

Til Landbrugsstyrelsen

Følgebreve

Dato 1. december 2020

Journal 2020-0165681

Levering på bestillingen "Supplerende til indstillingen af afgrødekoder 2020"

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling sendt d. 23. september 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om en indstilling af normer for N og P samt forfrugtsværdi for følgende afgrøder: Korn og bælgssæd over 50%, bælgssæd, korn og bælgssæd, helsæd over 50% bælgssæd samt hassel (til arealer med 270 træer/ha).

Besvarelsen i form af vedlagte notat med titlen "Supplering af normer til indstillingen af afgrødekoder for planperioden 2020/2021" er udarbejdet af postdoc Johannes L. Jensen og seniorforsker Ingrid K. Thomsen fra Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet samt seniorforsker Martin Jensen fra Institut for Fødevarer ved Aarhus Universitet. Seniorforsker Elly Møller Hansen fra Institut for Agroøkologi og seniorforsker Jørn Nygaard Sørensen fra Institut for Fødevarer har været fagfællebedømmere, og notatet er revideret i lyset af deres kommentarer. Det er angivet ved de enkelte kapitler, hvem der har været forfatter og fagfællebedømmer.

Notatet præsenterer resultater, som ved notatets udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 3.22 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Lene Hegelund
Specialkonsulent, kvalitetssikrer f. DCA-centerenheden



Supplering af normer til indstillingen af afgrødekoder for planperioden 2020/2021

Af Johannes L. Jensen¹ (korn og bælg­sæd), Ingrid K. Thomsen¹ (korn og bælg­sæd) og Martin Jensen² (hassel)

Fagfællebedømt af Elly M. Hansen¹ (korn og bælg­sæd) og Jørn Nygaard Sørensen² (hassel)

¹Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

²Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Baggrund

Landbrugsstyrelsen (LBST) har i en bestilling til Aarhus Universitet (AU) d. 23. september 2020 ønsket en indstilling af normer for kvælstof (N) og fosfor (P) samt forfrugtsværdi for følgende afgrødekoder:

- Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd (kun indstilling af P, da N normen fastsættes til 0)
- Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd (kun indstilling af P, da N normen fastsættes til 0)
- Hassel, træ (*Corylus avellana*) (N og P normer til arealer med 270 træer/ha)

Landbrugsstyrelsen beder desuden AU om at forholde sig til, om der efter et bestemt antal planperioder (alder på hasseltræerne) ikke længere er et behov for N eller P.

I besvarelsen skal yderligere indgå retningsgivende norm på kalium (K) for alle tre afgrøder.

Besvarelse

Besvarelsen er delt i to dele, hvor den første del omhandler indstilling af normer og forfrugtsværdier for "Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd" og "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd", og den anden del indstilling af normer for "Hassel, træ (*Corylus avellana*)".

Del 1: Retningsgivende P- og K-normer samt forfrugtsværdier for korn og bælgsgødning

Af Johannes L. Jensen og Ingrid K. Thomsen

Fagfællebedømt af Elly M. Hansen

Der er for fastsættelse af retningsgivende P- og K-normer taget udgangspunkt i de beregningsmetoder, der ligger bag P og K i Landbrugsstyrelsen (2020). Disse normer er baseret på afgrødens optag af P og K, hvor der desuden benyttes en afgrødekorrektionsfaktor for P. Korrektionsfaktoren er 0 for efterårssåede afgrøder, +5 kg P/ha for vårsåede afgrøder og +15 kg P/ha for rækkeåede afgrøder som majs og kartofler.

For at udregne P- og K-normen for "Korn og bælgsgødning over 50 pct. bælgsgødning" er der taget udgangspunkt i afgrøderne "ærter" (afgrødekode 30) og "vårbyg" (afgrødekode 1) i Landbrugsstyrelsen (2020) og disse er vægtet med hhv. 75 og 25% ud fra data angivet i Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Oversigt over data benyttet til udregning af P- og K-norm for "Korn og bælgsgødning over 50 pct. bælgsgødning".

Afgrøde	Udbyttens norm på uvandet finsand, JB 2+4		P koncentration i kerne/frø ²	K koncentration i kerne/frø ²	Halmudbytte ³	P koncentration i halm ²	K koncentration i halm ²
	hkg 85% tørstof/ha ¹	kg tørstof/ha	kg P/100 kg tørstof	kg K/100 kg tørstof	kg tørstof/ha	kg P/100 kg tørstof	kg K/100 kg tørstof
Ærter	46	3.910	0,46	0,99	1.955	0,20	0,75
Vårbyg	53	4.505	0,35	0,48	2.478	0,08	1,70

¹ Fra Landbrugsstyrelsen (2020). Udbyttens norm for vårbyg er for vårbyg med korn som forfrugt.

² Fra NorFor; <http://feedstuffs.norfor.info/>

³ Udregnet ved hjælp af omregningsfaktorer fra kerneudbytte til halmudbytte fra Danmarks Statistik (0,55 for vårbyg og 0,50 for ærter); <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/hoesten-af-korn--raps-og-baelgsaed/statistisk-behandling>

På baggrund af Tabel 1.1 kan der beregnes P- og K-normer for ærter og vårbyg samt for blandinger af disse. Nogle af de nedenstående beregnede værdier for de allerede eksisterende afgrødekode, dvs. ærter og vårbyg, afviger en smule fra Landbrugsstyrelsen (2020), hvilket dels kan skyldes, at de er beregnet på baggrund af basisudbytter for de enkelte afgrøder (Bilag 4 i Anonym, 2018) dels at P- og K-koncentrationerne ikke er opdaterede i forhold til de her anvendte. Til orientering kan K-normer ikke ses i Landbrugsstyrelsen (2020), men indgår i tidligere udgaver.

P-normen for ærter kan beregnes således:

$$(3.910 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,46 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + (1.955 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,20 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + 5 \text{ kg P/ha} = 27 \text{ kg P/ha.}$$

Ligeledes kan P-normen for vårbyg beregnes:

$$(4.505 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,35 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + (2.478 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,08 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + 5 \text{ kg P/ha} = 23 \text{ kg P/ha.}$$

P-normen for "Korn og bælgsgødning over 50 pct. bælgsgødning" bliver dermed:

$$(27 \text{ kg P/ha} \times 0,75) + (23 \text{ kg P/ha} \times 0,25) = \mathbf{26 \text{ kg P/ha.}}$$

K-normen for ærter kan beregnes således:

$$(3.910 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,99 \text{ kg K/100 kg tørstof}) + (1.955 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,75 \text{ kg K/100 kg tørstof}) = 53 \text{ kg K/ha.}$$

Ligeledes kan K-normen for vårbyg beregnes:

$$(4.505 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,48 \text{ kg K/100 kg tørstof}) + (2.478 \text{ kg tørstof/ha} \times 1,70 \text{ kg K/100 kg tørstof}) = 64 \text{ kg K/ha.}$$

K-normen for "Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd" bliver dermed:

$$(53 \text{ kg P/ha} \times 0,75) + (64 \text{ kg K/ha} \times 0,25) = \underline{\underline{56 \text{ kg K/ha.}}}$$

For at udregne P- og K-normen for "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd" er der taget udgangspunkt i afgrøderne "ærtehelsæd" (afgrødekode 215) og "vårbyg, helsæd" (afgrødekode 210) i Landbrugsstyrelsen (2020). Ærtehelsæd og vårbyg-helsæd er vægtet med hhv. 75 og 25% ud fra data angivet i Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Oversigt over data benyttet til udregning af P- og K-normer for "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd".

Afgrøde	Udbyttennorm på uvandet finsand, JB 2+4	Omregning fra FE til tørstof ²	Udbyttennorm på uvandet finsand, JB 2+4	P koncentration i helsæd ³	K koncentration i helsæd ³
	FE/ha ¹	kg tørstof/FE	kg tørstof/ha	kg P/100 kg tørstof	kg K/100 kg tørstof
Ærtehelsæd	5.600	1,25	7.000	0,33	2,10
Vårbyg, helsæd	5.900	1,34	7.906	0,29	1,70

¹ Fra Landbrugsstyrelsen (2020).

