

# Klorofyllmätare är inte ett tillförlitligt redskap för kvävebestämning i vinblad

ANDREAS WAECHTER, LOTTA NORDMARK, BEATRIX W. ALSANIUS  
 INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, HORTIKULTURELL MIKROBIOLOGI

## Sammanfattning

Behovsanpassad näringsförsörjning till vinplantor är en viktig förutsättning för stabila druvskördar av hög kvalitet, friska bär och hög vinkvalitet. För en optimal näringsförsörjning måste makro- och mikronäringsämnen föreligga i marken i tillgänglig form då växten behöver dem. Tillgång till näring måste vara säkrad under hela vegetationsperioden. I detta sammanhang spelar försörjning med kväve en särskild roll. Överdosering leder inte bara till obalans i vinstockarnas tillväxt och utveckling samt skörde kvalitet, utan har också miljömässiga konsekvenser. Dessutom är kvävegödselmedel dyra. Behovsanpassad försörjning med kväve är därför viktigt. Denna studie är en första utvärdering av samspelet mellan bladfärg och kvävehalt i bladen. Studien genomfördes i en odling på Bjärehalvön med fyra olika vitvinsorter (Solaris; Ortega; Pinot gris; Siegerrebe) på fyra lokaler. Bladfärgen mättes icke-destruktivt vid tre utvecklingsstadierna (BBCH 55, 65, 73) i första hand genom klorofyllfluorescens; kontrollmätningarna genomfördes med en fotoelektrisk kolorimetrisk metod (Hunter lab color space). Fem färgkategorier definierades utifrån klorofyllfluorescensmätning. Näringsinnehåll i bladet bestämdes genom bladanalys vid ett av tillfällena. Första insamlingstillfället användes för kalibrering och definiering av gränsvärde för färgkategoriseringen. Våra preliminära resultat visar att

- Bladfärgen varierar mellan de fyra vitvinsorterna
- Bladfärgen skiljer sig mellan de tre provtagningstillfällena
- Klorofyllfluorescensmätning inte är en tillförlitlig generell metod för bedömning av kvävehalt i vinblad

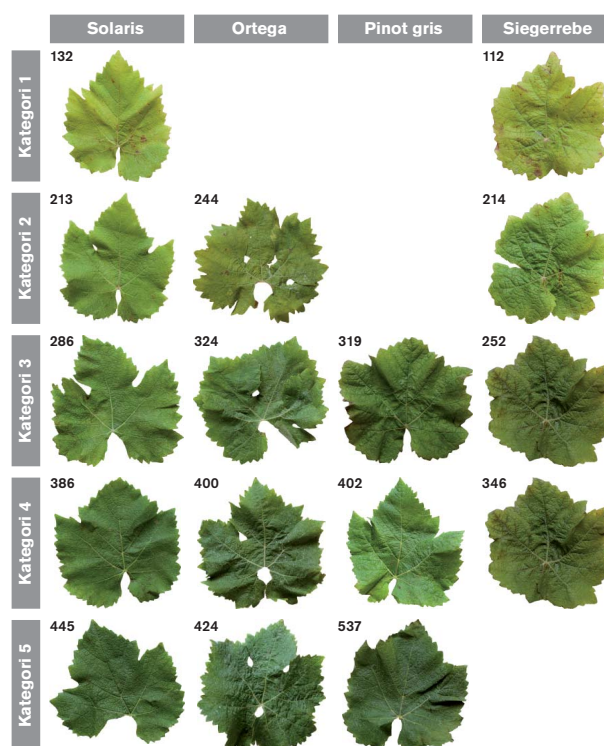
Resultaten redovisas utförligt i ett kandidatarbete "Nitrogen assessment using chlorophyll metre and nitrogen soil dynamics in grape vine under Scandinavian conditions" (17).

Nyckelord: Hunter lab color space, bladanalys, klorofyllfluorescensmätning, kolorimetri.

