

Innovatie in het loofwandbeheer voor cool-climate-wijnen

Bron: Michigan State University – Paolo Sabbatini ([link](#))

Het vroegtijdig verwijderen van bladeren blijkt een hoeksteen te zijn van de precisie druiventeelt in wijngaarden in Michigan.



Figuur 1 Compacte tros Riesling-druiven met vroege tekenen van vruchttrot en onregelmatige rijping. De dichte trosarchitectuur van verschillende Vitis vinifera-druiven in koele klimaten beperkt de luchtstroom en lichtpenetratie, waardoor een vochtig microklimaat ontstaat dat schimmelinfecties zoals Botrytis cinerea en zuurrotbacteriën bevordert. De rozebruine verkleuring en afbraak van individuele bessen in de tros wijzen op een vroege rotprogressie, vaak verergerd door een hoge bladerdichtheid en beperkte ziektebestrijding. Dit voorbeeld onderstreept de noodzaak van ingrepen vóór de bloei, zoals het vroegtijdig verwijderen van bladeren, om de compactheid van de tros te verminderen en de omstandigheden in de vruchtzone te verbeteren.

In de groeiende wijnindustrie van Michigan is de behoefte aan een hogere fruitkwaliteit niet langer optioneel, maar essentieel om een reputatie op te bouwen in een concurrerende nationale markt. Producenten werken eraan om de kwaliteit van hun wijnen in Michigan te verbeteren en het behalen van consistente, hoogwaardige vruchten is een fundamentele prioriteit voor zowel wijnbouwers als wijnmakers. Wijngaarden in het noordwesten en zuidwesten van Michigan kampen echter met aanhoudende uitdagingen.

Het groeiseizoen is relatief kort, wat de tijd voor volledige fysiologische rijping van het fruit beperkt. Een overmatige vegetatieve groei, veroorzaakt door overmatige regenval en vaak ook door het overmatig gebruik van kunstmest door de wijnbouwers, leidt tot schaduwrijke fruitzones en een dicht bladerdak. In combinatie met de aanhoudende seizoensgebonden vochtigheid creëren deze omstandigheden een ideale omgeving voor schimmelinfecties en vruchtrot, met name bij compacte clusters van *Vitis vinifera*-cultivars zoals Pinot Noir, Chardonnay en Riesling, de meest aangeplante cultivars en de belangrijkste variëteiten van de wijnindustrie in Michigan.

Om de uitdaging nog groter te maken, staan telers onder toenemende druk om de inzet van chemische middelen te verminderen, met name fungiciden, die al zwaar leunen op de jaarlijkse uitbraken van valse meeldauw, echte meeldauw en Botrytis. Deze milieubeperkingen en marktvraag hebben geleid tot een dringende behoefte aan praktische, wetenschappelijk gevalideerde wijnbouwstrategieën die de fruitkwaliteit verbeteren en tegelijkertijd duurzame productie ondersteunen.

In de afgelopen twee decennia heeft het wijnbouwprogramma van Michigan State University (MSU) een leidende rol gespeeld in het aanpakken van deze behoefte door middel van nauwe samenwerking met telers, voorlichtingsmedewerkers en onderzoeksmedewerkers. Een van de meest impactvolle bijdragen van het programma is de ontwikkeling en validatie van vroege bladverwijdering, een techniek voor het beheer van het bladerdek vóór de bloei, waarbij de onderste bladeren nabij de vruchtzone selectief worden verwijderd, ongeveer 10 tot 15 dagen voor de bloei.

In tegenstelling tot traditionele bladverwijdering in de troszone, die meestal plaatsvindt na de vruchtzetting of tijdens de bloei, wordt vroege bladverwijdering toegepast tijdens een kritieke ontwikkelingsfase. Deze timing beïnvloedt de hormoon- en koolhydraatverdeling in de wijnstok, wat leidt tot een verminderde vruchtzetting, lossere trossen, een betere penetratie van zonlicht en een betere blootstelling aan de bessen vanaf de vroegste stadia van de vruchtontwikkeling.