² Omregningsfaktor som gennemsnit af de sidste tre års grovfoderanalyser (2016-2018); <https://sp.landbrugs-info.dk/Kvaeg/Tal-om-kvaeg/Sider/fod2019.aspx>

³ Fra Norfor; <http://feedstuffs.norfor.info/>

På baggrund af Tabel 2.1 kan der beregnes P- og K-normer for ærtehelsæd og vårbyg-helsæd samt for blandinger af disse. Som det var tilfældet med ærter og vårbyg ovenfor, gælder det også for ærtehelsæd og vårbyg-helsæd, at nogle af de nedenstående beregnede værdier afviger en smule fra Landbrugsstyrelsen (2020).

P-normen for ærtehelsæd kan beregnes således:

$$(7.000 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,33 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + 5 \text{ kg P/ha} = 28 \text{ kg P/ha.}$$

Ligeledes kan P-normen for vårbyg-helsæd beregnes:

$$(7.906 \text{ kg tørstof/ha} \times 0,29 \text{ kg P/100 kg tørstof}) + 5 \text{ kg P/ha} = 28 \text{ kg P/ha.}$$

P-normen for "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd" bliver dermed:

$$(28 \text{ kg P/ha} \times 0,75) + (28 \text{ kg P/ha} \times 0,25) = \underline{\underline{28 \text{ kg P/ha.}}}$$

K-normen for ærtehelsæd kan beregnes således:

$$(7.000 \text{ kg tørstof/ha} \times 2,10 \text{ kg K/100 kg tørstof}) = 147 \text{ kg K/ha}$$

Ligeledes kan K-normen for vårbyg-helsæd beregnes:

$$(7.906 \text{ kg tørstof/ha} \times 1,70 \text{ kg K/100 kg tørstof}) = 134 \text{ kg K/ha}$$

K-normen for "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd" bliver dermed:
 $(147 \text{ kg P/ha} \times 0,75) + (134 \text{ kg K/ha} \times 0,25) = \underline{144 \text{ kg K/ha}}$.

Forfrugtsværdien for afgrøderne baseres på ærter og vårbyg og vægtes med hhv. 75 og 25%. Forfrugtsværdien for "ærter" (afgrødekode 30) og "ærtehelsæd" (afgrødekode 215) er 18 kg N/ha, mens forfrugtsværdien for "vårbyg" (afgrødekode 1) og "vårbyg, helsæd" (afgrødekode 210) er 0 kg N/ha (Landbrugsstyrelsen, 2020).

Forfrugtsværdien for "Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd" og "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd" bliver dermed:
 $(18 \text{ kg N/ha} \times 0,75) + (0 \text{ kg N/ha} \times 0,25) = \underline{14 \text{ kg N/ha}}$.

En oversigt over de indstillede retningsgivende P- og K-normer samt forfrugtsværdier for de to nye afgrødekoder kan ses i Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Indstillede retningsgivende P- og K-normer samt forfrugtsværdier for "Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd" og "Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd".

Afgrøde	P-norm	K-norm	Forfrugtsværdi
	kg P/ha	kg K/ha	kg N/ha
Korn og bælg­sæd over 50 pct. bælg­sæd	26	56	14
Korn og bælg­sæd, helsæd over 50 pct. bælg­sæd	28	144	14

Referencer

Anonym. 2018. Procedurer for indstilling af kvælstof- og udbyttенormer. Drejebog udarbejdet af Normudvalget. https://dca.au.dk/fileadmin/user_upload/NH/Myndighed/Drejebog_Gældende_fra_november_2018.pdf

Landbrugsstyrelsen. 2020. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler – planperioden 1. august 2020 til 31. juli 2021. https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-og_harmoniregler_2020_2021.pdf

Del 2: Gødningsnormer til hassel i nøddeproduktion i plantager

Af Martin Jensen

Fagfællebedømt af Jørn Nygaard Sørensen

Korte anbefalinger og hovedbaggrundsdata

Anbefalinger til gødskning er generelt baseret på målinger og vurderinger af bladanalyser fra træer, hvor der gødes efter at opnå et næringsstofindholdsinterval, der er korreleret med høj plantetrivsel uden mangelsymptomer, højt udbytte og god nøddekvalitet. Den lokale jordbunds næringsstofstatus spiller en stor rolle for gødningsbehovet der skal til for at opnå næringsstofbalance, mens behovet i en ældre plantage allerede i gødningsbalance især er påvirket af beskæringspraksis og nøddeudbytte, dvs. den mængde næringsstoffer som fjernes årligt. Nedbørsmængde og dermed udvaskningstab især for N kan også påvirke behovet. Ud fra bred analyse af viden på området opridses hovedtal vedrørende gødskningserfaringer og evidens fra specifikke undersøgelser som vurderes i forhold til relevans for danske forhold.

De nuværende gødningsnormer for hasselnøddeproduktion er 85 kg N/ha, 30 kg P/ha (Landbrugsstyrelsen, 2020) og 100 kg K/ha (Landbrugsstyrelsen, 2019).

Nedenstående anbefalinger er baseret på gennemgang af relevant litteratur jf. kapitlet "Gennemgang af viden om N, P og K gødningseffekter på plantevækst, nøddeudbytte og nøddekvalitet, herunder graduering af tilførsel med alder af plantagen". Forfrugtsværdi vurderes ikke relevant for hassel i nøddeplantager og sættes derfor til 0.

N-norm

Anbefalet N indhold i bladanalyser for optimal vækst er henholdsvis 1,8 - 2,1% N af tørstof (Europa) og 2,2-2,5% (Oregon).

8-10 år gamle Oregon plantager anbefales gødet med 225- 340 g N/træ svarende til 61-92 kg N/ha ved 270 træer/ha af samme størrelse. I intensivt dyrkede optimalt gødede voksne plantager i Oregon er gødskningsanbefalingen oppe på 184 -245 kg N/ha/år (korrigeret til 270 træer pr ha). Hvis gødning placeres i bånd under træerne, kan N-dosis reduceres til 0,5-0,73 kg N/træ svarende til 135-196 kg N/ha ved 270 træer/ha (British Columbia).

I Europa anbefales mellem 50 og 100 kg N/ha/år i voksne plantager i næringsstofbalance.

Fjernelse af N fra plantager ved høst og beskæring er i forsøg anslået til samlet 77 kg N/ha/år ved 550 træer/ha og 20 års plantage alder.

Samlet anbefaling er at bevare N norm på 85 kg N/ha/år i danske plantager med kommerciel drift.

P-norm

Der er meget lidt viden om fosforbehov i hassel og der er ikke fundet egentlige fosforniveau undersøgelser. Det anbefales at opnå en koncentration i bladanalyser på henholdsvis 0,11-0,17% P (Europa) og 0,14-0,45 %

(Oregon). I Oregon gødes normalt ikke med fosfor. De anbefalede P niveauer i europæiske undersøgelser er på fra 17 til 40 kg P/ha/år.

Det anbefales at P normen på 30 kg P/ha bevares.

K-norm

Anbefalet indhold af K i bladanalyser er henholdsvis 0,6 - 0,9% (Europa) og 0,8-2,0 (Oregon). K gødsning afhænger meget af jordforhold og fraførsel ved høst og anbefalinger varierer fra 0 kg K/ha til 300-400 kg K/ha/år (Oregon) til 400-600 kg K₂O/ha/år i Tyrkiet. Disse høje værdier vurderes ikke relevante på danske produktionsjorde. I Spanien i vandede plantager er der anvendt 80 kg K₂O/ha, (66,4 kg K/ha) i plantager med højt nøddeudbytte og omregnes dette tal til 270 tæer/ha og ren K giver det et behov for kalium på 32-51 kg K/ha/år. Andre Spanske undersøgelser har anvendt 110 kg K₂O/ha (91 kg K/ha) og også med meget højt nøddeudbytte (svarende til 52 kg K/ha ved 270 træer/ha). Italienske undersøgelser har benyttet 50 kg K/ha.