## Bakgrund

Kväve (N) är ett viktigt ämne både för tillväxt och utveckling av vinstockar och för vinfikationsprocessen (7, 10). Det är viktigt för biomassaproduktion och främjar plantans vegetativa utveckling. En god tillväxt är bra för alla odlade växter; det måste finnas en viss bladmassa för att inlagring av assimilat i vindruvorna (10). En för kraftig vegetativ utveckling däremot sker på bekostnad av blomning, fruktsättning och fruktutveckling. För riklig N-tillförsel, i synnerhet under vegetationsperiodens senare del, är också negativ för vedens avmognad. Vinplantornas invintring fördröjs vilket leder till nedsatt vinterhärdighet. Därför måste N tillföras till vinstockar i balans med växtens utveckling och vara anpassad till andra skötselåtgärder, såsom markbehandling och beskärning. För att säkerställa vinfikationsprocessen bör musten hålla en minimihalt på 150 mg/L jästfermenterbara kväveföreningar (FAN) (16). Dessa fermenterbara kväveföreningar föreligger främst som aminosyror (8). För låg FAN-halt leder till jäsningsstörningar och kvalitetsnedsättande smakegenskaper.

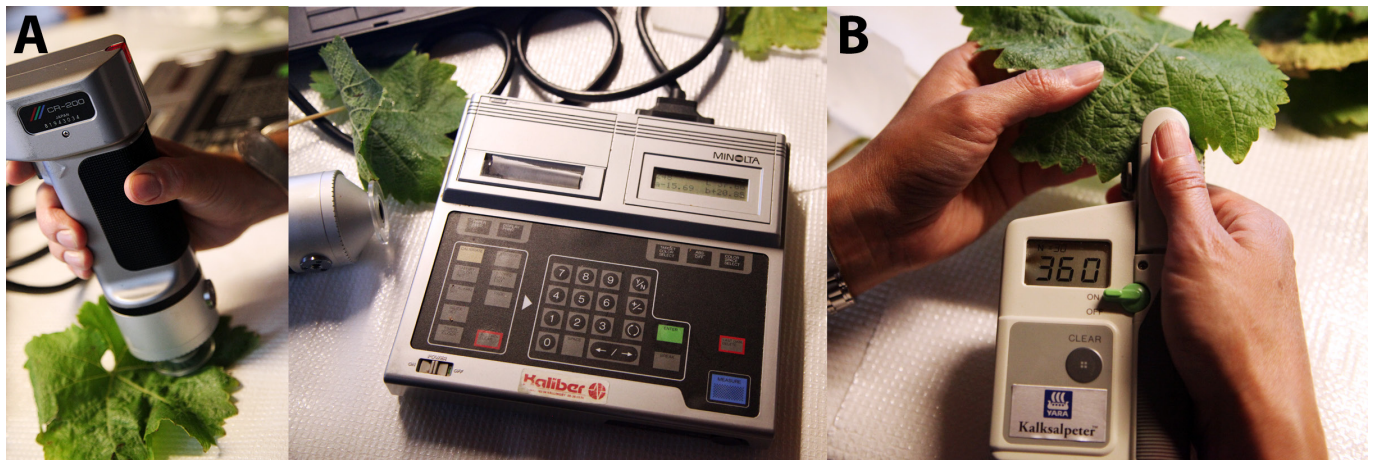
Kvävet blir inte bara tillgängligt genom tillförsel av syntetiska gödselmedel. I och med att N är fastlagd i organisk substans, kan kväve också mineraliseras genom mikroorganismernas aktivitet i marken. Denna process är bland annat beroende av temperatur, fuktighet och syretill-