Onder leiding van Paolo Sabbatini, PhD, hoogleraar wijnbouw aan de afdeling Tuinbouw, en Joshua VanderWeide, PhD, universitair docent en wijnbouwspecialist, heeft het onderzoek naar vroege bladverwijdering van MSU zich ontwikkeld van lokale proeven in commerciële wijngaarden in Michigan tot een uitgebreide wetenschappelijke portfolio. Dit werk omvat demonstratiepercelen op de boerderij voor door telers geleide innovatie tot hoge-resolutie metabolomische studies en wereldwijde meta-analyses die tientallen onafhankelijke proeven samenvoegen. Al met al presenteert het onderzoek een overtuigend argument voor vroege bladverwijdering als een klimaatbestendige, kwaliteitsverbeterende en biologisch intelligente strategie voor het beheer van het bladerdek, een strategie die uitzonderlijk geschikt is voor de omstandigheden in wijngebieden met een koel klimaat zoals Michigan.

Hieronder worden de fysiologische, datagedreven resultaten gepresenteerd die ten grondslag liggen aan vroege bladverwijdering, zoals aangetoond door een omvangrijke hoeveelheid onderzoek gepubliceerd in peer-reviewed wetenschappelijke tijdschriften. Deze bevindingen hebben direct vorm gegeven aan de praktische toepassing van vroege bladverwijdering in wijngaarden in heel Michigan en zijn omarmd door veel van de toonaangevende wijnhuizen van de staat. Met name

wijngaardbeheerbedrijven hebben de techniek inmiddels breed omarmd en hebben vroege bladverwijdering geïntegreerd in hun kernportfolio van bladerdekpraktijken die ze aan klanten aanbieden. Hun steun weerspiegelt een sterke afstemming tussen baanbrekend academisch onderzoek en de operationele prioriteiten van de moderne wijnbouw, namelijk fruitkwaliteit, duurzaamheid en veerkracht van de wijngaard op lange termijn.

Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van dat onderzoek in een samengevatte, praktische vorm gepresenteerd. Als u als wijnbouwer of wijnmaker geïnteresseerd bent in de originele wetenschappelijke manuscripten die hier kort worden samengevat, kunt u contact opnemen met Sabbatini via sabbatin@msu.edu.

Heroverweging van de timing van het bladerdek: De biologische reden voor vroege bladverwijdering

Traditionele bladverwijdering, meestal uitgevoerd na de vruchtzetting of tijdens de bloei, is bedoeld om de druiventrossen aan zonlicht bloot te stellen en de luchtstroom te verbeteren om schimmelziekten te verminderen. In dit stadium hebben de trossen zich echter al gevormd en zitten ze vaak dicht op elkaar, waardoor ze kwetsbaarder zijn voor Botrytis en zuurrot. Chemische toepassingen van fungiciden zijn daarom noodzakelijk om ze tegen rotting te beschermen (Figuur 1).

Vroeg blad verwijderen werkt anders. Door de onderste bladeren rond de bloeiwijzen vlak voor de bloei te ontbladeren, kunnen telers de bron-putrelatie en de hormonale signalering in de wijnstok veranderen tijdens een cruciale periode van de bloemontwikkeling. Dit leidt tot een verminderde vruchtzetting, wat resulteert in lossere trossen die minder vatbaar zijn voor rot. Lossere druiventrossen verminderen het risico op rot aanzienlijk door de luchtcirculatie in de vruchtzone te verbeteren. Wanneer de bessen uit elkaar staan, kan er meer lucht tussen de druiventrossen stromen, waardoor vocht van regen, dauw of een hoge luchtvochtigheid sneller kan verdampen. Dit vermindert de duur van de vochtigheid op het bessenoppervlak, wat een belangrijke factor is bij het beperken van schimmelgroei.

Bovendien ervaren losgevormde trossen minder interne druk tussen de bessen. In compacte trossen worden de bessen stevig tegen elkaar gedrukt tijdens hun groei en zwellen, wat de kans op schilbeschadiging, microscheurtjes of kneuzingen vergroot, vooral tijdens hittegolven of na regenval. Deze microbeschadigingen dienen als toegangspunten voor ziekteverwekkers zoals Botrytis cinerea of de organismen die verantwoordelijk zijn voor zuurrot. Door het contact tussen bessen te verminderen, behouden lossere trossen hun schilintegriteit en fungeren ze als een natuurlijke barrière tegen infectie.

Bovendien initieert de vroege toename van blootstelling aan zonlicht de biosynthese van flavonoïden en kan het de kleurontwikkeling, de dikte van de schil en de antioxidantenniveaus verbeteren. Op deze manier is vroegtijdige bladverwijdering niet alleen een fysieke aanpassing van de bladerdakarchitectuur, maar een ontwikkelingsinterventie die een fundamentele impact heeft op de fysiologie van de wijnstok.