Informationer om og en beregning af årlig fraførsel af K med nødder og ved beskæring mangler for at kunne bidrage til en mere præcis vurdering af gødningsnormer. Et første gennemsnitligt estimat for rene nødder viser en potentiel fjernelse på 17 kg K/ha/år ved et meget højt udbytte på 2000 kg rene nødder uden skal/ha, men dette tal dækker over en væsentlig variation imellem sorter. Afskårne grene og evt. afrensede haser vil kunne knuses mekanisk og blive på arealet og derfor ikke regnes som netto fraførsel. En kombination af bladanalyser og jordbundsanalyser giver lige nu basis for vurdering af behovet for K gødsning.

Under forudsætningen at jorden er i almindelig gødningsbalance med K **anbefales at normen for K gødsning er på 80 kg K/ha/år.**

Betydning af plantagealder

Begrebet ungdomsfase kontra voksenalder: En 'voksen'/fuldt ydende plantage er ikke et fast begreb, men kan defineres som en plantage som har nået et næsten stabilt plateau for den stående biomasse, dvs. størrelse af træerne og deres produktionsapparat til at producere nødder, efter at den tidlige kraftige ungdomsvækst er overstået, givet en fortsat løbende beskæring og foryngelse af træerne i voksenalder. Nøddeudbyttet fra dette tidspunkt forventes at være relativt stabilt og ikke vokse væsentlig i omfang med yderligere alder. Typisk vil dette voksne stadie indfinde sig senest 10-15 år efter plantning, men tidspunktet kan dog afhænge af pasning, vanding og jordens fertilitet. Udviklingen går mod dyrkning af lavere buske til maskinhøst og højere plantetæthed for at sikre tidlig og stor høst af nødder.

Det anbefales ikke at gøde med N i år 1 og 2 efter plantning. Gødningsbehov øges med alder fra år 2 til ca. 8-10 års plantagealder, hvorefter det vurderes mere konstant. Gødningsbehov i voksne plantager vil afhænge af især beskæringsintensitet og høstudbytter.

Anbefalinger fra Oregon angiver gradueret tilførsel af N i år 3-5 på = 113-150 gram N/ træ = 30 – 40 kg N/ha (270 træer), 6-7 år = 150 – 225 g N/træ = 40-60 kg N/ha (270 træer) og 8-10 år = 225- 340 g N/træ = på 61-92 kg N/ha (270 træer).

Der er ikke fundet undersøgelser af gradueret P og K gødsning i forhold til alder, men især K gødsning men også i et vist omfang P gødsning, vurderes at kunne følge N gradueringen forholdsmeæssigt, da opbygning af flerårig skud- og stammebiomasse kræver et bredt input af næringsstoffer. Placeret gødsning i

rækken anbefales især til yngre plantninger, da det kan reducere behovet for tilførsel, øge udnyttelsesgraden og sandsynligvis reducere N tab.

Gennemgang af viden om N, P og K gødningseffekter på plantevækst, nøddeudbytte og nødde kvalitet, herunder graduering af tilførsel med alder af plantagen (litteratursøgning i Web of Science suppleret med udvalgt dansk litteratur).

Danske undersøgelser og udbytter

Der er kun få egentlige hasselplantager til nøddeproduktion i Danmark og arealerne er typisk små. Håndbog for Frugt og bæravlere (Anon., 2020) angiver for 2019 et total dyrket hasselnøddeareal på 30 ha. I 2018 udgjorde det økologiske areal med hassel 28 ha, svarende til 62,3 % af det totale areal med hasselnødder i 2018 (Anon, 2020). Der er ikke opgivet danske statistikker over den erhvervsmæssige produktions størrelse eller udbytte/ha (Statistikbanken.dk). FAO-STAT databasen angiver ha udbytter for dansk hasselproduktion på baggrund af beregnede tal på gennemsnitligt 907 kg/ha i perioden fra 2004 til 2018. Baggrunden for FAO-STAT tallene er ikke kendt.

Der er ikke fundet danske forskningsundersøgelser af betydningen af gødsning og kun få for vækst, udbytte og kvalitet i hasselnøddeproduktionen.

Kühn og Christensen (1991) angiver en anbefalet gødningsnorm på 100 kg N/ha, 15 kg P/ha og 100 kg K/ha.

Christensen (1981a,b) nævner udbytter i tidlige forsøg ved Statens Planteavlsvforsøg på op til 1,6 -1,7 tons nødder i skal/ha i de bedste sorter dyrket på Blangstedgård på Fyn, mens udbytter i Jylland (Hornum og Spangsbjerg) typisk var noget lavere. Han konkluderer at lettere jorde kræver vanding for at opnå fuldt potentiale. Kerneprocenten (vægt af rene nødder/vægt af nød med skal) varierer en del fra 40-58 %, med de fleste sorter omkring 40-48 %. Nødder høstet med has vurderes typisk at have 30-100% højere vægt end hvis nødder høstes uden has, dels pga. af højere vandindhold ved lidt tidligere høst og vægt af hasen. Hasens størrelse varierer meget mellem sorter. Der er ikke angivet vandindhold for vægtanalyser af nødder (friskhøstede eller lufttørrede), dvs. tørstofvægt er ikke beskrevet.

Kühn og Christensen (1991) beskriver udbyttet af forsøg ved Forskningscenter Årsløv, Fyn, med 6 hassel sorter plantet i 1982 som i de bedste sorter har givet op til 1,32 kg nødder i skal (uden has)/busk i perioden 1984 -1987 og 1,82 kg /busk i perioden fra 1988-1990. Høstudbyttet er lavt de første 3-4 år efter plantning og gødning bruges her primært til at opbygge planten og evt. tab ved formbeskæring. Omregnes forsøgsresultaterne for 1988-90 til 270 planter/ha opnås et udbytte efter 6-8 års dyrkning på 491 kg nødder/ha. Christensen (1996) beskriver et forsøg med 7 hassel sorter anlagt ved Forskningscenter Årsløv i 1984 med planteafstand 5 x 2,5 m (800 planter /ha). Udbyttet af nødder med has lå for de bedste 3 sorter som gennemsnit på 3,8 tons/ha som gennemsnitlig udbytte af 1991-1995. I de bedste enkelt år og bedste sorter er der nået høstudbytter på op til 5-8 tons med has/ha, mens der i andre år ingen høst var overhovedet på grund af forårsfrost i blomstringsperioden. I samme forsøg blev der i 1992 for de bedste 5 sorter opnået høst af gennemsnitligt 2,8 kg nødder i skal/busk (upublicerede forsøgsresultater, AU Årsløv). Ved 800 buske/ha giver det et udbytte på 2,24 tons nødder i skal/ha.

Westergaard (1996) anfører at løbende beskæring af større buske og ældre træer er nødvendig for at sikre tilstrækkelig lysindfald i busken til dannelse af blomsterknopper, og sikre mange korte skud som bærer de fleste hunblomster. Undlades dette vil blomstringen begrænses til kronetoppen og sider med mindre udbytte til følge.

Internationale udbytter

Den globale produktion af hasselnødder er koncentreret på få lande med stor produktion; Tyrkiet, Italien og USA og Spanien udgør de klart største produktionslande (Tous, 2005; Fideghelli og De Salvador, 2009). Selvom Tyrkiet har klart den største produktion af hasselnødder er det gennemsnitlige hasselnøddeudbytte i erhvervsdyrkning kun på 1.000-1.100 kg/ha i Tyrkiet, men op til 1.630 kg/ha i Italien og op til 2.490 kg/ha i USA (Özenc *et al.*, 2005). I Spanien beskrives udbytter på mellem 2 og 2,5 tons nødder pr ha (Tous, 2005). Udbytter på op til 5 tons/ha er set i eksperimentelle plantninger i Italien med meget høje plantetal (over 1000 buske/ha), men er ikke almindelige.

