

Samenzahl und -gewicht von Trauben und ihr Einfluss auf das Beerengewicht

Die Grösse der Traubenbeeren und damit ihr Gewicht wird durch die von den Traubenkernen an das Fruchtfleisch abgegebenen Wachstumsstoffe massgeblich beeinflusst. Dabei stellt sich die Frage, ob in erster Linie die Anzahl oder eher die Gesamtmasse aller Samen einer Beere als Steuergrösse für das Fruchtwachstum zu betrachten sind. Am Beispiel verschiedener Rebsorten mit sehr unterschiedlichen Samenzahlen und -gewichten wurde dieses Problem studiert. Die Resultate sind eindeutig: Das Beerenwachstum hängt in erster Linie vom Gesamtsamengewicht ab.

WERNER HOFÄCKER, DIENSTLEISTUNGSZENTRUM LÄNDLICHER RAUM (DLR) OPPENHEIM (D)

Traubenkernöl weist den höchsten Gehalt an ungesättigten Fettsäuren aller Pflanzenöle (ca. 85%) auf und gilt als vorzügliches Speiseöl sowie als diätetisches Nahrungsmittel. Es geniesst dementsprechend in der derzeitigen Wellness-Bewegung einen hohen Bekanntheitsgrad. Die eigentliche Bedeutung der Traubenkerne liegt jedoch auf anderem Gebiet. Die Samen der Weinbeeren erfüllen für die Rebe selbst elementare biologische Funktionen, indem sie durch die Verschmelzung von Pollen und Eizelle als genetisches Gedächtnis funktionieren und über das Beerenwachstum die Ertragsbildung beeinflussen. Für den Züchter sind dies sehr wichtige Gesichtspunkte. Die Kerne können überdies als wichtiges Hilfsmittel bei der Sortenbeschreibung beigezogen werden.

Die Frage nach der Samenzahl

Unsere heimischen Rebsorten sind meist samenhaltig, weisen aber sehr unterschiedliche Samenzahlen (1–6 Samen) auf; der Durchschnitt liegt bei zwei Samen. Es kann davon ausgegangen werden, dass ursprünglich alle Traubensorten samenhaltig waren und sich im Lauf der Entwicklung Formen mit wechselnder Samenzahl bis hin zur Samenlosigkeit herausgebildet haben. Hintergrund der vorliegenden Untersuchungen war die Frage, ob das Beerenwachstum und damit das Beerengewicht eher von der Samenzahl oder vom Samengewicht bestimmt werden und ob sich daraus rebzüchterische Ansatzpunkte ableiten liessen.

Es wurden Untersuchungen an einer Reihe von Rebsorten, Varietäten und Klonen durchgeführt. Über die Ergebnisse bei Silvaner, Riesling, Huxelrebe, Portugieser und Alicante bleu, die letztgenannte eine grossbeerige, französische Tafeltraube, soll im Folgenden berichtet werden.

Die Probenahme bei den Trauben erfolgte zu dem Zeitpunkt, in dem die Einzelbeeren zwar ihr volles Ge-

wicht erreicht hatten – also kurz vor der Lesereife – aber noch vollkommen gesund waren, um Einflüsse durch Fäulnisbefall auszuschliessen. Dann wurden sie sofort vakuumverpackt und bei -20 °C gelagert. Zur Aufarbeitung wurden nach Bedarf jeweils Teile der Traube aufgetaut, die Beeren am Stielansatz vom Stielgerüst getrennt und gewogen. Anschliessend wurden die Samen aus den Früchten herauspräpariert, getrocknet und gesamthaft gewogen.

Einzelbeerengewichte

Zur Charakterisierung der untersuchten Sorten sind in Tabelle 1 einige Kenngrössen zum Beerengewicht wiedergegeben. Insbesondere das maximale Gewicht weist grosse Unterschiede auf. Es steigt von 1383 mg bei Riesling über Silvaner und Portugieser bis zur Huxelrebe mit 4145 mg an. Deutlich darüber liegt noch die Sorte Alicante bleu. Bei den mittleren Beerengewichten reicht die Schwankungsbreite von 826 mg (Riesling) bis 1669 mg (Portugieser) und 3180 mg (Alicante bleu). Die Huxelrebe erreicht trotz teilweise sehr schwerer Einzelbeeren im Mittel nur 1158 mg. Sie wird in hohem Masse von leichteren, also kleinen Beeren geprägt. Demzufolge erreicht sie auch bei der Häufigkeitsverteilung in der Gewichtsklasse von durchschnittlich 400 bis 600 mg ihr Maximum, während Riesling in der Gewichtsklasse von 800 bis 1000 mg, Silvaner und Portugieser in den Gewichtsklassen 1400 bis 1600 mg beziehungsweise 1800 bis 2000 mg am häufigsten zu finden sind.