Vroege proeven in wijngaarden in Michigan: Gewasbelasting en vruchtsamenstelling

De eerste reeks experimenten met onderzoek naar vroege bladverwijdering aan de MSU begon in 2008 met veldproeven die werden uitgevoerd in samenwerking met commerciële wijngaarden op het schiereiland Leelanau in Michigan, het schiereiland Old Mission en de regio Lake Michigan Shore. Het MSU-team paste handmatige vroege bladverwijdering toe op Pinot Noir, Merlot, Chardonnay, Riesling en Cabernet Franc, waarbij eenzijdige en tweezijdige ontbladering vóór de bloei werd vergeleken met controles na de vruchtzetting of geen ontbladering en verschillende niveaus van intensiteit van

vroege bladverwijdering (aantal verwijderde bladeren of percentage van het bladoppervlak dat behouden bleef op de schoten).

De resultaten van deze meerseizoensproeven toonden aan dat vroege bladverwijdering de vruchtzetting aanzienlijk verminderde, wat resulteerde in lossere trossen met uniformere bessen. De vruchten rijpten gelijkmatiger, met een hogere suikeraccumulatie, een lagere titreerbare zuurgraad en een hogere schilpigmentatie bij rode rassen. Deze veranderingen in de samenstelling droegen bij aan een stabielere wijnkleur en evenwichtige sensorische profielen. De vroege verbetering van het microklimaat in de vruchtzone verminderde de ziekte-incidentie, met name bij dicht opeengepakte cultivars. Het veldgerichte karakter van deze experimenten toonde de praktische waarde van vroege bladverwijdering en de aanpasbaarheid ervan aan verschillende wijngaardpercelen in Michigan aan (figuur 2).



Figuur 1 Een mechanisch ontbladeringssysteem met luchtpuls, gemonteerd op een wijngaardtractor, wordt veelvuldig gebruikt voor vroege bladverwijdering in de wijnbouw in Michigan. Deze afbeelding toont een ontbladeringsunit met perslucht, bevestigd aan een tractor, met twee roterende koppen die zijn ontworpen om snelle stoten hogedrukluucht in het bladerdek van de wijnstok te spuiten. Dit systeem richt zich op de onderste bladeren in de vruchtzone met minimaal fysiek contact, waardoor het blad effectief wordt verwijderd met behoud van trossen en scheuten. De apparatuur wordt veelvuldig gebruikt in wijngaarden in Michigan voor het beheer van het bladerdek in het vroege seizoen en is het onderwerp geweest van diverse toegepaste onderzoeken onder leiding van Michigan State University. Studies uitgevoerd bij Lemon Creek Winery in het zuidwesten van Michigan en Brys Estate Vineyard & Winery in de noordwestelijke regio hebben aangetoond dat mechanische ontbladering met luchtpuls aanzienlijke voordelen biedt ten opzichte van handmatige bladverwijdering. Deze omvatten een snellere en consistentere toepassing over grote wijngaardpercelen, een betere timing tijdens de korte periode vóór de bloei en vergelijkbare of betere verbeteringen in de losheid van trossen, de chemische samenstelling van de bessen en ziektevermindering. De efficiëntie en betrouwbaarheid hebben het een belangrijke factor gemaakt voor schaalbare implementatie van vroege bladverwijdering in de wijnbouw in koele klimaten.

Druiven onder de microscoop: Metabolomics onthullen diepere effecten

Om beter te begrijpen hoe vroege bladverwijdering de chemie van druiven beïnvloedt, hebben onderzoekers van MSU zich gericht op metabolomics: de studie van alle kleine moleculen (metabolieten) die een plant produceert tijdens zijn fysiologische processen. In de plantenfysiologie wordt onderzoek gebruikt om te begrijpen hoe wijnbouwpraktijken de chemie van de bessen, smaakstoffen en de kwaliteit van het fruit op moleculair niveau beïnvloeden. Deze aanpak biedt een gedetailleerd overzicht van de reacties van de wijnstok op de omgeving en het beheer.

