

Die Dormanz schlafender Knospen und die Entwicklung des Seitentriebs bei Rebpflanzen

>>> Die Entwicklung der Rebpflanze umfasst vom Knospenaufbruch bis zur Reifung der Beeren verschiedene phänologische Stadien, die vor allem von Temperatur und Wasserverfügbarkeit abhängen. Vor dem Knospenaufbruch gibt es ein sehr wichtiges Stadium mit der Bezeichnung Dormanz, das sich in zwei Abschnitte unterteilen lässt: Endodormanz und Ecodormanz. Der Klimawandel (zunehmende Durchschnittstemperaturen und Trockenheit) kann das Einsetzen des Knospenaufbruchs beschleunigen, der dann allerdings mit einer ausgeprägteren Heterogenität erfolgt, wodurch sich das Risiko erhöht, dass der Seitentrieb abiotischen und biotischen Schadeinflüssen ausgesetzt wird. Dies kann natürlich zu Beeinträchtigungen von Ertrag- und Qualität führen. Unter diesem Gesichtspunkt ist es wichtig, einschätzen zu können, wann die klimatischen Bedingungen für das Aufbrechen der Dormanz günstig sind und das Datum des Knospenaufbruchs vorhersagen zu können. <<<

■ Dormanz schlafender Knospen

Die Dormanz von Rebstöcken ist ein wichtiges phänologisches Stadium der Rebpflanzen-Entwicklung, das die beiden Abschnitte Endodormanz und Ecodormanz umfasst¹. Diese Periode bereitet die Entwicklung der schlafenden Knospen bis zum schließlichen Knospenaufbruch im Frühjahr vor. Die schlafenden Knospen tragen die Anlagen der zukünftigen Seitentriebe 1. Ordnung und die Anlagen der Gescheine, also der zukünftigen Weintrauben (Abbildung 1).

→ Endodormanz

Endodormanz ist die vom schlafenden Knospenmeristem ausgehende Wachstumshemmung. Verursacht wird sie von inneren Faktoren der Pflanze, die eine Beendigung der Dormanz selbst dann verhindern, wenn die äußeren Faktoren für das Wachstum optimal sind. Bei Rebpflanzen könnten diese inneren Faktoren mit Konzentrationsveränderungen primärer und sekundärer Stoffwechselzwischenprodukte in Zusammenhang stehen, gemeinsam mit Hormonen wie Abscisinsäure (ABA). Es wird angenommen, dass ABA die Dormanz durch Unterdrücken der Meristemaktivität aufrechterhält. Hingegen fördert die Anwendung von Chemikalien, wie etwa Cyanamid oder Natriumazid, die Aufhebung der Dormanz², wobei einige dieser Chemikalien in Europa wegen ihrer starken Auswirkungen auf die Umwelt nicht zugelassen sind.

Neben der Regulation durch Hormone wird die Endodormanz durch kürzere Tage und kühlere Temperaturen ausgelöst. Für das Beenden der Endodormanz ist winterliches Chilling erforderlich. Auch wenn die Wirkung der Chilling-Temperatur auf das Brechen der Dormanz auf molekularer Ebene noch besser erforscht werden muss, lässt sich bereits sagen, dass eine Periode von 200 Stunden (acht Tage) mit einer täglichen Durchschnittstemperatur von $\leq +8$ °C hinreichte, damit der Knospenaufsprung innerhalb angemessener Zeit und in ausreichendem Ausmaß erfolgen konnte³. Es wäre logisch anzunehmen, dass die Notwendigkeit der Abkühlung

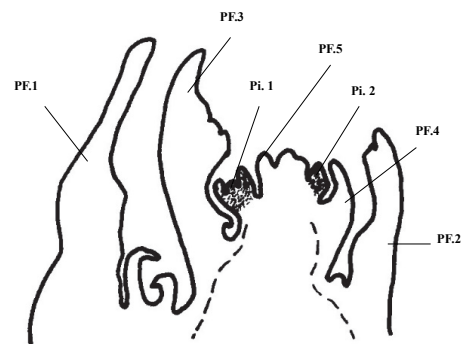


Abbildung 1. Längsschnitt einer schlafenden Knospe, der die Anlagen des zukünftigen Seitentriebs 1. Ordnung zeigt (nach Carolus, 1970). Wachstum und Differenzierung der schlafenden Knospe werden im Februar (Südhalbkugel), beziehungsweise im August (Nordhalbkugel) eingestellt. In diesem Beispiel ist die Anlage von Blütenstand 1 gegenüber der Blattanlage 4 angeordnet; die Anlage von Blütenstand 2 ist gegenüber der Blattanlage 5 angeordnet. Der zukünftige Seitentrieb 1. Ordnung wird zwei Rispen tragen, die sich von unten gesehen an den Positionen 4 und 5 befinden. LP: Blattanlage; Pi: Anlage des Gescheins (nach Carbonneau *et al.*, 2015).