Da plantetal/ha og størrelsen af dyrkede buske/træer pga. af forskellig sortsvalg og dyrkningsmetoder varierer ret meget i internationale forsøg, er det vigtigt at sammenholde gødningsanbefalinger med disse forhold før anbefalinger kan oversættes til danske forhold. Tilsvarende kan anbefalet plantetal være højere i de første år for at opnå hurtige høje udbytter, hvorefter plantetallet så reduceres efter 10-15 år når træerne har opnået stor størrelse. Udbytter anføres oftest som kg nødder i skal/ha eller pr træ. Omregning af gødningsmængder/ha ud fra en højere plantetæthed til estimater for 270 træer /ha er derfor behæftet med usikkerhed, og er her bragt med forudsætning om samme træstørrelse. Denne antagelse må forventes ikke altid at holde, og dermed ikke give et præcist estimat for plantager i virkeligheden, da lav plantetæthed typisk vil give større enkeltplanter med stigende alder med større gødningsbehov til følge. Lav plante-tæthed kan desuden især i de unge år give ringere udnyttelse af gødskning hvis den breddes. Det anbefales oftest at båndgødskes i træækken. Ved simpel forholdsregning (reduktion til 270 træer/ha) undervurderes gødningsbehovet i en plantage derfor. Estimaterne beregnet for 270 træer/ha her skal derfor kun ses som baggrundsinformation.

International gødningspraksis

Internationale videnskabelige undersøgelser af gødningsbehov i hasselnøddeproduktion i plantager er spredte; i denne rapport nævnes resultater fra de vigtigste fundne kilder kort.

Tous (2005) beskriver at gødningspraksis i Spanien er meget forskelligartet. Mens der stadig er frugtplantager, hvor der kun tilføres kvælstof, anvendes i mange andre NPK-gødskning med anvendelse af ca. 80-100 kg N/ha, 40 kg P₂O₅ /ha (17,6 kg P/ha) og 80 kg K₂O /ha (66,4 kg K/ha) i vandede plantager med udbytter på 2.500 kg /ha hasselnød i skal. De fleste plantager er præget af høje niveauer af mekanisering, god produktion (2.000-2.500 kg nødder/ha) og moderne dyrkningsteknikker. Træafstande varierer normalt fra 6 x 3 til 7 x 4 m med 350-550 træer/ha. Fosfor tilførsel på 40 kg P₂O₅ omregnet til 270 træer pr ha (fra 350-550 træer/ha) giver 20-31 kg P₂O₅/ha/år (svarende til 9-14 kg P/ha), og kalium 39-62 kg K₂O/ha /år, svarende til 32-51 kg K/ha pr år. (Konverteringsfaktor fra P₂O₅ til P er 0,44 og fra K₂O til K er 0,83).

Følgende kilder er citeret af Tous *et al* (2005) (*flere spanske, franske og italiensk-sprogede artikler*). *Kvælstof er et vigtigt næringsstof til planteudvikling og til afgrødeudbytte (reference til Bergougnoux et al., 1978; Romisondo et al., 1983). Kvælstofdoseringsen er meget variabel og spænder normalt fra 90 til 150 kg/ha afhængigt af mange faktorer såsom jord, træalder, udbytte og beskæringsintensitet (Tous et al., 1994). Træer fungerer optimalt, når blad N er mellem 2,2 og 2,5% i tørstof (Molné, 1976; Stebbins, 1991; Bignami et al., 1999).*

Bignami *et al.* (2005) anfører følgende gødningstilførsel i italienske forsøg med hassel: N 90; P 40 og K 50 kg/ha/år, som han vurderede var i overensstemmelse med de daværende EU regler (E.U. 2078/92).

Fideghelli og De Salvador (2009) anfører i deres review at de fleste forskere indenfor gødningsområdet angiver at hasselplanter i god gødningsstand har et næringsstofindhold i blade på 2,2% N af tørstof, 0,18% P, og 0,9% K.

Tabel 2.1 nedenfor viser anbefalede koncentrationer for optimal ernæringstilstand af blade og det tidspunkt det er optimalt at tage bladanalyser på (Canali et al. 2004 vist i Fideghelli og De Salvador, 2009). Sammenlign evt. med Oregon standarder vist senere.

Tabel 2.1. Blad analyse standarder (g/kg tørstof, B mg/kg) (Canali et al., 2004, i Fideghelli og De Salvador, 2009).

Nutrient	Sampling time	g/kg	
		Min.	Max.
N	June	18.44	21.29
P	June	1.12	1.68
K	October	6.16	8.42
Ca	April	6.49	8.09
Ca	June	9.6	10.81
Mg	October	1.06	1.39
B ¹	April	2.43	4.57

¹ mg/kg

Gødskningsundersøgelser, kvælstof

Tous *et al.* (2005) undersøgte betydningen af fire N-behandlinger (200, 150, 100 og 50 kg / ha i fem på hinanden følgende år (1999-2003) i en voksen hasselnøddefrugtplantage med sorten 'Negret', i Tarragona, i det nordøstlige Spanien. Træafstanden var 3,5 x 6 m med i alt 476 træer/ha. N gødning var ammonium nitrat (33.5% N). Anden basis gødning var 70 kg P₂O₅/ha (31 kg P/ha) og 110 kg K₂O/ha (91 kg K/ha). Alle gødninger blev tilført i foråret. Det gennemsnitlige udbytte af dette forsøg var 5,17 kg / træ og 2.416 kg/ha. De fandt at høje tilførsler af N gødning resulterede i lidt men signifikant lavere kerneudbytte fra hasselnødde-træer (se tabel 2.2). Total nøddeudbyttet ved tilførsel af 50 eller 100 kg N/ha ikke var signifikant forskellig, mens procentisk kerneudbytte (kerneprocent) var lidt men signifikant lavere ved 50 kg N/ha og procent nødder over 12 mm i størrelse viste tendens til at være lavere ved 50 kg N/ha end ved 100 kg N/ha. Tous *et al.* (2005) konkluderede samlet at den daværende N-anbefaling (100 kg/ha) måske var unødvendig høj i forhold til at opnå et godt udbytte og god nødde kvalitet. Det blev konkluderet, at tilførsel af 50 kg N / ha, var den optimale tilførsel for at opnå den højeste produktion og bedste nødde kvalitet, dette forudsat at bladanalyser udtaget i juli viste et N-niveau på ca. 2,4% af tør bladmasse.

Hvis man omregner f.eks. 100 kg N/ha ved 476 træer/ha (spanske forsøg) til 270 træer/ha (dansk ønsket standard) af samme træstørrelse vil det betyde en estimeret kvælstoftilførsel på 56,3 kg N/ha i DK. Hvis træerne i DK bliver større pga. af øget afstand vil N behovet sandsynligt været større. Bruger man de 50 kg N/ha i Spanien som vejledende mængde og omregner til 270 træer i DK vil man nå til en tilførsel på 28,2 kg N/ha. De spanske undersøgelser er lavet i en relativ tør region med mindre årsnedbør end i Danmark. Kvælstof optag er i Spanien fundet at være markant større i vandede kontra ikke vandede plantager og optag i DK må forventes at være højere. 30 kg N/ha vurderes at være for lavt under danske forhold.

Tabel 2.2. Effekt af kvælstof tilførsel på udbytte og nøddekvalitet i voksen/moden vandet plantage med sorten Negret (middel af 1999-2003) (Tous *et al.*, 2005).