Tab. 1: Beeren – Parameter zur Charakterisierung der Untersuchungsobjekte.

| | Beerenzahl (n) | Beerengewicht (mg) | | | max. Beerenhäufigkeit in Gewichtsklasse (mg) | Anzahl (n) |
|---------------|----------------|--------------------|------|--------|--|------------|
| | | Min. | Max. | Mittel | | |
| Riesling | 399 | 94 | 1383 | 826 | 800 – 1000 | 133 |
| Huxelrebe | 446 | 102 | 4145 | 1158 | 400 – 600 | 122 |
| Silvaner | 261 | 278 | 2360 | 1466 | 1400 – 1600 | 66 |
| Portugieser | 457 | 71 | 3069 | 1669 | 1800 – 2000 | 236 |
| Alicante bleu | 257 | 125 | 5763 | 3180 | 3200 | 48 |



Abb. 1: Beerenlängsschnitt mit Beerenhaut, Fruchtfleisch und mehreren Samen.

Abb. 2: Rebsamen in unausgereiftem Zustand (gelbgrün), von Rückenseite (ausgewölbt) und Bauchseite (eingedellt) mit Schnabel (schlanker Teil).

Abb. 3: Rebsamen in ausgereiftem Zustand (braun).

Abb. 4: Auskeimende Rebsamen.

Abb. 5: Rebsämlinge im 2- und 4-Blattstadium.

Die Zahlen widerspiegeln die Praxisbeobachtungen: Riesling präsentiert sich überwiegend kleinbeerig; Portugieser und Silvaner sind durch einen hohen Anteil mittelgrosser Beeren geprägt, während sich bei der Huxelrebe neben einigen ungewöhnlich schweren, grossen Beeren eine Vielzahl kleiner, leichter Beeren finden. Alicante bleu zeichnet sich wie bei einer Tafeltraube erwünscht, durch sehr grosse Beeren aus. Die ansteigenden Beerengewichte sind sortenspezifisch und das Ergebnis gezielter züchterischer Selektion. Sie werden aber durch Standort-, Witterungs- und Düngungsfaktoren modifiziert.

Samenzahl pro Beere und Häufigkeitsverteilung

Die Zahl der Samen pro Beere ist ein häufig benutztes, einfaches Kriterium zur Sortencharakterisierung. Wie Tabelle 2 zeigt, schwanken die Samenzahlen pro Beere zwischen 1 und 6. Die mittlere Samenzahl ist bei Alicante bleu am niedrigsten und steigt über Portugieser, Silvaner und Riesling bis zu Huxelrebe an. In geringer Anzahl wurden bei Riesling und Alicante bleu auch samenlose Beeren gefunden. Es fällt auf, dass bei Alicante bleu die überwiegende Zahl der Beeren lediglich mit einem Samen, bei Huxelrebe hingegen mit vier Samen ausgestattet ist.

Tab. 2: Samenzahl und Beerenhäufigkeitsverteilung pro Samen (0–6).

| | Samenzahl | mittlere Samenzahl | Beerenhäufigkeit mit 0 bis 6 Samen | | | | | | |
|---------------|-----------|--------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|----|---|---|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Riesling | 1 – 6 | 2.5 | 3 | 82 | 118 | 110 | 56 | 8 | 1 |
| Huxelrebe | 1 – 5 | 3.5 | 1 | 23 | 41 | 125 | 6 | | |
| Silvaner | 1 – 5 | 2.4 | 49 | 34 | 23 | 3 | | | |
| Portugieser | 1 – 4 | 1.7 | 86 | 63 | 22 | 9 | | | |
| Alicante bleu | 0 – 4 | 1.5 | 4 | 158 | 67 | 14 | 12 | | |

Bezüglich der Verteilungsstruktur folgt die Sorte Riesling weitgehend einer Normalverteilung. Bei den übrigen Sorten ist eine schiefe Verteilung zu erkennen, bei Huxelrebe im Bereich der ansteigenden Samenzahlen pro Beere, bei Silvaner, Portugieser und

Alicante bleu mit abnehmenden Samenzahlen. Die Abbildungen 1 bis 5 geben einen Überblick über Samen und deren Entwicklung.