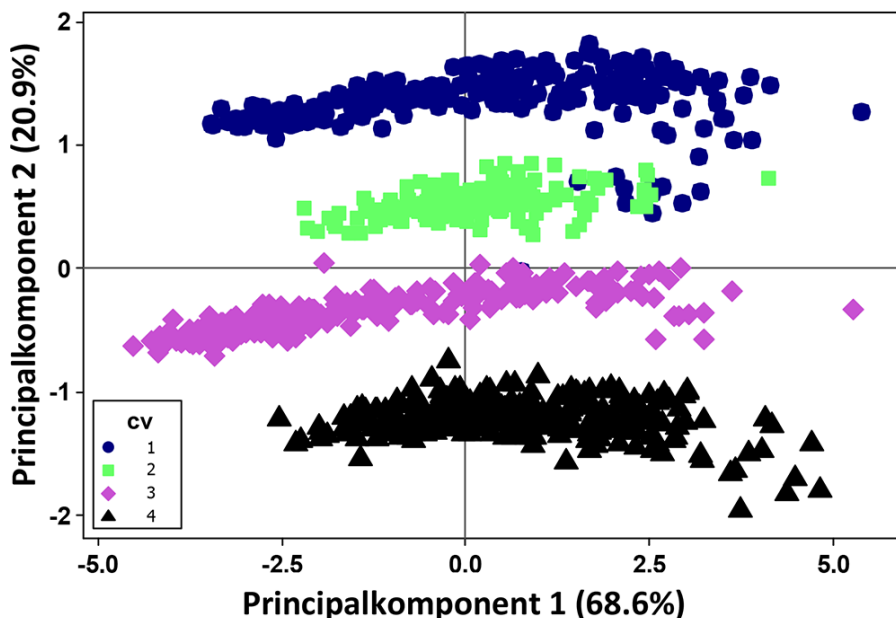
Figur 1. Exempel på vinbladens färg som bedömdes med hjälp av klorofyllfluorescens. Mätningarna gjordes på fyra vitvinsorter (Solaris, Ortega, Pinot gris, Siegerrebe). Kategorierna definieras i tabell 1. (foto: B. Alsanius)

gång. Detta betyder att markens mullhalt, odlingsplatsens topografi och exponering, klimat och väderlek samt markegenskaperna är viktiga grundförutsättningar för kväve mineralisering. Utöver detta spelar åtgärder och tidpunkt för markskötsel, både vad gäller bearbetning, närvaro av en grönremsa mellan plantraderna, mulching samt tillförsel av andra källor av organiskt substans en viktig roll.

Kväve föreligger i marken i olika aggregationsstillstånd (fast, löst eller gasformig). Växtrötterna tar upp N i form av ammonium ( $\text{NH}_4$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ) eller som syreamid ( $\text{R-NH}_2$ ). I synnerhet nitrats rörlighet i marken är hög; detta innebär att det finns risk för N-förluster



Figur 2. Utrustning för bladfärgmätning. (A) Hunters color lab space (Konica Minolta, Tokyo, Japan); (B) klorofyllfluorescens (N-tester, Yara, Landskrona, Sweden). (foto: B. Alsanius)



Figur 3. Principalkomponentanalys baserad på parametrar som ingår i färgmätning av Hunter color lab space och klorofyllfluorescens. I färgmätningen ingick bladen placerade mitt emot andra druvklasen av fyra vitvinsorter (1. Solaris, 2. Ortega, 3. Pinot gris, 4. Siegerrebe) vid BBCH 65.

genom utlakning, om halten av mineraliserat N inte överensstämmer med växtens momentana behov. I marken är  $\text{NO}_3$  rörligare än  $\text{NH}_4$ . Utlakningsrisken är också beroende av markbetingelserna, där lätta jordar är mer utsatta än tunga jordar, och av nederbördsmängden.

Kvävebehovet och därmed kväveupptaget varierar under vegetationsperioden. I början av vegetationsperioden mobiliseras N från vinstockens egna reserver (bark, ved). Först då det bildats skott med sex blad överstiger växtens behov de inlagrade reserverna. Vinstockarnas N-upptag visar två toppar under säsongen. Från blomning tills att bären är ärtstora tilltar

kvävebehovet stadigt, men minskar sedan i takt med att celledelningen avtar och slutar. En till tre veckor innan veraison är det som minst för att sedan ökar en gång till under en tvåveckorsperiod i samband med att druvorna ökar i volym (10).