N treatments	Yield (kg/tree)	Kernel yield (%)	Kernel size (% over 12 mm)	BSKC ^y (%)	N leaf content (%)
T ₅₀ ^z	5.68 a ^x	45.9 bc	28.70 b	22.0 a	2.44 d
T ₁₀₀	5.30ab	46.8 a	32.76 ab	19.1 a	2.52 c
T ₁₅₀	5.21 b	46.6 ab	34.88 a	20.2 a	2.56 b
T ₂₀₀	4.52 c	45.6 c	30.56 ab	19.1 a	2.60 a
Mean	5.17	46.2	31.75	20.1	2.53

^zControl; ^yBSKC (Brown spots in the kernel cavity).

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$

Olsen (2013a) beskriver den nok mest komplette og forskningsmæssige veldokumenterede gødningsstrategi for hasselnøddeproduktion i plantager med baggrund i mange års forskning ved Oregon State University, OSU, i næringsstoffer og gødskning af hassel. Hassel plantager i Oregon anvender normalt en endelig planteafstand på 6 x 6 m (277 træer/ha). For at få højt udbytte tidligt kan der plantes på dobbelt tæt afstand på 3 x 6 meter med 555 træer/ha eller 3,6 x 5,5 meter med 505 træer/ha, med endelig udtynding til omkring 6 – 6,7 meters afstand i rækken x 5,5 m, dvs. ca. 270 til 300 træer/ha. (Olsen, 2013b). De opstammede træer kan blive ret store op til 12 m højde. Gødningsanbefalinger skal ses ud fra disse forhold.

Han anbefaler som udgangspunkt fire analyse tiltag for at vurdere gødningsbehov (Olsen 2013a). 1. Jordanalyse inden plantning (nyttigt til forudsigelse af behovet for kalium-, magnesium- eller kalktilførsel). 2. Observationer af årlig skudvækst, bladstørrelse, farve og afgrødeudbytte. 3. Bladanalyse (for at indikere hvilke elementer, der er til stede i passende, mangelfulde eller for store mængder). 4. Jordanalyser i modne frugtplantager (for at kontrollere for lave pH-værdier og evaluere behovet for kalkning).

Forholdstal for N:P:K i bladkoncentrationer ved optimal status i Oregon (Tabel 2.3) kan som gennemsnit af intervaller beregnes til 55:12:33. Sættes N til 85 kg giver det P = 18,2 kg og K = 50,7 kg/ha. Dette viser det forholdsmæssige indhold af de 3 næringsstoffer i bladene, hvis dette blev omsat til næringstilførsel ud fra N=85 kg/ha. Sammenholdt med bladanalysetal fra tabel 2.1 (Canali *et al.*, 2004) fra italienske optimale tal er N:P:K forholdet 70:5:25, og med N = 85 kg bliver P = 5,9 kg og K = 30,7 kg/ha. Der ses nogen forskel i forholdstallene for de to anbefalinger. Der er ikke angivet forklaringer på disse forskelle i litteraturen. Tallene er alene udtryk for næringsstofbalancen i blade og ikke i øvrige planteorganer eller nødder.

Table 2.3. Indhold af næringsstoffer i hassel blade ved for lavt, optimalt og for højt indhold (Olsen 2013a).

Nutrient	Deficiency	Below normal	Normal	Above normal	Excess
Nitrogen (% dry weight)	<1.80	1.81–2.20	2.21–2.50	2.51–3.00	>3.00
Phosphorus (% dry weight)	<0.10	0.11–0.13	0.14–0.45	0.46–0.55	>0.55
Potassium (% dry weight)	<0.50	0.51–0.80	0.81–2.00	2.01–3.00	>3.00
Sulfur (% dry weight)	<0.08	0.90–0.12	0.13–0.20	0.21–0.50	>0.50
Calcium (% dry weight)	<0.60	0.61–1.00	1.01–2.50	2.51–3.00	>3.00
Magnesium (% dry weight)	<0.18	0.19–0.24	0.25–0.50	0.51–1.00	>1.00
Manganese (ppm dry weight)	<20	21–25	26–650	651–1,000	>1,000
Iron (ppm dry weight)	<40	41–50	51–400	401–500	>500
Copper (ppm dry weight)	<2	3–4	5–15	16–100	>100
Boron (ppm dry weight)	<25	26–30	31–75	76–100	>100
Zinc (ppm dry weight)	<10	11–15	16–60	61–100	>100

Hans anbefalinger er at tilføre kvælstof gødning lige efter skudstrækning er startet i et ca. 50 cm bredt bånd i rækken under trækronen. Alternativt kan det bredspredes på hele arealet i frugtplantagen, men så anbefales det at øge dosis med 20%–30%.

Table 2.4 nedenfor (Olsen, 2013a) viser anbefalet tilførsel af N per træ ved forskellige bladanalyse koncentrationer. Anbefalet tilførsel til voksen plantage i 'optimal' gødningsbalance er på 680 – 907 gram N/træ. For 270 voksne træer per ha svarer dette til 184 -245 kg N/ha.

Table 2.4. Bladanalyser og gødskningsanbefalinger for kvælstof (Olsen, 2013a)

Leaf N in August (%)	Status	Apply this amount of N (lb/tree)
Under 1.8	Severe deficiency	3.0 (2 years)
1.8–2.2	Deficiency	2.0–3.0
2.2–2.5	Optimal	1.5–2.0
Over 2.5	Excess	0

Det anbefales ikke at gøde nyplantede træer de første to år, da det kan svide rødder. Fra 3-års alderen øges N tilførsel gradvist op til 10 års alderen, hvor behovet flader ud. Løbende beskæring og nyvækst i ældre plantager skal sikre god nøddesætning og god kvalitet af nødder og N behovet vurderes derfor ikke at falde med alderen i ældre velpassede intensivt drevne hasselplantager (se tabel 2.5 nedenfor).

Koncentrationer fra tabel oversat:

3-5 år = 113-150 gram N/træ = 30-40 kg N/ha (270 træer),

6-7 år = 150-225 g N/træ = 40-60 kg N/ha (270 træer),

8-10 år = 225- 340 g N/træ = 61-92 kg N/ha (270 træer).

Tabel 2.5. Kvælstof tilførsel for yngre hasseltræer afhængig af alder (Olsen, 2013a).

Age (year)	Apply this amount of N (lb/tree)
0-2	0 (unless time-release N is used)
3-5	0.25-0.33
6-7	0.33-0.50
8-10	0.50-0.75

I British Columbia, Canada (Anon, 2020) anbefaler man, at træer der har nået modenhed, kan gødes med øget N-dosis til 0,68-0,91 kg N/træ (184-245 kg N/ha ved 270 træer/ha omregnet). Hvis N udsprengning er placeret gødning i bånd under træerne, kan N-dosis reduceres til 0,5-0,73 kg N/træ (135-196 kg N/ha ved 270 træer/ha). I øvrigt baseres anbefalinger for både N, P og K sig på OSU anbefalinger fra Oregon State University (se Olsen 2013a).

Ontario Ministry Agriculture, Food and Rural Affairs (Leuty et al., 2012), har ikke egne udviklede gødningsanbefalinger, men henviser til OSU i Oregon og til British Columbia.

For at forbedre den biokemiske og mineralske sammensætninger af hasselnød i Tyrkiet anbefalede Özenc et al. (2014) at tilføje 200 - 400 kg N/ha, 120-160 kg P₂O₅ /ha og 400 - 600 kg K₂O/ha (lig med 53-70 kg P/ha og 332-498 kg K/ha). Tyrkiet har et ret anderledes klima og jordbundsforhold end i Danmark og udbytter/ha har traditionelt være lavere end i f.eks. Spanien og Italien. Det vurderes derfor at disse gødningsniveauer er for høje til danske forhold og ikke er udtryk for en jord i næringsstofbalance.

Betydning af plantealder for N gødningsbehov

Se også tabel 2.5 for gødningsbehov ved stigende alder.