In een van de meest gedetailleerde biochemische studies van het wijnbouwteam van MSU onderzochten onderzoekers hoe vroege mechanische ontbladering Merlot-wijnstokken beïnvloedde. Ze analyseerden de samenstelling van de bessen met behulp van ultrahogeprestatievloeistofchromatografie (ULC) in combinatie met massaspectrometrie. De gegevens toonden aan dat bessen die met vroege bladverwijdering waren behandeld significant hogere gehalten flavonoïde verbindingen bevatten, waaronder quercetine, myricetine, catechines en malvidineglycosiden. Deze verbindingen zijn cruciaal voor de kleurstabiliteit, het mondgevoel en de antioxidante potentie van de wijn. Opvallend is dat de biosynthese van deze verbindingen vroeg op gang kwam en gedurende de gehele rijping aanhield, wat suggereert dat blootstelling aan licht vóór de bloei een blijvend effect had op het metabolisme van de vrucht.

Bovendien toonden de resultaten voor het eerst in de wetenschappelijke literatuur aan dat mechanische, vroege bladverwijdering de biochemische voordelen van handmatige behandelingen kon evenaren. Dit biedt een schaalbare en kosteneffectieve aanpak voor grotere wijngaarden.

Verder dan de wijngaard: Gezondheidsbevorderende verbindingen in druiven met vroege bladverwijdering

Naarmate de belangstelling voor functionele voedingsmiddelen en nutraceuticals toeneemt, hebben onderzoekers van de MSU, in samenwerking met Ilce Medina, universitair hoofddocent aan de afdeling Biosystemen en Landbouwtechniek en directeur van het Laboratorium voor Voedsel- en Gezondheidstechniek, onderzocht of vroege bladverwijdering niet alleen de wijnkwaliteit, maar ook de gezondheidsvoordelen van druivenproducten kan beïnvloeden. Het team richtte zich op proanthocyanidinen, polyfenolische verbindingen met een bekende antioxiderende en ontstekingsremmende werking, en mat de totale fenolen en de antioxidantcapaciteit in met vroege bladverwijdering behandelde Merlot-, Cabernet Franc- en Pinot Noir-druiven met behulp van chemische analyses.

De resultaten waren overtuigend. Druiven van wijnstokken waarvan het blad vroeg was verwijderd, hadden hogere concentraties totale fenolen en een significant sterkere antioxidantactiviteit dan onbehandelde controles. De meest opvallende toenames vonden plaats in de bessenschillen, waar lichtgeïnduceerde metabolische veranderingen al vroeg in de ontwikkeling beschermende processen leken te activeren. Deze studie suggereert dat vroege bladverwijdering de nutraceutische waarde van druiven kan verhogen, wat voordelen biedt voor sap, supplementen met gedroogde schil en andere gezondheidsbevorderende druivenproducten die verder gaan dan wijn.

Ziektebestrijding: Vroegtijdig verwijderen van bladeren als duurzame strategie voor rotbestrijding

Een van de meest consistente en praktische voordelen van vroeg verwijderen van bladeren is de rol die het speelt bij het verminderen van vruchttrot. In een meerjarig onderzoek naar Pinot grigio en Pinot noir vergeleken onderzoekers van MSU vroeg verwijderen van bladeren met trosdunning en post-bloei ontbladering onder wisselende weersomstandigheden. Wijnstokken die vóór de bloei blad verwijderd kregen, met name tweezijdig, vertoonden significant lagere percentages Botrytis en zuurrot bij de oogst. Naast een verbeterde luchtcirculatie resulteerde vroeg verwijderen van bladeren

in een dikkere schil en meer open trossen, die sneller droogden na regenval. Deze veranderingen beperken de omgevingsomstandigheden die de verspreiding van ziekteverwekkers bevorderen, wat een niet-chemische manier biedt om ziekten te onderdrukken.

Uit het onderzoek bleek dat het combineren van vroeg verwijderen van bladeren met andere evenwichtige bladerdekpraktijken, zoals scheutpositionering en lichte trosdunning, vruchten van de hoogste kwaliteit opleverde met het laagste ziekterisico, zelfs onder ongunstige weersomstandigheden.

Een wereldwijd perspectief: Meta-analyse bevestigt voordelen van vroege bladverwijdering

Na de positieve resultaten in Michigan voerden onderzoekers van MSU een uitgebreide meta-analyse uit van de wetenschappelijke literatuur om de bredere relevantie van vroege bladverwijdering te evalueren. Dit werk synthetiseerde bevindingen van meer dan 50 studies uitgevoerd in verschillende druiventeeltgebieden in Noord-Amerika, Europa en het zuidelijk halfrond. De meta-analyse bevestigde dat vroege bladverwijdering consistent resulteerde in matige opbrengstverminderingen door minder bessen per tros, zonder de grootte van de bessen significant te beïnvloeden.