für einen bestimmten Cultivar konstant ist, unabhängig davon, ob die Kälteperiode mit wärmeren Temperaturen abwechselte^{4,5}. Es gibt allerdings sortenbedingte Unterschiede, wie viel Abkühlung erforderlich ist⁶. Abbildung 2 zeigt, dass zwischen 1. Dezember 2019 und 2. Februar 2020 die erforderliche Anzahl von Tagen (8 Tage) mit einer Durchschnittstemperatur von $\leq +8$ °C erreicht war, sodass die Dormanz der Knospen gebrochen wurde (Südfrankreich; Daten von Institut Agro-Montpellier SupAgro (IHEV) Wetterstation Versuchswienberg).

→ Ecodormanz

Wenn die Endodormanz vorbei ist, sind die Rebstöcke physiologisch gesehen bereit für den Knospenaufbruch. Zuvor müssen allerdings noch die Bedingungen entfallen, die zur Endodormanz geführt hatten. Rebstöcke können im Zustand der Ecodormanz verharren, wenn die Wurzelaktivität und Knospenwachstum unterstützenden Faktoren nicht optimal sind. Zu diesen wichtigen Umweltfaktoren zählen die Temperatur (Luft und Boden) und Wasser (Bodenfeuchte). Um den Knospenaufbruch einzuschätzen und vorherzusagen, sind einige Modelle entwickelt worden^{6,7}.

Die Daten zum Brechen von Endodormanz und Ecodormanz werden in diesen Modellen nur anhand der Ansprüche an Chilling und Lufttemperatur-Forcing prognostiziert. Die Modelle prognostizieren den Knospenaufbruch, wenn 50 % der Knospen dieses in Abbildung 3 (b, c, d) gezeigte bestimmte Stadium erreicht haben. Allerdings machen die Modelle keine Angaben über die Dauer vom Einsetzen bis zum Aufbruch der maximalen Knospenzahl, ebensowenig wie über die maximale Knospenzahl und somit die Zahl der Seitentriebe.

■ Entwicklung der Seitentriebe

Nach dem Knospenaufbruch spielt die Temperatur weiterhin eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Seitentriebe 1. Ordnung aus den in den schlafenden Knospen vorgeformten Organen (Abbildung 3). Bei Abwesenheit von Umweltstress lässt sich die Anzahl der

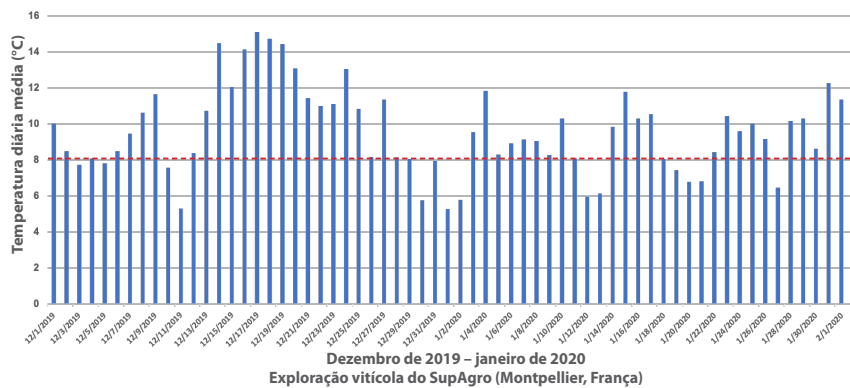


Abbildung 2. Beispiel durchschnittlicher Tagestemperaturen von 1. Dezember 2019 bis 2. Februar 2020: die Anzahl von Tagen mit einer durchschnittlichen Tagestemperatur von $\geq +8$ °C betrug 11 Tage, was ausreicht, um die Endodormanz zu brechen (die rot gepunktete Linie zeigt $+8$ °C an).

entfalteten Blätter an den einzelnen Haupttrieben anhand des Phyllochrons vorhersagen (d. h. die thermale Dauer zwischen zwei entfaltenen Blättern oder zwei Phytomeren). Für die Bildung eines neuen entfaltenen Blatts am Seitentrieb 1. Ordnung ist eine gewisse Zahl von $\sim +21$ °C-Tagen erforderlich. Diese Berechnung erfolgt auf einer Basis von $+10$ °C, was dem Mindesttemperaturanspruch für das Wachstum von Rebpflanzen entspricht. So reichen beispielsweise zwei aufeinanderfolgende Tage mit einer täglichen Durchschnittstemperatur von $+21$ °C, um ein neues entfaltetes Blatt zu bilden (d. h. ein Internodium oder Phytomer)⁸.