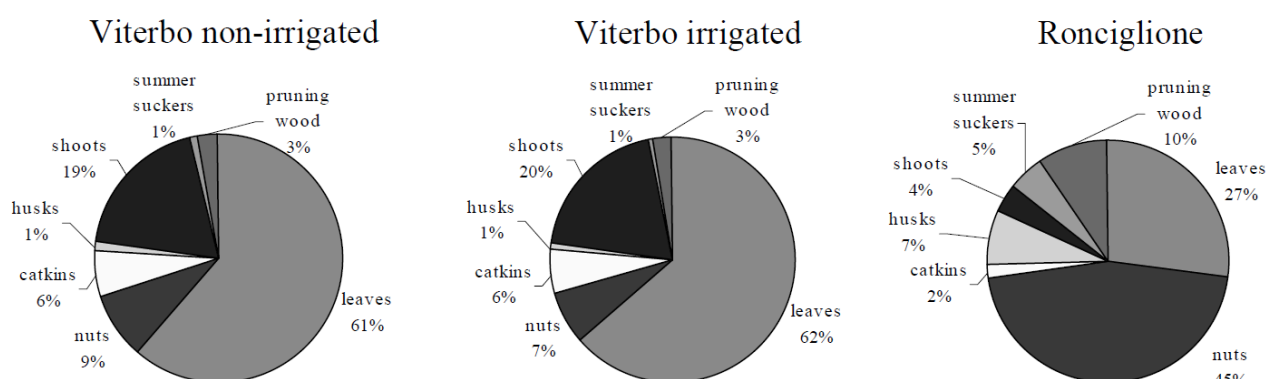
Fraførsel af N i plantager

Bignami et al. (2005) undersøgte udviklingen af bladareal, skud og nødder og produktion og fordelingen af biomasse gennem året i en ung henholdsvis vandet eller uvandet plantage (Viterbo) og en 20 år gammel ikke-vandet plantage (Conciglione) i Italien. Sorten var 'Tonda Gentile Romana'. Planterne var plantet med afstanden 4 x 5 m (ca. 500 træer/ha), begge arealer gødet med 90 kg N/ha, 40 kg P/ha og 50 kg K/ha). Den samlede kvælstofoptagelse blev analyseret som reaktion på plantealder og vandtilgængelighed. Fordeling af ny tilvækst af tørstof i de overjordiske dele blev påvirket af plantealder og kunstvanding. I unge planter var kvælstof optaget i blade den vigtigste komponent af den samlede N i ny biomasse, og udgjorde mere end 50% af den samlede N optag. Nødder tegnede sig for 9-12% og beskæring af træ til 9%. I den ældre

plantning var planterne fuldt produktive, og N indhold i nødderne repræsenterede 46% af total N i ny biomasse (Tabel 2.6). Bignami et al. (2005) konkluderede samlet at den estimerede samlede kvælstofoptagelse testet med isotoper var meget lav i unge planter, især i den ikke-kunstvandede plantage. I den voksne plantage oversteg optagelsen af N 77 kg/ha (tabel 2.6). Procentandelen N der blev fjernet årligt fra plantagen varierede i nødder og beskåret træ samlet fra 10-12% i unge planter til 56% i den voksne frugtplantage (figur 2.1). Den voksne plantage med årligt optag på 77 kg N/ha svarer til 500 træer/ha og betyder omsat til 270 træer /ha et forventet optag på 37,8 kg N/ha forudsat samme træstørrelse og høje nøddeudbytte.

Tabel 2.6. Kvælstofoptag i unge hasselplanter i Viterbo og i voksen plantage i Ronciglione, Italien (Bignami et al., 2005).

Plant organ	Nitrogen uptake (kg ha ⁻¹)		
	Viterbo non-irrigated	Viterbo irrigated	Ronciglione
Leaves	5.77	22.00	21.08
Nuts	0.83	2.35	34.90
Catkins	0.57	2.00	1.58
Husks	0.10	0.36	5.51
Shoots	1.84	6.87	3.06
Suckers	0.11	0.22	3.72
Pruning wood	0.24	0.87	7.34
Total	9.47	34.67	77.19



Figur 2.1. Procent fordeling af årlig fjernelse af kvælstof fra overjordiske organer i haselnød sorten 'Tonda Gentile Romana'.

Olsen (1997) citerede 5 kilder af J.H. Painter *et al.*, som i tidlig forskning i 1950'erne fandt at kvælstof gødskning er afgørende for at få god vækst og god kernekvalitet i hassel. Olsen (1997) beskrev på baggrund af forskning ved Oregon State University, USA, at bladanalyser taget i august måned optimalt skulle ligge mellem 2,2 og 2,5 % N (tørstof), mens koncentrationer på 1,8-2,2 viste let N mangel og under 1,8 % N i blade var der alvorlig mangel. Træer i forskellige næringsstatus blev anbefalet gødet med forskellige mængder/træ.

Forskningen viste også at tidlig nyvækst og nye blade i foråret mest udnyttede N ressourcer optaget i planten året før, og at N optag fra forårstilført gødning først startede med begyndende skudvækst og indhold i skud steg gennem sæsonen. Efterårs bladgødskning efter nøddehøst blev anbefalet, som supplement til forårsgødskning.

Gødskningsundersøgelser, kalium

Fideghelli og De Salvador (2009) anfører at de fleste forskere inden for gødningsområdet angiver at hasselplanter i god gødningsstand har et næringsstofindhold i blade på omkring 0,9% K.

Baron & Stebbins (1978) (citeret i Kovalenko & Maas, 1982) fandt at blad indhold af kalium i Oregon var optimal ved minimum 0,87 % K, mellem 0,6-0,87 % var der moderat K mangel og under 0,6 % var der K mangel. Forskel i jordkvalitet antydes at have markant effekt på om K tilførsel ændrer pH eller tilgængeligheden af mangan. K tilførsel til topjorden gav hurtig ændring i K indhold i planter og indikerer at hasselrødder optager næringsstoffer i de øvrige jordlag (Kovalenko & Maas, 1982).

Kalium mangel er almindeligt forekommende i Oregon (Olsen, 2013a) og tilførsel anbefales i forhold til bladanalyser (tabel 2.7 nedenfor). Hvis bladanalyser viser optimal K indhold gødes ikke med ekstra K. Hvis koncentration i blade er mellem 0,5 og 0,7 % K (moderat mangel), gødes med 2,26 - 3,01 kg K/træ og for 270 voksne træer med 609 – 810 kg K/ha. Denne gødningsmængde dækker for to års behov, da K optages langsomt (dvs. svarende til ca. 300-400 kg K/år/ha).

Tabel 2.7. Bladanalyse værdier for kalium og anbefalede tilførsler (Olsen (2013a)).

Leaf K in August (%)	Status	Apply this amount of K ₂ O (lb/tree)
Under 0.5	Severe deficiency	8–10
0.5–0.7	Deficiency	6–8
0.7–0.9	Borderline (test again in 1–2 years)	0
Over 1.0	Optimum	0