Men kvävebehovet varierar också med hänsyn till beståndets ålder. Direkt efter plantering och under etableringsfasen är en god och jämn vattentillförsel mycket mer avgörande än kvävetillförsel. Vid goda markbetingelser kan vinplantornas kvävebehov i detta stadium täckas genom mängden som mineraliseras i marken. Kvävet måste tillföras till vinplanteringar under

produktion. Tillförseln är beroende av sorten, vinstockarnas tillväxt, planerad avkastning, skötselåtgärder, jordmån, markens halt av organisk substans samt väderlek. Utifrån markens status och en planerad druvskörd på 5000–10000 kg/ha ligger gödslingsbehovet vid ca 60–80 kg N/ha. Vid grönbana mellan vinraderna ökar kvävebehovet med ca 20 kg N/ha (18).

Växternas försörjningsstatus kan analyseras med hjälp av mark- och växtanalys (1). För att bedöma kvävetillförsel är halten mineraliserat kväve i marken ett viktigt mått. För detta ändamål tas markprover i två djup, 0–30 och 30–60 cm. Det är dock viktigt att komma ihåg att kväve är väldigt rörligt i marken och att sådana analyser ger en ögonblicksbild som kan förvrängas snabbt genom mycket höga nederbördsmängder eller torka. Kväveanalys i växtmaterial kan dels ske genom laboratorieanalys av bladens, bladstjälkens eller bladsaftens halt på kväve. I och med att kvävehalten varierar i växtmaterialet i relation till olika utvecklingsstadier, är provtagningsplats (bladets position på växten) och –tillfälle (utvecklingsstadium) viktiga för att kunna omsätta resultat av växtanalysen i en kvävegiva. Generellt sett tyder en uniform ljusgrön bladfärg på låg och en blå-grön indikerar hög kväveförsörjning (3, 9). Hos vissa växtslag kan det dock finnas markanta skillnader i bladfärgen mellan sorter. Klorofyllfluorescensmätning och färgmätning med hjälp av Hunter color lab space är två tillgängliga metoder. Kvävegödsling baserad på klorofyllfluorescensmätning används vid odling av stråsed.

Behovsanpassad kvävegödsling är en grundläggande ansats för uthållig vinodling. Vin är en ny kultur i Sverige och jämfört med yrkesverksamma vinodlare i de traditionella vinodlingsländerna saknas den genuina kunskapen samt stöd från rådgivare i Sverige. I och med att laboratorieprover, oavsett om det gäller mark- eller växtanalyser, är mycket dyra (vin oftast odlas som en bi- eller fritidssyssla i Sverige och därför

är förutsättningarna för att bära dessa kostnader sämre) vore det mycket intressant med ett lätthanterligt verktyg för att följa vinstockarnas försörjningsgrad av kväve med bladfärg. Vi ställde oss följande frågor:

1. Skiljer sig bladfärgen mellan olika vinsorter?
2. Är bladfärgen en god indikator för kvävehalten i vinblad?

## Material och metoder

Undersökningen utfördes i en vinodling i Broddarp, planterad i 2009. Odlingen består av fyra delområden, där fyra vitvinsorter (Solaris, Pinot gris, Ortega och Siegerrebe) odlas i öppen mark eller med singel eller mypexmatta som marktäckning.

Bladfärg-kväveinnehållsundersökningen gjordes vid tre fenologiska stadier (BBCH 55, 65 och 73). Bladet placerat mittemot 1., 2. resp. 3. klasen användes för mätningarna. Bladfärgen bestämdes med två metoder, dels Hunters färgskala och dels en kommersiell kalksalpetermätare ("N-tester") (Figur 2). Hunters färgskala sammanväger tre komplementära färgområden, a (grönt (-a) till rött (+a)), b (blått (-b) till gult (+b)) och L (vit (0) till svart (100)). "N-tester" mäter klorofyllfluorescensen.

Resultat från Hunter's färgskala byggde på ett medelvärde av tre enskilda mätningar per blad. Klorofyllfluorescensmätningen baserades på medelvärdet av 30 enskilda mätningar per blad. Vi arbetade med en mobil "N-tester", som tillhandahölls av Yara AB (Landskrona). Bladfärgen grupperades i fem kategorier utifrån mätresultaten som tagits vid BBCH 55 med klorofyllfluorescensmätaren (tabell 1). Antal blad som användes som bedömningsgrund vid de tre provtagningstillfällena redovisas i tabell 2. Projektets finansiella ram tillät laboratorieanalyser av bladens näringshalt vid ett tillfälle (BBCH 65).