Bereits Prof. Hermann Müller-Thurgau (1850–1927) machte die Anzahl der Samen pro Beere für Qualität und Ertrag verantwortlich. Später wurde der hormonell bedingte Einfluss der Samen auf das Beerengewicht erkannt sowie auch, dass dieser Einfluss mit zunehmender Samenzahl abnimmt.

Samengewichte

Für den Einfluss des Samens auf das Beerengewicht ist auch seine Grösse beziehungsweise sein Gewicht von Bedeutung. Auch die Samengewichte sind sortenabhängig und unterliegen den allgemeinen Wachstumsbedingungen. Die mittleren Einzelsamengewichte in Tabelle 3 wurden rechnerisch aus der Summe der Samengewichte pro Beere und der Zahl der Samen ermittelt.

Tab. 3: Mittleres Einzelsamengewicht und Summe Samengewicht je Beere.

| | mittleres Einzelsamengewicht* (mg) | | | Gesamtsamengewicht je Beere (mg) | | |
|---------------|------------------------------------|------|--------|----------------------------------|------|--------|
| | Min. | Max. | Mittel | Min. | Max. | Mittel |
| Riesling | 0.3 | 47 | 21 | 1 | 163 | 47 |
| Silvaner | 0.5 | 57 | 27 | 1 | 178 | 60 |
| Huxelrebe | <0.1 | 206 | 10 | <1 | 241 | 34 |
| Portugieser | 1.0 | 70 | 42 | 1 | 215 | 71 |
| Alicante bleu | 1.0 | 93 | 76 | 1 | 371 | 115 |

*) rechnerisch aus Summe Samengewicht / Samenzahl

Danach schwankt das mittlere Einzelsamengewicht zwischen <0.1 mg und 206 mg. Beide Extremwerte werden von der Huxelrebe belegt. Im Mittel aller Samen wurden bei der Huxelrebe die kleinsten Samen gefunden; dann folgen Riesling, Silvaner, Portugieser und Alicante bleu. Solche Untersuchungen zum Samengewicht waren bisher nur in geringem Umfang Gegenstand der Forschung. Viel eher wird die Bedeutung der Kernmasse herausgestellt.

Für die biologische Wirksamkeit des Samens in der Beere ist neben der Anzahl der Traubenkerne auch das Samengewicht und somit das Produkt der beiden Grössen von entscheidender Bedeutung. In Tabelle 3 ist das Produkt Gewicht × Zahl unter «Gesamtsamengewicht» wiedergegeben.

Genauere Angaben über die Verteilung der Samengewichte erhält man anhand von Häufigkeitsprofilen, wie sie für die untersuchten Rebsorten in Abbildung 6 (a-e) dargestellt sind. Danach sind bei Riesling und Silvaner Samen in der Gewichtsklasse 40 bis 60 mg am häufigsten zu beobachten. Bei Portugieser liegt der Schwerpunkt im Bereich von 80 mg, bei Alicante bleu um 80 bis 120 mg, während die Samen der Huxelrebe hauptsächlich im Bereich zwischen 20 bis 30 mg liegen. Daraus ergeben sich in Abhängigkeit von den sortenspezifischen Samengewichten charakteristische Muster, die an eine Normalverteilung heranreichen. Die Huxelrebe zeigt eine eindeutig schiefe Verteilung mit einem deutlichen Hervortreten klei-

