimmbare physiologische Traubenparameter genutzt, die von den Wachstumsbedingungen im Weinberg abhängig sind.

Wie kann die Wahl des Erntetermins für rote Sorten verbessert werden?

Ein aktuelles Konzept legt nahe, dass die Geschwindigkeit der Zuckerbeladung (Zuckermenge pro Beere, Abbildung 1) als ein Indikator für die physiologische Funktionsfähigkeit der Rebe verwendet werden könnte, womit Erntetermine, basierend auf dem antizipierten Weinstil, 12 bis 40 vorausgesagt werden können[7]. In einer Studie, welche non-targeted Screening Methoden verwendete, wurde unter Verwendung eines Beerenzuckerakkumulationsmodells eine übereinstimmende Entwicklung flüchtiger Weinaromen in Shiraz-Weinen gezeigt, welche aus zeitlich aufeinanderfolgenden Ernten stammten. In dieser Studie wurden insgesamt 1276 Verbindungen in Shiraz-Weinen identifiziert, welche aus 4 verschiedenen Weinbergen mit ähnlichem Mesoklima stammten. Darunter befanden sich Terpenoide, Norisoprenoide, Ester, Säuren, höherwertige Alkohole, Schwefelverbindungen und Ketone. Die Konzentration von insgesamt 175 Verbindungen war wesentlich vom Erntedatum abhängig, obwohl zwischen den Ernten jeweils eine Woche lag, und trotz Unterschieden in den Bewirtschaftungsstrategien der verschiedenen Weinberge[8].

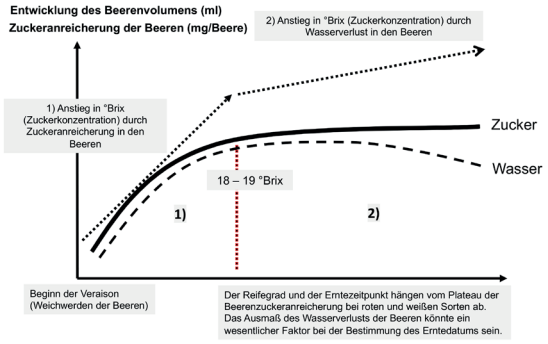


ABBILDUNG 1. Das „theoretische" Prinzip der Anreicherung von Zucker und Wasser in den Beeren (nach Deloire, 2011)[9].

Das Ziel unserer Studie war es, unter Verwendung von aufeinanderfolgenden Ernten von Shiraz, Syrah und Cabernet-Sauvignon-Trauben, die Reproduzierbarkeit aromatischer Weinstile zu bewerten. Dazu wurden die Zuckeranreicherung und das Beerengewicht der Trauben bestimmt. Anschließend wurden die Zusammensetzung und sensorische Aspekte der Trauben und der Weine durch einen quantitativen Ansatz ergänzt. Die Weine wurden aus Trauben zweier aufeinanderfolgender Jahrgänge hergestellt, die von sechs charakteristischen Weinbergen mit drei verschiedenen Mesoklimaten Australiens stammten. Die Weine wurden mittels sensorisch-deskriptiver Analyse bewertet, und die Trauben und Weine einer umfassenden chemischen Analyse unterzogen. Die Zusammenhänge zwischen der Entwicklung des sensorisches Weinprofils, der Weinzusammensetzung und der Traubenzusammensetzung wurden ebenfalls untersucht[10].

1. Die Messung der Zuckeranreicherung in den Beeren zur Vorhersage des Erntedatums

Daten zur Zuckeranreicherung und der Beerenfrischmasse wurden für alle Parzellen erhoben und die Ergebnisse sind in Antalick *et al.* (2021)[10] im Detail beschrieben. Das Modell basiert auf der Zuckeranreicherung pro Beere[11]. Es zeigte sich, dass das Plateau der Beerenzuckeranreicherung bei 1 M (18 - 19 °Brix) erreicht ist. Das von Shahood *et al.* (2020)[11] für einzelne Beeren vorgeschlagene Modell ist dabei am besten dazu geeignet, die molekularen und metabolischen Prozesse, sowie deren Verteilung, während der Fruchtentwicklung der Rebe zu beschreiben. Wie bereits in anderen Studien erwähnt, ist die Zuckeranreicherung pro Beere in einer Beerenpopulation ein wichtiger physiologischer Indikator zur Bestimmung des Erntedatums für bestimmte Weinstile[7, 8]. Mit den Beerenpopulationen in unserer Studie wurde das Plateau bei etwa 20 ± 1 °Brix erreicht.