## Statistisk analys

De insamlade värdena bearbetades med hjälp av multivariatstatistik och regressionsanalys (Minitab, version 16.1.0, State College, PA, USA).

## Resultat och diskussion

Av 344 prover tagna vid BBCH 55, låg ca 97% i "N-tester" mätintervallet mellan 90-490. Sju bladprover av Pinot gris låg >490, medan mätvärden av fyra blad från Siegerrebe var <80.

Generellt kunde vi se att höga "N-tester"-värden var negativt korrelerade med gul- och vit-värden i Hunter color lab space, vilket bekräftar den grundläggande teoretiska ansatsen (3, 9). Vi hade förväntat oss en positiv korrelation mellan grönvärden i Hunter lab space och höga "N-tester" värden, men fick inget stöd för detta från denna undersökning. Då det övergripande resultatet bröts ner, fanns

det skillnader i regressionskurvans förlopp och i regressionskoefficienter mellan de fyra sorterna. Detta uttrycktes också genom principalkomponentanalys för de fyra sorterna vid samtliga utvecklingsstadier (Figur 3). Utifrån dessa resultat drar vi slutsatsen att sorternas bladfärgning – uttryckt som "N-tester"-värde – kan förklaras med gul-blå och vit-svart utfärgningsgrad.

Även över tid förekom skillnader, vilket understryker vikten av att blad samlas in vid definierade utvecklingsstadier och att grundläggande gödslingsrekommendationer utarbetas med hänsyn till utvecklingsstadier och sort.

Näringshalten i vinblad som samlades in vid

Tabell 1. Kategorier av bladfärger utifrån mätning av klorofyllfluorescens med hjälp av "N-tester", framtagna vid BBCH 55. Grupperingen gjordes utifrån 91, 89, 61 samt 103 observationer för vitvinsorterna Solaris, Ortega, Pinot gris och Siegerrebe.

Kategori	Tröskelvärde ("N-tester")
1	<170
2	170-249
3	250-329
4	330-410
5	>410

Tabell 2. Antal blad som användes som bedömningsgrupp vid de tre provtagningstillfällena. Blad placerade mittemot 1., 2. resp. 3. klasen togs från fyra vitvinsorter (Solaris, Ortega, Pinot gris, Siegerrebe) vid tre fenologiska stadier (BBCH 55, 65 och 73).

	Solaris	Ortega	Pinot gris	Siegerrebe
BBCH 55	91	89	61	103
BBCH 65	240	183	233	284
BBCH 73	219	222	218	180

Tabell 3. Näringshalten i vinblad som samlades in vid BBCH 65. Genomsnittsvärden för optimal försörjning (markerad i rött) redovisas enligt Wunderer et al. (18).

	Genomsnittsvärde för optimal försörjning	Solaris	Ortega	Pinot gris	Siegerrebe
N*	2.25-2.75	2.34 - 4.54	2.43 - 3.06	2.47 - 3.93	2.26 - 2.97
P*	0.19-0.24	0.17 - 0.42	0.18 - 0.3	0.16 - 0.27	0.21 - 0.32
K*	1.2-1.4	0.64 - 1.5	0.79 - 2.3	0.84 - 2.9	0.92 - 1.9
Ca*	1.5-2.5	0.78 - 2.3	0.83 - 1.7	0.78 - 1.1	1.1 - 1.6
Mg*	0.1-0.25	0.17 - 0.32	0.17 - 0.25	0.15 - 0.24	0.17 - 0.25
S*		0.17 - 0.29	0.18 - 0.25	0.16 - 0.37	0.17 - 0.25
Mn**	30-300	47 - 320	91-270	60 - 260	63 - 280
Fe**	60-300	67 - 120	69 - 120	61 - 130	73 - 170
Zn**	25-60	32 - 55	31 - 60	16 - 94	31 - 130
Cu**	6-20	4 - 12	3.6 - 16	2.7 - 20	3.3 - 24
Mo**	0.15-0.35	0.1 - 4.4	0.1-5	0.3 - 57	< 0.1 - 6
B**	25-40	24 - 43	21 - 140	19 - 140	19 - 200