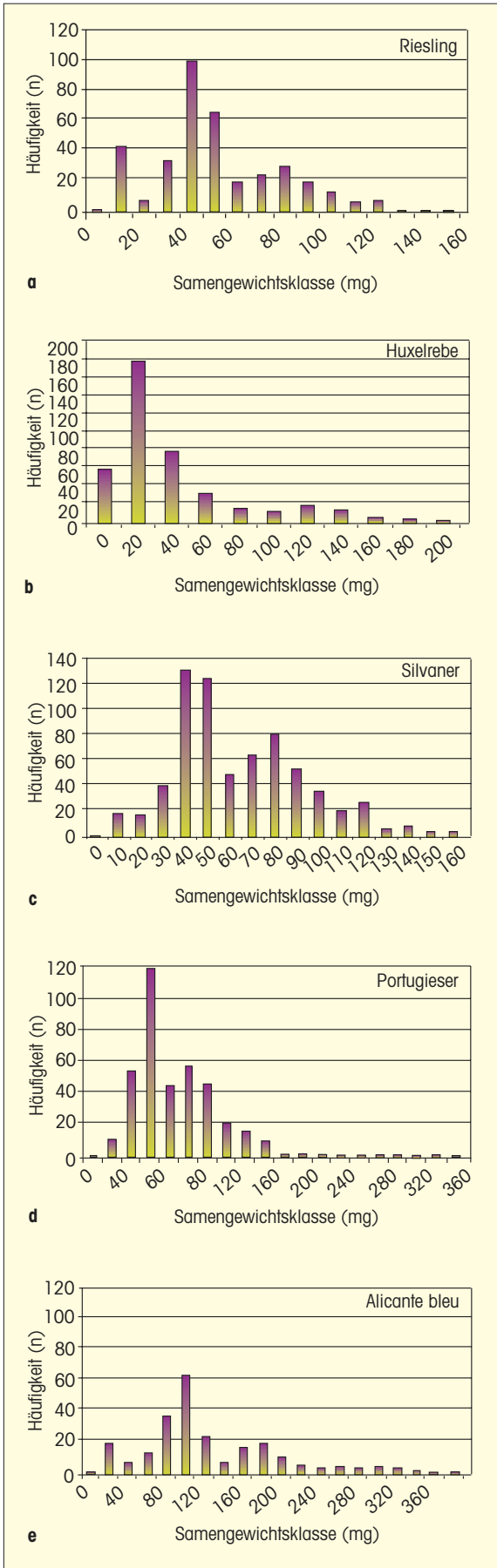


Abb. 6 (a-e): Häufigkeitsverteilung der mittleren Samengewichte bei den Rebsorten Riesling, Huxelrebe, Silvaner, Portugieser und Alicante bleu.

nerer Gewichtsklassen. Daneben fällt auf, dass in hohem Masse, das heisst 47-mal Samengewichte kleiner als 1 mg auftraten. Sie müssen als samenlos (fehlender Embryo) beziehungsweise als nur mit rudimentärer Samenanlage ausgestattet gelten.

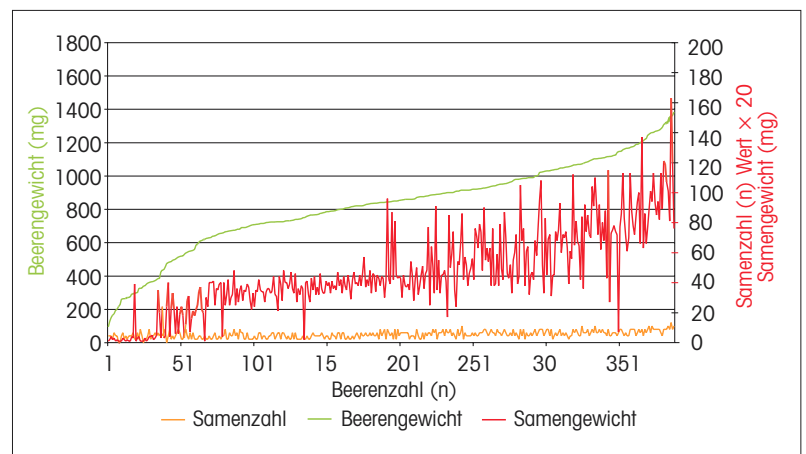
Die Verteilung der einzelnen Samengewichtsklassen innerhalb der Sorte ist sowohl für einzelne Trauben als auch für Trauben verschiedener Stöcke sehr typisch. Sie ist konstant, wenig jahrgangsabhängig und kann daher als solides und charakteristisches Merkmal angesehen werden.