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International.

Ab diesem Wert ist der Zuckerzuwachs hauptsächlich auf den Wasserverlust der Beeren und letztendlich auf deren Schrumpfen zurückzuführen. Ausgehend vom Plateau der Beerenzuckeranreicherung wurden nach der vorgeschlagenen Methode zwei Erntetermine bestimmt (Abbildung 2): der erste Termin für Weine mit Noten von frischen Früchten (FF) und der zweite Termin für Weine mit Noten von reifen Früchten (RF).

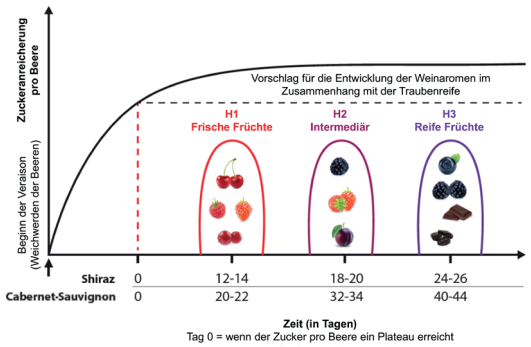


ABBILDUNG 2. Methode zur Bestimmung optimaler Erntetermine im Verhältnis zum potenziellen Weinstil, basierend auf der Zuckeranreicherung pro Beere für Shiraz und Cabernet-Sauvignon.

2. Die sensorische Analyse von Weinen

Shiraz- und Cabernet-Sauvignon-Weine aus der Region Griffith zeigten im Jahr 2014 eine ähnliche aromatische Entwicklung. Cabernet-Sauvignon FF-Weine wurden mit roten Früchten und Kräuterattributen wie Tomatenblättern, grünen Oliven und speziell Paprika assoziiert. In Shiraz wurden FF-Weine als säurehaltiger wahrgenommen, eine Tatsache, die bei Cabernet-Sauvignon nicht offensichtlich war. RF-Weine zeichneten sich dahingegen durch dunkle Früchte, Pflaumenaromen und eine höhere Adstringenz aus. Zudem wurden sie als alkoholhaltiger wahrgenommen. Im Jahr 2015 wurde eine Zwischenernte zwischen dem FF- und dem RF-Stadium durchgeführt. Diese Weine zeichneten sich, unabhängig von Sorte, Standort und klimatischen Bedingungen in allen Regionen und Jahrgängen, durch ein ähnliches Muster aus, welches hinsichtlich der aromatischen Entwicklung zwischen FF und RF lag[10]. Es war möglich, die FF- und RF-Stadien systematisch mit Deskriptoren wie „rote Früchte" und „dunkle Früchte und Pflaumen" zu unterscheiden. Im Gegensatz dazu konnten sensorische Weinprofile aus der Zwischenernte nicht eindeutig definiert werden (Abbildung 3).

Eine einfache, sequenzielle Weinlese, die allein auf der Zuckerkonzentration der Trauben beruht, bietet keine Garantie für die aromatischen Eigenschaften des endgültigen Weins. Stattdessen wurde festgestellt, dass eine Analyse der Zuckeranreicherung pro Beere dafür besser geeignet ist. Eine Untersuchung flüchtiger Komponenten und der sensorischen Zusammensetzung der Weine ergab, dass Verbindungen, die sowohl von Trauben als auch von der Hefe abstammen, vom Stadium der Traubenreife beeinflusst werden. Bestimmte Verbindungen könnten sogar als allgemeine Reifeindikatoren für Shiraz- und Cabernet-Sauvignon-Weine angesehen werden.