\* %, \*\* mg/kg TS

Tabell 4. Kombinationer av näringsämnen som förklarade variationer i klorofyllfluorescensen hos fyra vitvinsorter

Sort	Kombinationer av näringsämnen som förklarar variationer i "N-tester"-värde	R <sup>2</sup>
Solaris	Kalcium, fosfor	0.910
Ortega	Kalcium, mangan, kalium, kisel	0.943
Pinot gris	Kväve, kalium, magnesium, natrium, kisel, koppar	0.993
Siegerrebe	Kalium, zink, koppar, molybden	0.977



BBCH 65 har sammanställts i tabell 3. Jämförelsen med genomsnittsvärden för optimal försörjning visar att bladens kvävehalt var god. Även halten av andra näringsämnen låg i stort sett inom spannet för optimal försörjning. Större avvikelser noterades för kalium, kalcium och koppar, där de uppmätta minimivärdena låg mycket under minimivärde för optimal försörjning. De uppmätta maximivärdena för molybden och koppar översteg mycket kraftigt tröskelvärdet för optimalförsörjning i vissa fall. För molybden låg majoriteten av mätvärden mellan 0.1 och 1 mg/kg TS; för bor låg majoriteten av mätvärden hos sorterna Ortega, Pinot gris och Siegerrebe mellan 21 och 28 mg/kg TS.

”N-tester”-värden kunde enbart till viss del förklara variationen i bladens kvävehalt och regressionskoefficienten varierade mellan de fyra vitvinsorterna (Solaris:  $R^2 = 0.632$ ; Ortega:  $R^2 = 0.306$ ; Pinot gris:  $R^2=0.662$ ; Siegerrebe:  $R^2=0.646$ ). Enbart för sorten Siegerrebe konstaterades ett positivt samband mellan ”N-tester”-värde och bladens N-halt. I regel kunde mätvärden från bladfärgsmätning genom Hunter color lab space förklara variationen i bladens kvävehalt i högre omfattning (Solaris:  $R^2=0.864$ ; Ortega:  $R^2=0.38$ ; Pinot gris:  $R^2 = 0.855$ ; Siegerrebe:  $R^2 = 0.746$ ). Variationen i ”N-tester”-värde kunde förklaras till en mycket större omfattning genom en kombination av olika näringsämnen. Dessa kombinationer varierade dock mellan de vitvinsorterna som ingick i denna studie (Tabell 4). Enbart hos Pinot gris ingick bladens N-halt i denna kombination; men sambandet var negativt.

Kvävebestämning med hjälp av klorofyllfluorescensmätning är en snabb, billig och icke-destruktiv metod som har använts för vete, majs, ris och potatis (2, 4, 5, 11–13). Denna studie är den första som sysslar med vinblad. I motsats till kväve, förklarade kombinationer av andra näringsämnen variationen i klorofyllfluorescens på ett effektivare sätt. Detta har också observerats tidigare i andra undersökningar (6, 14, 15). I detta sammanhang bör dock hållas i åtanke att studien enbart bygger på ett begränsat antal analyser. Det hade varit värdefullt att

utöka denna jämförelse av näringsinnehåll i blad med klorofyllfluorescens och Hunter color lab space till andra utvecklingsstadier och varianter med andra näringsmässiga förutsättningar för att kunna dra solida slutsatser. Intill dess bör prognos av kvävebehovet hos vin inte baseras på dessa icke-destruktiva metoder.

