KUNSKAP FÖR LANDETS FRAMTID

Näringsbevattning med biogödsel

-del 3, fokus på blomkål

RAPPORT NR 3/2022

Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne, Odlingsutveckling, FoU

HIR Skåne

Hushållnings sällskapet

Hushållnings sällskapet

Näringsbevattning med biogödsel

– del 3, fokus på blomkål, 2020

Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Skåne
anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se

Förord

Del 1 av projektet är finansierat från Jordbruksverkets medel för Försök och utveckling (Jordbruksverkets diarienummer 4.1.18-/17026/18.

Del 2 finansierades av Region Skånes Utvecklingsmedel biogas. (Region Skånes Dnr: 1900313).

Del 3 av projektet är finansierat från Jordbruksverkets medel för Försök och utveckling och ingår delvis i samma anslag som till del 1 men kompletterades av anslag med Jordbruksverkets diarienummer 4.1.18-/16710/2019.

Projektet har möjliggjorts tack vare nära samarbete med Aquadrip och Norups gård och rörande del tre även med Magnus Jönsson, Ratchkegården. Under projektets gång har även Birgitta Båth, f.d. forskare på inst. för Växtproduktionsekologi, SLU, varit till ovärderlig hjälp som vetenskaplig bollplan och textgranskning mm.

Stort tack till er alla!

Foton framsidan: Anita Gunnarsson
Bild överst till vänster: 2020 07 12 dvs 55 dagar efter plantering och dagen före första skördetillfället. Bild nederst till höger: 2020 06 28 dvs dagen före bladplock 2

Sammanfattning

Blomkål har stort kvävebehov (N) och i ekologiska odlingar är det svårt att ge grödan den tillgång på N som krävs för att uppnå en acceptabel skörd av säljbar kvalitet. I detta projekt ville vi därför studera påverkan på skörd och kvalitet, N-dynamik i bladen samt N-effektivitet i ekologisk blomkål vid olika strategier för droppbevattning med biogödsel kombinerat med Biofer. Vi ville även se hur odling med eller utan plastlist påverkade tillväxt och kväveupptag i system med droppbevattning.

I ett fältförsök med blomkål på sandjord injicerades filtrerad biogödsel (10 µm maskstorlek i filtret) in i droppbevattningen i olika total mängd och med en fördelning över åtta eller 16 tillfällen. Dessa behandlingar kombinerades, i en split-plot-design, med tre grundgödslingsnivåer av Biofer. Totalt ingick nivåer av N motsvarande mellan 40 och 240 kg effektivt N/ha, där benämningen effektivt N definierades som 80 % av total N i Biofer och 100 % av NH_4-N i biogödseln.

I 15 av totalt 18 behandlingar planterades blomkålen på plastlist där droppslangarna placerades under plasten. I dessa bäddar varierade den totala skörden av blomkålshuvudena (utan blad) från 9 till 21 ton/ha (257-618 g/huvud). Skillnaden i skörd kunde inte enbart förklaras utifrån mängden tillfört N utan injiceringsstrategin påverkade också. Injicering av 80 kg NH_4-N med biogödsel gav högre total torrsubstansskörd av blomkålshuvud om biogödseln fördelades över 16 tillfälle under dag 5 till 24 från plantering jämfört med om den fördelades över 8 tillfällen under dag 5 till 16. Regressionsanalys indikerade att samma mängd effektivt N tillfört enbart med Biofer gav högre skörd än en lägre mängd N i Biofer kompletterat med injicerad NH_4-N. Resultaten tyder på att vi underskattat N-effektiviteten i Biofer och/eller överskattat den i injicerat NH4-N.

När gödslingen fördelades över 16 tillfällen uppnåddes butikskvalitet vid tillförsel av minst 40 kg effektivt N med Biofer i kombination med minst 80 kg injicerat N med biogödseln per ha. Baserat på regressionsanalys av skörden som uppnådde butikskvalitet mot tillförd mängd effektivt N bedömdes att gödsling med 200-240 kg effektivt N/ha var ekonomiskt optimalt – med reservation för att högsta N-nivån i försöket var 240 kg, varför vi inte kan uttala oss om högre tillförselnivåer. I variansanalys fanns det dock ingen signifikant skillnad i säljbar skörd mellan 120 och 240 kg N trots att skillnaden i intäkt motsvarade ca 155 000 kr/ha.