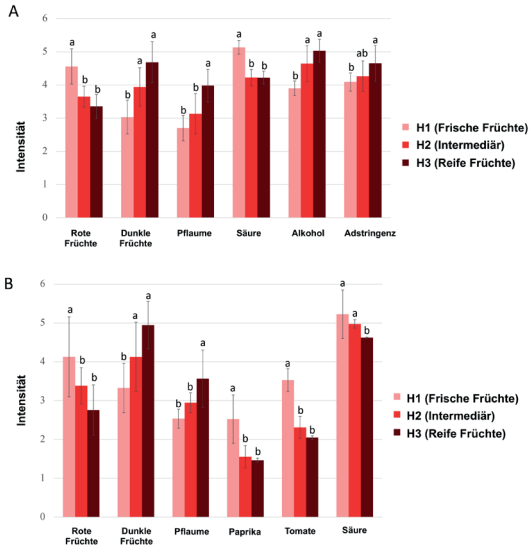


ABBILDUNG 3. Durchschnittliche Bewertung der Intensität sensorischer Attribute ± SD für den Jahrgang 2015. Signifikante Unterschiede sind für Shiraz- (A: n = 18 pro Erntedatum) und Cabernet-Sauvignon-Weinen (B: n = 6 pro Erntedatum) für die Erntedaten H1, H2 und H3 dargestellt. Zum Vergleich der Daten wurde eine einfaktorielle ANOVA verwendet. Unterschiedliche Buchstaben über den Balken zeigen die Signifikanz bei $p < 0,05$ (Fisher's LSD) an. Bei allen angegebenen Unsicherheiten handelt es sich um die Standardabweichung von 18 Shiraz-Weinen (A) bzw. 6 Cabernet-Sauvignon-Weinen (B).

Der Beitrag von Dimethylsulfid (DMS) zum Aroma dunkler Früchte, das für RF-Weine typisch ist, war der bedeutendste Marker für die Unterscheidung zwischen „frischen Früchten" und „reifen Früchten". Es wurden auch einige sortenspezifische Marker mit potenziellem sensorischem Beitrag identifiziert. Insbesondere (Z)-3-Hexenol scheint zum frischen Fruchtaroma in Shiraz-Weinen beizutragen. Die Entwicklung der Terpenoide schien insgesamt unabhängig von der Zuckeranreicherung während des späten Reifestadiums zu sein. Im Gegensatz dazu war die Esterzusammensetzung bei Shiraz- und Cabernet-Sauvignon-Weinen sehr verschieden, es war jedoch immer noch ein einheitlicher Trend zwischen den Reifestadien zu beobachten. Die komplexen Zusammenhänge zwischen Traubenzusammensetzung, Weinzusammensetzung und dem sensorischen Profil eines Weins waren schwer zu definieren. Die Beziehungen sind aufgrund einer Reihe möglicher Faktoren kompliziert. Dazu zählen unter anderem: andere nicht analysierte Verbindungen, die Auswirkungen des Hefestoffwechsels, und sensorische Interaktionen von aromaaktiven Komponenten, die die Wahrnehmung beeinflussen.

Fazit

Die hier vorgestellte Studie hat das Vorhandensein einer vorhersehbaren Aromasequenz während der Reife sowohl für australischen Shiraz als auch Cabernet-Sauvignon aus verschiedenen Mesoklimaten hervorgehoben. Zwei unterschiedliche Reifestadien, „frische Früchte" (frische, rote Fruchtnoten) und „reife Früchte" (dunkle Früchte und Pflaumen), waren durchweg erkennbar. Die Dynamik der aromatischen Entwicklung könnte mit der Zuckeranreicherung der Beeren und der Entwicklung der Beerenfrischmasse in Zusammenhang stehen, ohne dass ein direkter Zusammenhang mit der Zuckerkonzentration der Beeren besteht. Die Zuckeranreicherung und die Beerenfrischmasse könnten somit als zusätzliche physiologische Indikatoren zur Beurteilung des Reifegrades herangezogen werden. Eine weitere Beobachtung war, dass nach dem Erreichen des Plateaus der Zuckeranreicherung in den Beeren eine Entkopplung der technologischen Reife von der aromatischen und phenolischen Reife stattfand. ■