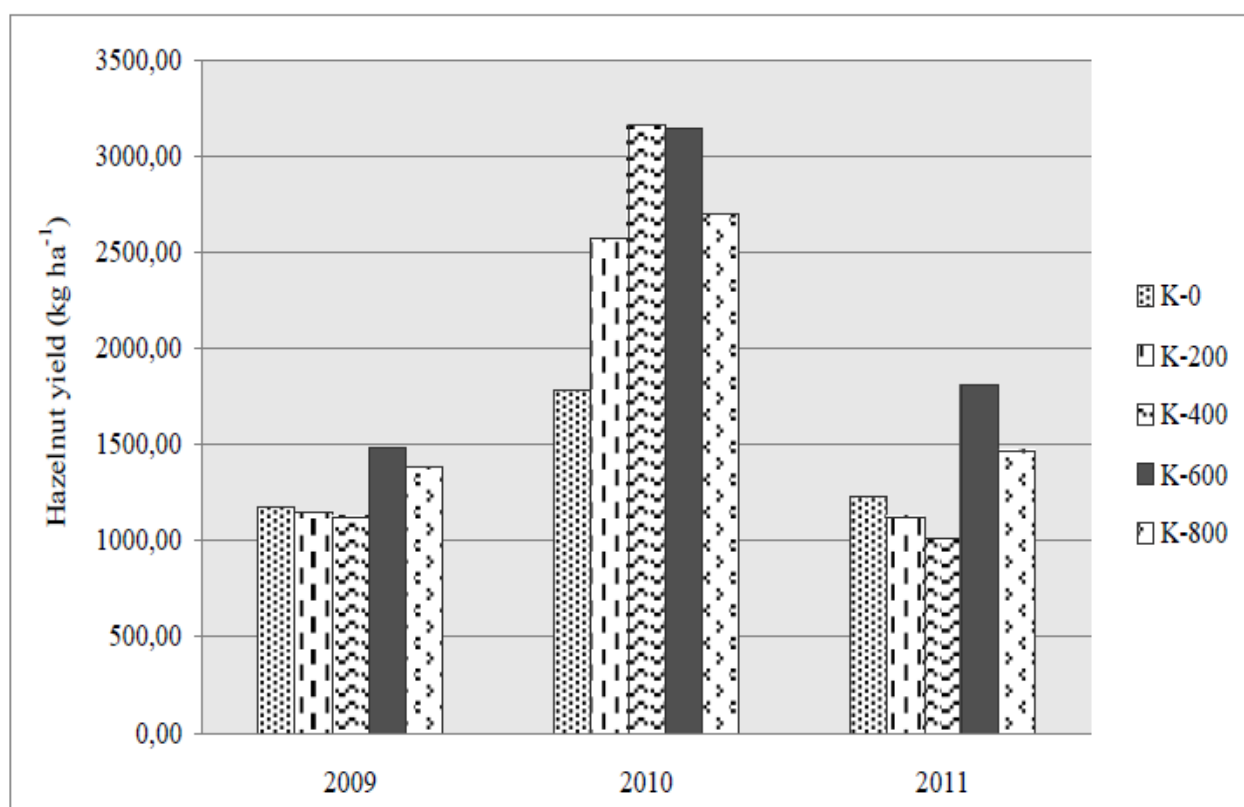
Kalium gødsning anbefales udbragt og nedpløjet før plantning i forhold til evt. mangelsituationer ud fra jordanalyser (se tabel 2.8 nedenfor). Ved 0-75 ppm K i jordanalyse tilføres 279-372 kg ren K/ha, og ved 75-150 ppm tilføres 186-279 kg K/ha. Udbytter i Oregon er typisk omkring 2,5 tons/ha nødder med skal.

Tous (2005) anvendte 80 kg K₂O/ha (66,4 kg K/ha) i vandede plantager i Spanien med udbytter på 2.500 kg /ha hasselnød i skal. Plantager har typisk 350-550 træer per ha, svarende til kaliumtilførsel på 32-51 kg K/ha/år omregnet til 270 træer/ha. Andre spanske undersøgelser af Tous et al. (2005) har anvendt 110 kg K₂O/ha (91 kg K/ha, 476 træer/ha) og også med meget højt nøddeudbytte (svarende til 52 kg K/ha ved 270 træer/ha). Bignami et al. (2005) anfører i italienske forsøg med hassel en tilførsel på 50 kg K /ha/år.

Høje udbytter i Spanien og Italien er altså typisk opnået ved lavere K tilførsler end i Oregon. Høje europæiske udbytter kan delvis være forklaret med et højere antal træer/ha end det der anvendes i Oregon.

Tabel 2.8. Kalium tilførsel i unge hasselplantager i forhold jordindhold af K (Olsen, 2013a).

Soil test for K (ppm)	Apply this amount of K ₂ O (lb/acre)
0–75	300–400
75–150	200–300
Over 150	0



Figur 2.2. Udbytter af Tombul hasselnød kg/ha afhængig af K₂O gødskning i kg/ha i Tyrkiet (Özenc, 2014).

Özenc (2014) undersøgte 5 forskellige niveauer af K₂O gødskning til hassel og fandt at 400-600 kg K₂O/ha/år (332-498 kg K/ha/år) over 3 år gav det højeste udbytte af nødder (2,1 tons nødder i skal/ha ved 498 kg K/ha) (figur 2.2). I 2 ud af 3 år var der dog ikke eller negativ trend i forskel på udbytter ved enten 0, 200 eller 400 kg K₂O/ha og resultaterne forekommer derfor lidt usikre. Disse meget høje K tal vurderes muligvis at være forbundet med særlige lokale dyrkningsforhold (lav K indhold i jord) og klimaforhold i Tyrkiet og vurderes ikke at være relevante i Danmark. Tilsvarende høje udbytter i danske forsøg er nået med de nuværende 100 kg K/ha i forsøg, som nævnt tidligere.

Der er ikke fundet undersøgelser af årlig fraførsel af kalium med nødder, blade og beskæring. Med udgangspunkt i Köksal et al. (2006) kan et første delskøn for kalium anføres. Gennemsnit af K indhold i mange sorter i Tyrkiet var på 0,863% af ren nøddetørstof (uden skal) (tabel 2.9.). Hvis der skønnes et udbytte på 2000 kg/ha/år af rene nødder-tørstof giver dette en K fjernelse i rene nødder på 17,26 kg/ha/år. Udbyttet af rene nødder uden skal er formodentligt oftest kun omkring 1000 kg/ha eller mindre (kerneprocent under

50% i mange sorter) hvilket indikerer en ret begrænset fjernelse af K/ha med nødder. Der er ikke vist resultater på indhold af K i skallen eller i hasen. Skallen og has kan afhængig af behandling før salg og produkttype evt. tilbageføres til plantagen, men vil oftest fjernes fra arealet. Tilsvarende er K indhold i beskærings-skud og blade ikke beskrevet, hvilket giver et ringe vidgrundlag for vurdering af samlet K fjernelse.

Der er ikke fundet undersøgelser af gradueret generel tilførsel af kalium fra unge til ældre plantager.

Gødskningsundersøgelser, fosfor

Kovalenko & Maas (1982) nævner at fosforkoncentration i blade er acceptabel i intervallet 0,14-0,16%. Fideghelli og De Salvador (2009) anfører at de fleste forskere inden for gødningsområdet angiver at hasselplanter i god gødningsstand har et næringsstofindhold i blade på 0,18% P.

Olsen (2013) anfører at fosformangel ikke er set i Oregon hassel plantager og det anbefales derfor ikke at gøde med fosfor. I Spanske forsøg anfører Tous (2005) en anvendelse på 40 kg P₂O₅/ha/år (17,6 kg P/ha/år). Bignami et al. (2005) anfører i Italienske forsøg en tilførsel på 40 kg P/ha/år.

Der er ikke fundet undersøgelser af årlig fraførsel af fosfor med nødder, blade og beskæring.

Der er ikke fundet undersøgelser af gradueret generel tilførsel af P fra unge til ældre plantager.

Typiske indholdskoncentrationer af P og K i rene nødder er beskrevet og giver input til hvor meget næringsstof der fraføres med rene nødder alene.

Tabel 2.9. Indhold af P og K samt andre stoffer i rene nødder uden skal i en række hassel sorter dyrket i Tyrkiet (Köksal et al., 2006).