■ Fazit

Anhand der Temperatur lässt sich das Datum des Brechens der Dormanz von Knospen (Ecodormanz und Endodormanz) und der Entwicklung des Seitentriebs 1. Ordnung vorhersagen. Für das Brechen der Endodormanz sind bei Rebpflanzen kalte Wintertemperaturen ($< +8$ °C) erforderlich. Anschließend sind für Knospenaufbruch und Seitentriebentwicklung warme Temperaturen ($> +10$ °C) erforderlich. Allerdings können die meisten temperaturbasierten Modelle des Knospenaufbruchs nicht die Dauer und Geschwindigkeit des Knospenaufbruchs vorhersagen, die eine Exposition gegenüber Umweltrisiken bewirken und den Ertrag beeinträchtigen können. Außerdem berücksichtigen sie weder andere Umweltfaktoren (Lichtperiode, Wasser- und Nährstoffversorgung) noch Pflanzenmanagement (Schnitthäufigkeit und -datum, Quelle-Senke-Beziehung), die sich ebenfalls auf die Fähigkeit des Rebstocks auswirken, in die Dormanz überzugehen, nach Knospenaufbruch mit dem Wachstum zu beginnen und Phytomere zu entwickeln (ein Phytomer = ein Nodium + ein Internodium, das jeweils ein Blatt trägt und manchmal Ranken oder Rispen).



Abbildung 3. Beispiel für schlafende Knospe an einem Rebstock (a) und Knospenaufbruch-Stadien einer schlafenden Knospe (b, c, d) und Beispiel für die Entwicklung eines Seitentriebs (e).

■ Weitere im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu beantwortende Fragen...

Die meisten Weinbauregionen der Welt befinden sich zwischen 40° und 50° nördlicher Breite auf der Nordhalbkugel und zwischen 30° und 40° südlicher Breite

auf der Südhalbkugel, die als gemäßigte Klimazonen bezeichnet werden. Die weitere Entwicklung des Klimas könnte Probleme aufwerfen bezüglich des Anspruchs an kalte Wintertemperatur zum Brechen der Endodormanz. Dies könnte sich auswirken auf:

- die Anzahl und die Homogenität von Aufbruch und Wachstum schlafender Knospen
- die Fruchtbarkeit der schlafenden Knospen nach dem Knospenaufbruch
- die Anzahl pro Rebstock entwickelter Rispen und Seitentriebe 1. Ordnung, was sich auf den Ertrag auswirkt
- die Dynamik der Beerenreife, einhergehend mit einer stärkeren Heterogenität der Traubenreife und der damit zusammenhängenden Qualität des Weins

Diese in letzter Zeit in heiß-warmen Weinbauregionen beobachteten Probleme (Südafrika, Australien, Südamerika...) bedürfen weiterer Beobachtung und Untersuchung, um geeignete Lösungen zu finden, wie etwa die Auswahl geeigneter Cultivare und Unterlagen oder die Anpassung von Bewirtschaftungspraktiken (Bewässerung, Schnittdaten, usw.). ■

Anne Pellegrino¹, Suzy Rogiers², Alain Deloire¹

¹ Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France

² NWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia

1 Lang, G. A., Early, J. D., Martin, G. C., & Darnell, R. L. (1987). Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*, 22(3), 371-377.

2 Pérez FJ, Vergara R, Or E., 2009. On the mechanism of dormancy release in grapevine buds: a comparative study between hydrogen cyanamide and sodium azide. *Plant Growth Regulation*, 59: 145–152.

3 Dokoozlian, N.K. 1999. Chilling Temperature and Duration Interact on the Budbreak of 'Perlette' Grapevine Cuttings. *Hortscience*, vol. 34(6), october.

4 Carbonneau A., Deloire A., Torregrosa L., Jaillard B., Pellegrino A., Métay A., Ojeda H., Lebon E., Abbal P., 2015. *Traité de la Vigne, Physiologie, Terroir, Culture*. Editions Dunod (2ème édition), pp573.

5 Anzanello R., Fialho F.B. and Santos H.P., 2018. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. *Ciência e Agrotecnologia*, 42, 364–371.

6 Garcia de Cortazar Atauri I.G., Brisson N. and Gaudillere J.P., 2009 Performance of several models for predicting budburst date of grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Int J Biometeorol*, 53:317–326, DOI 10.1007/s00484-009-0217-4.

7 Caffarra, A.; Eccel, E., 2010. Increasing the robustness of phenological models for *Vitis vinifera* cv. Chardonnay. *International Journal of Biometeorology*, 54 (3): 255-267. doi: 10.1007/s00484-009-0277-5 handle: <http://hdl.handle.net/10449/19073>.

8 Lebon, E., Pellegrino, A., Tardieu, F., and Lecoer, J. (2004). Shoot development in grapevine (*Vitis vinifera* L.) is affected by the modular branching pattern of the stem and intra- and inter-shoot trophic competition. *Ann. Bot.* 93, 263–274. doi: 10.1093/aob/mch038