Danksagung: *Die Autoren danken Campbell Meeks für die Herstellung der experimentellen Weine in dieser Studie und den australischen Winzern für ihre finanzielle Unterstützung durch ihre Investmentgesellschaft Wine Australia. Die Autoren möchten sich auch bei den Produzenten in Griffith und Orange für den Zugang zu den Weinbergen und für die Traubenspenden bedanken.*

Basiert auf dem wissenschaftlichen Artikel "Performing sequential harvests based on berry sugar accumulation (mg/berry) to obtain specific wine sensory profiles" (OENO One, 2021) und, "Unravelling wine volatile evolution during Shiraz grape ripening by untargeted HS-SPME-GC × GC-TOFMS" (Food Chemistry, 2019).

1 Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J.M., & Zamora, F. (2010). Comparison of methods for estimating phenolic maturity in grapes: Correlation between predicted and obtained parameters. *Analytica Chimica Acta, 660* (1-2), 127-133. https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.10.067

2 Bindon, K., Varela C., Holt, H., Kennedy, J. & Herderich, M. (2013). Relationships between harvest time and wine composition in Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. *Food Chemistry, 138* (2-3), 1696-1705. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.146

3 Allamy, L., Darriet, P. & Pons, A. (2018). Molecular interpretation of dried-fruit aromas in Merlot and Cabernet Sauvignon musts and young wines: Impact of over-ripening. *Food Chemistry, 266*, 245-253. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.022

4 Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Gowdy, M., Farris, L., Pieri, P., Marolleau, L., & Gambetta, G.A. (2023). An operational model for capturing grape ripening dynamics to support harvest decisions. *OENO One, 57*(2), 505-522. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.2.7399

5 Rabot, A., Rousseau, C., Li-Mallet, A., Antunes, L., Osowski, A. & Geny, L. (2017). A combined approach using chemical and image analysis to estimate seed maturity for Bordeaux area grapevine. *OENO One, 51*(1), 29-35. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.1.1764

6 Van Leeuwen, C., Barbe, J.C., Garbay, J., Gowdy, M., Lytra, G., Plantevin, M., Pons, A., Thibon, C., & Marchand, S. (2023). Aromatic ripeness may be the type of maturity that impacts red wine typicity the most. Part I: the aromas involved in aromatic ripeness. *IVES Technical Reviews*. https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7526

7 Deloire, A. (2013). *Physiological indicators to predict harvest date and wine style.* 15th Australian Wine Industry Technical Conference, Sydney, New South Wales. 47-50

8 Šuklje, K., Carlin, S., Stanstrup, J., Antalick, G., Blackman, J.W., Meeks, C., Deloire, A., Schmidtke, L.M & Vrhovsek, U. (2019). Unravelling wine volatile evolution during Shiraz grape ripening by untargeted HS-SPME-GC × GC-TOFMS. *Food Chemistry, 277*, 753-765. https://doi.org/10.1016/j.foodcem.2018.10.135

9 Deloire, A. (2011). The concept of berry sugar loading, *Wineland Magazine*, January 2011

10 Antalick, G., Šuklje, K., Blackman, J. W., Schmidtke, L. M., & Deloire, A. (2021). Performing sequential harvests based on berry sugar accumulation (mg/berry) to obtain specific wine sensory profiles. *OENO One, 55*(2), 131–146. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.2.4527

11 Shahood R., Torregrosa L., Savoi S., Romieu C., (2020). First quantitative assessment of growth, sugar accumulation and malate breakdown in a single ripening berry. *OENO One, 54*(4). https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.4.3787