### Litteratur

1. Alsanius, B. W. 2006. Växtplatsens förråd - växtens behov. SLU, Dept of Crop Science, Alnarp.
2. Arregui, L. M., Lasa, B., Lafarga, A., Iraneta, I., Baroja, E., & Quedmada, M. 2006. Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 24:140-148.
3. Bergmann, W. 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Fischer, Jena.
4. Blackmer, T. M., Schepers, J. S., & Varvel, G. E. 1994. Light reflectance compared with other nitrogen stress measurements in corn leaves. *Agronomy -- Faculty Publications* 324.
5. Cartelat, A., Cerovic, Z. G., Goulas, Y., Meyer, S., Lelarge, C., Prioul, J.-L., Barbottin, A., Jeuffroy, M.-H., Gate, P., Agati, G., & Moya, I. 2005. Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research* 91:35-49.
6. Li, B., Liew, O. W., & Asundi, A. K. 2006. Pre-visual detection of iron and phosphorus deficiency by transformed reflectance spectra. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, (85):131-139.
7. Linsenmeier, A., & Löhnertz, O. 2007. Einfluss der Stickstoffdüngung auf Wuchs, Ertrag, Most- und Weinqualität der Sorte 'Riesling' in einem zwanzigjährigen Langzeitversuch II: Von der Traube zum Wein. *Mitteilungen Klosterneuburg* (57):37-50.
8. Löhnertz, D. O., & Rauhut, D. 1997. Bedeutung der Stickstoffversorgung für die Hefeernährung und die Weinqualität. *Der Badische Winzer* 6:36-41.

9. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London,.
10. Müller, E., Lipps, H.-P., & Walg, O. 2008. Weinbau. Ulmer, Stuttgart.
11. Naud, C., Makowski, D., & Jeufferoy, M.-H. 2009. Leaf transmittance measurements can improve predictions of the nitrogen status for winter wheat crop. *Field Crops Research* 110:27-34.
12. Olivier, M., Goffart, J.-P., & Ledent, J.-F. 2006. Threshold Value for Chlorophyll Meter as Decision Tool for Nitrogen Management of Potato. *Agronomy Journal* 98:496-506.
13. Ortuzar-Iragorri, M. A., Alonso, A., Castellón, A., Besga, G., Estavillo, J. M., & Aizpurua, A. 2005. N-tester use in soft winter wheat: evaluation of nitrogen status and grain yield prediction. *Agronomy Journal*, 97:1380-1389.
14. Shaahan, M. M., El-Nabarawy, M. A., & Abou El-Nour, E.-Z. A. A. 2002. Evaluation of magnesium and iron nutritional status in some monocot and dicot crop plants using a portable chlorophyll meter. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5:1014-1016.
15. Shaahan, M. M., El-Sayed, A. A., & EL-Nour, A. 1999. Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a chlorophyll meter. *Scientia horticultrae* 82:339-348.
16. Spayd, S. E., Nagel, C. W., & Edwards, C. E. 1995. Yeast growth in Riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. *American Journal of Enology and Viticulture* 46:49-55.
17. Waechter, A. 2013. Nitrogen assessment using chlorophyll metre and nitrogen soil dynamics in grape vine under Scandinavian conditions. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.
18. Wunderer, W., Fardossi, A., Baumgarten, A., & Bauer, K. 2003. Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Weinbau. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien.

Faktabladet är utarbetat inom LTJ-fakultetens Institutionen för Biosystem och Teknologi, Enhet Hortikulturell Mikrobiologi ([www.microhort.se](http://www.microhort.se)).

Projektansvarig/författare: Projektansvarig/författare: Beatrix Alsanius; email: [beatrix.alsanius@slu.se](mailto:beatrix.alsanius@slu.se); Enhet för Hortikulturell Mikrobiologi, Box 103. 230 53 Alnarp

Projektet är finansierat av Partnerskap Alnarp, projekt 630/12/FoG i samarbete med CW Asset.

Övrig publicering inom projektet: Waechter A. Nitrogen assessment using chlorophyll metre and nitrogen soil dynamics in grape vine under Scandinavian conditions. BSc-arbete (under färdigställande); Waechter A, Nordmark L, Alsanius BW. 2012. N-sensor as a tool for demand based nitrogen supply to grapevine. Poster. VitiNord 2012, International Conference Neubrandenburg