Beerengewicht und Samenzahl

In Abbildung 7 sind stellvertretend für alle Rebsorten am Beispiel der Sorte Riesling die Beerengewichte und die dazugehörigen Samenzahlen beziehungsweise Samengewichte pro Beere dargestellt. Aus Gründen der Anschaulichkeit wurde ein Liniendiagramm gewählt, obgleich keine kontinuierlichen Datenverläufe zu Grunde liegen. Der Kurvenverlauf der Beerengewichte ist neben einem steilen Anfangs- und Endbereich durch eine weitgehend kontinuierliche Steigung gekennzeichnet. Die den Beerengewichten zugehörigen Samengewichte verlaufen im Mittel ähnlich zunehmend; die Beziehung zu den Beerengewichten ist gut zu erkennen. Die Samenzahlen hingegen lassen im Bezug zum Beerengewicht nur einen eher losen Zusammenhang erkennen.

Das Mass der Abhängigkeit des Beerengewichts von der Samenanzahl beziehungsweise dem Samengewicht lässt sich anhand einer Regressionsanalyse interpretieren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt. Dabei wird bei allen Sorten, die schon ange-deutete Abhängigkeit des Beerengewichts von der Samenanzahl und die noch deutlichere Abhängigkeit vom Samengewicht statistisch belegt. Die Steigung der Regressionsgerade (b) für Riesling liegt bei 7.68, was bedeutet, dass bei einer Zunahme des Samengewichts um 1 mg das Beerengewicht um 7.68 mg zunimmt. Der Korrelationskoeffizient (r) ist das Mass für den Grad der Beziehung (eng/lose). Er liegt bei 0.87 und lässt damit eine signifikante Korrelation erkennen. Das Bestimmtheitsmass (R^2) liegt bei 0.70, was besagt, dass im vorliegenden Fall 70% des Beerengewichts vom Samengewicht bestimmt werden, der Rest ist anderen Faktoren unterworfen.

Abb. 7: Einzelbeerengewicht im Vergleich zu Samengewicht und -zahl bei der Sorte Riesling.



Tab. 4: Statistische Parameter zur Abhängigkeit des Beerengewichts von Samengewicht beziehungsweise Samenzahl.

| Sorte/Art | Regressionskoeffizient (b) | Bestimmtheitsmass (B ²) | Korrelationskoeffizient (r) |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Riesling | | | |
| Samengewicht | 7.6869 | 0.6966 | 0.87 |
| Samenzahl | 106.0600 | 0.2015 | 0.44 |
| Huxelrebe | | | |
| Samengewicht | 17.57 | 0.82 | 0.90 |
| Samenzahl | 231.72 | 0.07 | 0.26 |
| Silvaner | | | |
| Samengewicht | 15.14 | 0.60 | 0.77 |
| Samenzahl | 212.24 | 0.19 | 0.43 |
| Portugieser | | | |
| Samengewicht | 5.77 | 0.24 | 0.49 |
| Samenzahl | 172.77 | 0.12 | 0.34 |
| Alicante bleu | | | |
| Samengewicht | 12.24 | 0.64 | 0.80 |
| Samenzahl | 0.0005 | 0.45 | 0.63 |

Demgegenüber ist bei Riesling zwischen Beerengewicht und Samenzahl ein wesentlich geringeres Bestimmtheitsmass von $B^2=0.20$ zu erkennen. Die hier für diese Sorte dargelegten Zusammenhänge treffen, wie Tabelle 4 zeigt, auch für die übrigen Rebsorten zu: Das Beerengewicht wird in allen Fällen wesentlich stärker vom Samengewicht als von der Samenzahl beeinflusst. Zur Charakterisierung eines (ursächlichen) Zusammenhangs mit dem Beerengewicht beziehungsweise der Beerengrösse ist demnach die Verwendung des Samengewichts besser geeignet, auch wenn dies erhebliche Präparationsarbeit voraussetzt.