Mineralkvävemätning vid skörd visade att vid en växtnäringstillförsel på 200 kg N/ha fanns ungefär den mängd N i skiktet 0-30 cm som enligt litteraturen bedöms optimal (min. 40 kg N/ha) för god tillväxt av blomkål medan 240 kg-nivån låg 30 kg/ha över minimivärdet. Restkvävemängden ner till 60 cm var 50-100 kg/ha vid gödsling med 200-240 kg N. Om man därtill beaktar den rikliga mängd kväverika skörderester som dessa höga N-nivåer gav bör åtgärder efter skörd vidtas för att minimera N-utlakning.

Totalskörden i bäddarna utan plastlist var lägre än med plastlist men. Vid tillförsel av 200 kg effektivt N/ha genom 80 kg N med Biofer och 120 med droppbevattning var totalskörden 77 % högre i bäddar med plastlist än utan. Mängden säljbar blomkål av butikskvalitet, dvs av kvalitetsklass 1-2, gav ca 5 ton/ha större mängd säljbar blomkål i odling på plastlist, vilket motsvarar ett värde på ca 90 000 kr/ha. Trots det var skillnaden enligt variansanalysen inte signifikant. Studier av regressionslinjer tyder dock på verkliga skillnader men för att säkerställa dem behöver arbetet upprepas.

Mineralkvävemängden vid skörd var, trots lägre skörd, inte högre vid odling utan än med plast. Orsaken var troligen en kombination av högre ammoniakavgång i de oplastade bäddarna, till följd av att droppslangarna där inte var täckta, samt av att ogräs tagit upp en del N innan det rensades bort. Möjligen var även mineralisering av förfrukts-N och äldre organiskt bundet mark-N större i plasttäckta bäddar.

Analyser av nitrat-N (NO_3-N) i bladen utfördes vid fyra tidpunkter. Våra resultat tyder på att 3 900-4 900 ppm NO_3-N är tillräckligt när 11:te bladet är på väg fram och 3 500-3 700 ppm när knoppen är 2-4 cm i diameter, vilket är lägre än vad som anges i litteraturen.

Slutsatsen av projektet är att injicering av den filtrerade biogödseln fungerar bra. När blomkålen odlades på plastlist där droppslangarna placerades under plasten uppnåddes god skörd och kvalitet redan vid en rimlig grundgödslingsgiva på 1 000 kg Biofer 10-3-1 motsvarande 30 kg P/ha. Resultaten tyder på att man ytterligare kan anpassa gödslingen genom att öka mängden injicerad biogödsel utan att öka grundgödslingsgivan. En lämplig utveckling av försöksupplägget när det upprepas kan därför vara att stryka den lägsta injiceringsnivån på 40 kg NH_4-N/ha och, i stället, öka den högsta nivån från 120 till 160 kg NH_4-N/ha vilket ger en total högsta N-giva på 280 kg N/ha inklusive grundgödsling.

Innehåll

Inledning och bakgrund **7**

Syfte och mål **8**

Frågeställningar 8

Material och metod **9**

Försöksfält samt etablering, skötsel och mätprogram 9

Fältplacering och jord samt gödsling före plantering och under försöksperioden 9

..... 12

Blomkålsplantering och skötsel utöver gödsling och vattning 13

Näringsbevattning och biogödsel 13

Mätprogram 15

Beskrivning av skörd och provuttagning för vidare analyser 16

Statistisk analys 17

Resultat **24**

Total skörd av blomkålshuvuden 24

Storrute- och småruteeffekter 24

Jämförelse för varje behandlingsnivå 24

Blomkålskvalitet och blomkålsskörd av butikskvalitet 24

Storrute- respektive småruteeffekter 24

Jämförelser för varje behandlingsnivå 25

Biomassa i skörderester samt total ovanjordisk biomassa 30

Kväveinnehåll i ovanjordiskt växtmaterial 33

Mineralkväve i jord efter skörd 33

Plantsaftanalys för nitratkväve under växtperioden 34

Diskussion **38**

Skörd, kvalitet och ekonomi 38

Biomassa, N-upptag och restkväve i jorden 39

Bladanalyser 40

Svar på frågeställningarna 41

Referenser (hämtade från ansökan utan komplettering) 42

Bilaga 1. Kvalitetsbedömning på varje blomkålshuvud i en skala 1-4 43

Bilaga 2. Resultat från tabell 4 tom 9 presenterade för samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor 44