Belangrijk is dat vroege bladverwijdering de concentraties anthocyaan en flavonol verhoogt, de kleur van de druiven verbetert en de kans op rotting vermindert in klimaten met veel regenval of een dicht bladerdak. Deze synthese valideerde vroege bladverwijdering als een reproduceerbare strategie die vooral gunstig is in krachtige wijngaarden met een koel klimaat, zoals die in Michigan. Het bood ook een kader voor het voorspellen van de resultaten van vroege bladverwijdering op basis van cultivar, klimaat en timing, wat telers een meer evidence-based pad naar implementatie biedt.

Belangrijkste boodschap: Effectieve toepassing van vroege bladverwijdering

De evolutie van vroege bladverwijdering van experimentele proeven naar gangbare wijnbouwpraktijken is gedreven door grondige wetenschap, regionale samenwerking en een diepgaand begrip van de fysiologie van de wijnstok. Het werk van Michigan State University op dit gebied heeft aangetoond dat vroege bladverwijdering veel meer is dan een aanpassing van het bladerdek; het is een ontwikkelingsstrategie die telers in staat stelt om de kwaliteit, samenstelling en duurzaamheid vanaf het begin van het seizoen te controleren.

Naarmate de klimaatvariabiliteit toeneemt en de vraag naar fruit van hogere kwaliteit blijft groeien, biedt vroege bladverwijdering een schaalbaar, wetenschappelijk gevalideerd instrument om de wijngaardprestaties in heel Michigan te verbeteren. Van minder rot tot een betere wijnkleur en een verbeterde oogsttijd, de impact is duidelijk: vroege bladverwijdering verandert de fysiologie van de wijnstok op manieren die telers en wijnmakers ten goede komen.

Om de voordelen van vroege bladverwijdering voor de beheersing van de vruchtzetting en verbetering van de vruchtkwaliteit te maximaliseren, moeten telers deze belangrijke richtlijnen volgen:

Timing is cruciaal

Verwijder blad vroeg vóór de bloei of uiterlijk tijdens de volle bloei. Deze ontwikkelingsfase is essentieel om de koolhydraatverdeling te beïnvloeden die van invloed is op de vruchtzetting.

Vermijd het verwijderen van blad vroeg na de vruchtzetting, aangezien de effectiviteit ervan op de trosstructuur en de besontwikkeling aanzienlijk afneemt.

Richt u op de juiste bladeren

Verwijder ongeveer zes tot acht basale bladeren per scheut, met de nadruk op de vruchtzone (het onderste derde deel van het bladerdak waar de trossen verschijnen).

Dit vertegenwoordigt doorgaans ongeveer 40% van het totale bladoppervlak van de scheut in dat groeistadium.

Ontblader nauwkeurig

Richt u op één of beide zijden van het bladerdak, afhankelijk van de gevoeligheid van de variëteit (bijv. Pinot Noir kan een zachtere ontbladering vereisen) en de groeikracht van de wijnstok (zeer krachtige wijnstokken vereisen een intensievere ontbladering).

Verwacht belangrijke resultaten

Wanneer het correct en op het juiste moment wordt toegepast, kan vroege bladverwijdering resulteren in:

- Verminderde vruchtzetting en een lossere trosarchitectuur
- Verbeterde luchtstroom en zonlichtpenetratie
- Minder risico op rot en schimmelinfectie
- Verbeterde fenolische rijpheid, kleur en ontwikkeling van aromacomponenten
- Vroegere en gelijkmatigere rijping

Integratie met andere methoden

Vroeg bladverwijdering werkt het beste in combinatie met:

- Laag cordonsysteem (bijv. Guyot) met snoei van sporen of stengels
- De juiste scheutpositionering en scheutinklemming vóór handmatige of mechanische vroege bladverwijdering

Door deze richtlijnen te volgen, kunnen druiventelers vroege bladverwijdering niet alleen gebruiken als een middel ter preventie van ziekten, maar ook als een strategische, kwaliteitsgerichte interventie die de hele oogst vanaf het begin vormgeeft.