Darüber hinaus verdeutlichen die Regressionskoeffizienten (b), dass die einzelnen Sorten pro Samengewichtseinheit variable Beerengewichte erzielen, also mehr oder weniger produktiv sind. So erreicht in den Extremen der Portugieser je mg Samengewicht 5.77 mg Beerengewicht, die Huxelrebe hingegen 17.57 mg Beerengewicht. Auch diese Kenngrösse erscheint sehr gut geeignet, die sortenspezifische Wirksamkeit des Samengewichts auf das Beerengewicht respektive auf die Beerengrösse zu charakterisieren.

Das Ausmass, mit der in Abhängigkeit vom Samengewicht Beerenbiomasse produziert wird, ist wie gezeigt sehr unterschiedlich. Wenngleich neben genetischen und exogenen Faktoren in der Vergangenheit überwiegend die Bedeutung der Samenzahl für das Beerengewicht herausgestellt wurde, muss man auf Grund dieser Resultate annehmen, dass die entscheidenden Einflüsse letztlich vom Samengewicht ausgehen. Mit Sicherheit ist es dabei nicht das Samengewicht an sich,

sondern es sind die vom Samen ausgehenden Steuerungsimpulse phytohormoneller Art. Dabei kommt nicht die Hauptmasse des Samens, das Endosperm, sondern die voll ausgebildete und intakte Embryoanlage als Syntheseort für Gibberelline, Auxin, Cytokinin eventuell auch Abscisinsäure in Frage. Diese Annahme wird gestützt durch Ergebnisse, wonach der Wuchsstoffgehalt in samenlosen Beeren bald nach dem Verblühen soweit abnimmt, dass das Beerenwachstum nach und nach eingestellt wird. In der Produktion von samenlosen Tafeltrauben wird dies verhindert, indem die fehlende Wirkung der Samen durch einen Einsatz von Phytohormonen kompensiert wird. Neben dem Samen spielt zumindest beim Anfangswachstum der Beere auch der Pollen als Wuchsstofflieferant eine Rolle. Die erwähnten Phytohormone sind natürlich in ihrer fördernden und hemmenden Wirkung, das heisst in ihrer Gesamtbilanz zu sehen. Dabei scheint jedoch die Hauptwirkung vom Wuchsstoff Gibberellin auszugehen. Zur weiteren Klärung der Ursachen wäre eine isolierte Betrachtung des Embryos und seines Einflusses erforderlich, ein Vorhaben, das aber nur mit hohem präparativem Aufwand zu realisieren wäre.

Zum Schluss ...

Die gezeigten Verteilmuster von Beeren- und Samengewichtsklassen geben wichtige und reproduzierbare Hinweise zur Beschreibung von Arten und Sorten. Zugleich erlauben sie – und das ist bei Ertragssorten besonders relevant – einen qualitativen Rückschluss auf die Qualitätsleistung. Ein hoher Anteil an Beeren in niedrigen Gewichtsklassen, also vorherrschend kleinere Beeren, bedeutet tendenziell eine höhere Zucker- und Aromaproduktion in der Einzelbeere und damit mehr Qualität für den Winzer.

Die essentielle Bedeutung der Rebsamen für das Beerenwachstum und damit die sortenspezifische Beerengrösse konnte eindeutig belegt werden. Verkürzt heisst das, dass ohne Samen kein Beerenwachstum zu erwarten ist! Das Samengewicht ist mit dem Beerengewicht enger korreliert als die Samenzahl. Damit ergab sich eine klare Antwort auf die Versuchsfrage. Dieser Beitrag kann vielleicht das Interesse bei den Winzern wecken, selbst etwas hinter die Kulissen des Beereneinhalts zu schauen. Es braucht dazu keine kostspieligen wissenschaftlichen Geräte oder Messmethoden.

RÉSUMÉ

Nombre et poids des pépins de raisin et leur influence sur le poids des baies

La taille des baies de raisin et partant, leur poids, est déterminé en grande mesure par les substances de croissance libérées par les pépins de raisin dans la pulpe. La question se pose de savoir si c'est le nombre ou plutôt la masse globale de tous les pépins d'une baie qu'il faut considérer comme paramètre de croissance des fruits. Ce problème a été étudié sur différents cépages avec un nombre de pépins et des poids de pépins très variables. Les résultats sont sans équivoque: la croissance des baies dépend avant tout du poids total des pépins.