Inledning och bakgrund

Projektet utgör tredje steget i ett större projekt om näringsbevattning med biogödsel. I projektets del 1 och 2 genomförde vi under sommaren 2019 separering och filtrering av biogödsel till droppbevattningskvalitet samt testade filtratet i två fältförsök i rajgräs och korn med olika tekniker för droppbevattning med injicerad biogödsel. Vi bedömde därefter att vi hade en teknik som var mogen för att arbeta med i mer relevanta grödor. Tekniken med droppbevattning med biogödsel till en gröda for direkt humankonsumtion knyter ihop produktion och konsumtion i ett cirkulärt system. Tekniken är särskilt intressant i frilandsodlade grönsaker med stort N-behov.

Blomkål har stort N-behov (Feller m fl., 2011) och speciellt i början av tillväxtperioden är det svårt att i ekologiska odlingar ge grödan den tillgång på N som krävs för en god säljbar kvalitet (pers. medd. Elisabeth Ögren). Abdel-Razzak m fl. (2008) visade att oorganisk växtnäring hade mest positiv effekt på blomkålens kvalitet när det kombinerades med organisk näring (i det fallet kycklinggödsel). I biogödsel förekommer huvuddelen av N i en form som är direkt upptagbar för grödan samtidigt som droppbevattning ger möjlighet att styra växtnäringsbehovet över tiden. Vi bedömde därför att det fanns en hög potential för droppbevattning med biogödsel till blomkål. Genom att kombinera droppbevattning och täckt odling (t ex odling på plastlist) finns därtill en potential att minska behovet av bevattningsvatten.

För blomkål finns utvärderingsnormer för nitratanalyser i bladsaften (Doerge m fl., 1991). Då vi hade goda erfarenheter av bladsaftsanalyser från potatis (Rölin m. fl. 2018) men det saknades svenska erfarenheter från den metoden i blomkål avsåg vi att använda försöken för att validera de uppgifter som Doerge et al. presenterar (1991) för att förbättra möjligheten att anpassa gödslingen utifrån grödans behov under svenska förhållanden.

Syfte och mål

Syftet med projektet var att

- Studera påverkan på skörd och kvalitet, N-dynamik i bladen samt N-effektivitet i ekologisk blomkål vid olika strategier för droppbevattning med biogödsel kombinerat med Biofer.
- Studera betydelsen av plantering och odling av kålen i bäddar med eller utan plasttäckning (s.k. ”odling på plastlist”).

Frågeställningar

De frågeställningar vi ville besvara var

- Hur kan hög skörd och kvalitet, och därmed ekonomi, av ekologisk blomkål uppnås genom att kombinera tillförsel av organiska grundgödselmedel med näringsgödsling med droppbevattning?
- Hur påverkas N-effektivitet och utlakningsrisk av de olika kombinationerna?
- Hur kan bladsaftsanalys (NO_3-N) användas som hjälpmedel vid förbättrad anpassning av gödslingsregimen?
- Hur påverkar bäddodling på plastlist (biobaserad nedbrytbar plast) skörd, N-effektivitet och utlakningsrisk jämfört med odling på bädd utan plastlist.

Material och metod

Försöksfält samt etablering, skötsel och mätprogram

Fältplacering och jord samt gödsling före plantering och under försöksperioden

Försöket låg på en ekologisk gård med lätt sandjord utanför Yngsjö sydost om Kristianstad. Förfrukten var gräs + vitklöver sådd i juli 2019 efter skörd av färskpotatis (Bild 1 och 2). Hela försöksytan vårplöjdes i mars 2020.