Variety	Total ash (%)	Mineral elements (mg/100 g)								
		K	P	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
Acı	2.22	1036	340	204	208	4.3	2.2	3.6	2.7	2.16
Caveava	2.72	886	331	161	152	3.7	2.8	7.7	3.2	2.63
Çakıldak	2.60	1470	335	224	224	5.1	2.6	10.0	4.4	2.42
Foşa	2.25	1052	339	172	176	4.8	2.6	8.4	3.1	2.22
İncekara	2.41	506	246	175	152	3.9	1.8	4.3	2.9	2.04
Kalınkara	1.87	914	233	65	144	4.0	2.0	2.4	2.2	2.62
Kan	2.13	750	285	101	168	3.3	2.2	3.5	2.3	2.79
Karafındık	1.90	776	325	194	160	5.1	2.5	7.5	3.0	2.66
Kargalak	2.37	928	202	158	144	3.6	1.7	2.5	2.4	2.26
Kuş	2.30	706	239	180	176	3.8	2.3	3.1	2.4	2.71
Mıncane	2.43	1002	285	214	184	5.0	2.5	4.0	3.3	2.37
Palaz	2.61	1014	370	328	200	4.9	3.2	7.7	3.4	2.32
Sivri	2.30	920	270	129	184	4.0	2.2	3.4	2.6	3.81
Tombul	2.43	814	288	217	168	4.2	2.3	7.7	2.7	3.19
Uzunmusa	2.34	872	288	234	160	4.2	2.3	7.0	3.6	2.31
Yassı Badem	2.42	382	228	174	144	3.2	2.0	4.8	2.2	2.42
Yuvarlak Badem	2.46	640	272	230	192	3.6	2.2	7.6	2.7	2.72
Minimum	1.87	382	202	65	144	3.2	1.7	2.4	2.2	2.04
Maximum	2.72	1470	370	328	224	5.1	3.2	10.0	4.4	3.8
Mean	2.34	863	287	186	173	4.2	2.3	5.6	2.9	2.6
SD	0.20	243	47.7	58.6	23.7	0.6	0.4	2.4	0.6	0.4

Sammenfatning

De fundne anbefalede niveauer af gødskning fra de forskellige kilder baserer sig, dels på erfaringer med hvad der i praksis har givet god plantevækst og godt nøddeudbytte oftest i kombinationer af gødninger, dels på erfaringer med gødningsbehov baseret på bladanalyser og korellerede væksterfaringer. Egentlige gødningsforsøg med kontrolleret variation af enkeltstoffer og mangeårige opsamlinger af resultater er sparsomme og undersøgelser der dokumenterer optag og fjernelse af næringsstoffer og næringsstofftab samt

udnyttelsesgrad af næringsstoffer er næsten helt fraværende. For især N og K er der fundet stor variation i anbefalede værdier fra forskellige dyrkningsområder internationalt, med f.eks. meget højere anbefalede K værdier i Tyrkiet og også i Oregon, USA end anbefalet i Vest og Sydeuropa. Også anbefalede N niveauer er højere i Oregon end i f.eks. Spanien og Italien. Forskel i dyrkningsbetingelser, lokale jordforhold, sorter og om de dyrkes som buske eller stammede høje træer og især plantetæthed spiller ind på gødningsbehovet. De nuværende gødningsnormer i Danmark for hassel vurderes at give et godt grundlag for en høj produktion af hasselnødder i plantager jævnfør danske forsøgsresultater og anbefales derfor bevaret uændret for N og P, men for K foreslås normen reduceret til 80 kg K/ha/år. En aldersgraderet tilførsel af næringsstoffer i yngre plantager op til 10 års alderen som anbefalet i Oregon kan være en mulighed, men behovet vil være påvirket af om der dyrkes buske eller træer, plantetæthed og pasningsintensitet. Behovet for hurtigt at få opbygget et effektivt 'plante-produktionsapparat' med høj frugtsætningskapacitet/ha peger på et vigtigt gødningsbehov også i de første år, især hvis høje plantetætheder anvendes. Det vurderes at de anbefalede normer vil kunne dække disse behov også i unge plantager.

Anbefalinger her er givet med basis i renholdt jord i træærken. Dyrkes der med græs under træerne vil gødningsbehovet være højere, jævnfør gødningsnormer for andre frugttræarter i græs. Dette ekstra behov er ikke specificeret her.

Referencer

- Anon. (2020) Hazelnut reference guide, British Columbia - Going Forward 2, Canada. 1-62. Compiled from BC hazelnut growers' experience, the Oregon State University Extension Service and the Ontario Ministry of Agriculture.
- Anon. (2020) Håndbog for frugt- og bæravlere -2020. Hortiadvice, 148.
- Baron, L.C., Stebbins, R. (1978) Growing filberts in Oregon. Oregon State University Extension Service. Bulletin 628.
- Bignami, C., Cammilli, C., Moretti, G., Sallusti, L. (2005) Growth Analysis and Nitrogen Dynamics in Hazelnut 'Tonda Gentile Romana'. Proc. VIth Intl. Congress on Hazelnut Eds.: J. Tous, M. Rovira & A. Romero. Acta Hort. 686, 193-200.
- Christensen, J.V. (1981a) Dyrkning af hassel. Frugtavleren, 10, 53-55.
- Christensen, J.V. (1981b) Sorter af hassel. Frugtavleren, 10, 88-92.
- Christensen, J.V. (1996) Få has på nødden. Frugt og bær, 25:4, 102-103.
- Fideghelli, C., De Salvador, F.R. (2009) World Hazelnut Situation and Perspectives. Acta Hort. 845, 39-52.
- Kovalenko, C.G., Maas, E.F. (1982) Some effects of fertilizer and lime application to filbert orchards in the Fraser Valley of British Columbia. Can. J. Soil Sci. 62:71-77.
- Köksal, A.I., Nevzat, A., Atilla, S., Günes, N. (2006) Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. Food Chemistry 99 (2006) 509-515.
- Kühn, B.F., Christensen, J.V. (1991) Dyrkning af hassel. Grøn viden, Havebrug, nr 67, 1-6.

- Landbrugsstyrelsen. 2020. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler – planperioden 1. august 2020 til 31. juli 2021. https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-og_harmoniregler_2020_2021.pdf
- Landbrugsstyrelsen. 2019. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler – planperioden 1. august 2019 til 31. juli 2020. https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-og_harmoniregler_i_planperioden_2019_2020.pdf
- Leuty, T., Galic, D., Bailey, P., Dale, A., Currie, E., Filotas, M. (2012) Hazelnuts in Ontario - Growing, Harvesting and Food Safety. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/12-011.htm>
- Olsen, J. (1997) Nitrogen management in Oregon hazelnuts. *Acta Hort.* 445, 263-268.
- Olsen, J. (2013a) Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest. Orchard Nutrition. PNW, EM 9080. Oregon State University Extension Service, 1-5.
- Olsen, J. (2013b) Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest. Orchard Design. PNW, EM 9080. Oregon State University Extension Service, 1-3.
- Özenc, N. (2014) The Modelling Study for Potassium Fertilizer Requirements in Hazelnut (*Corylus avellana* L.) *NOTULAE BOTANICAE HORTI AGROBOTANICI CLUJ-NAPOCA*, 42, 1842-4309.
- Özenç, N., Kara, I., Özenç, D.B. (2005) General Soil Properties and Conditions for Using Fertilizers and Soil Products in the 'Tombul' Hazelnut Orchards of Giresun. *Proc. VIth Intl. Congress on Hazelnut. Acta Hort.* 686, 3319-326.
- Özenc, N., Özenc, D.B., Duyar, O. (2014) Nutritional composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) as influenced by basic fertilization. *ACTA AGRICULTURAE SCANDINAVICA SECTION B-SOIL AND PLANT SCIENCE.* 64(8), 1651-1913.
- Tous, J. (2005) Hazelnut production in Spain. *Acta Hort.* 686, 659-664.
- Tous, J., Romero, A., Plana, J., Sentís, X., Ferrán, J. (2005) Effect of Nitrogen, Boron and Iron Fertilization on Yield and Nut Quality of 'Negret' Hazelnut Trees. *Proc. VIth Intl. Congress on Hazelnut, Eds.: J. Tous, M. Rovira & A. Romero. Acta Hort.* 686, 277-280.
- Westergaard L. (1996) Dyrkning af hassel. *Praktisk Økologi*, 6, 6-7.