Mineralkväveprov togs den 5 maj, nio dagar före plantering. I skiktet 0-30 cm fanns 35 kg N/ha varav 17 som nitrat-N och i skiktet 30-60 cm fanns 18 kg N/ha varav 9 som nitrat-N.

Matjorden hade en textur bestående av 86 % sand och grovmo, 3 % lera och 11 % silt och en mullhalt på 1 %. pH var 7,2 (Bild 3 och 4) och AL-löslig näring var) 43 P, 7 K, 8 Mg och 160 Ca och förrådsinnehållet (HCl-extraktion) var 39 K, 84 P och 3 mg CuHCl /kg jord. Motsvarande värden i alven (30-50 cm) var 93, 4 och 3 % med en mullhalt på 0,5 %. pH var 7,5 och AL-löslig näring var 48 P, 5 K, 7 Mg och 330 Ca och förrådsinnehållet (HCl-extraktion) var 50 K, 100 P uttryckt i mg/100 g lufttorkad jord och CuHCl var 2 mg/kg jord.

För att undvika Mg och Bor-brist bredgödslades försöket med Kieserit (200 kg/ha; 30 kg Mg/ha) och Bor180 (5 L/ha; 900 g B/ha) sprutades ut. Handgödsling gjordes parcellvis (smårutebehandlingar) med Biofer 10-3-1 och Kaliumsulfat enligt plan (Grundgödslingsnivåer (GG); Tabell 1) innan bäddläggningen (9/5) och droppslangarna placerades ut varefter hela ytan vattnades med gårdens rampbevattning. När bäddarna fått ”ligga till sig” i 5 dygn plastades de i led med denna behandling. och kålen planterades.

Storrutebehandlingarna utgjordes av olika strategier för injicering av biogödsel samt av behandlingar med och utan plastning av bädden och benämns Injicerings- och plastningsstrategier (IP: Tabell 1). Injicering med näring påbörjades den 18 maj (5 dagar efter plantering) och bevattning fortsatte varje eller varannan dag men med 2 dagars uppehåll vid de fyra helger som inträffade under perioden fram tills att all näringsbevattning genomförts enligt plan (Tabell 1 och 2).

Sista injiceringstillfället i IP-B och C var den 29 Maj (16 dagar efter plantering) och sista tillfället för IP-D, E och F var den 6 juni (24 dagar efter plantering). Total kvävetillförsel motsvarade 40 kg effektivt N/ha i det lägst gödslade ledet (injiceringsnivå A och grundgödslingsnivå 1) och med ökande N-nivå upp till 240 kg effektivt N/ha med intervall på 40 kg effektivt N/ha (Tabell 2). Som effektivt N definieras i denna rapport 80 % av totalkvävet i Biofer samt 100 % av NH_4-N i den filtrerade biogödseln, vilket motsvarade 82 % av totalkvävet i biogödseln. Begreppet effektivt kväve kan närmast liknas vid det som internationellt brukar benämnas ”mineral fertilizer value”, se t ex Delin (2012).

Placeringen av storrutor och smårutor framgår av Figur 1.

Foton av Anita Gunnarsson 2020 05 10; dagen efter bäddläggning och utdragning av droppslangar och fyra dagar före plantering.

Bild 1: Förfrukt vitklöver insådd efter skörd av färskpotatis 2019.

Bild 2: Översiktsbild över försöksfältet efter bäddläggning men före plantering.

Bild 3: Bilden visar att det var en mycket sandig jord med inslag av synlig kritkalk.

Bild 4: En bit kritkalken som ger svarta streck på jeanstyg.

Tabell 1. Översikt över behandlingar. Kursiverad text är den förkortning som används i resultattabellerna. % injicering = koncentrationen biogödsel i bevattningsvattnet

Injicerings och plastningsstrategi (storrutor, slumpade inom block)	
IP-A.	Ingen injicering av näring *(A: 0 inj.)*
IP-B.	5 % injicering upp till 40 kg NH_4-N/ha *(B: 5 % inj.; 40 N)*
IP-C.	10 % injicering upp till 80 kg NH_4-N/ha *(C: 10 % inj.; 80 N)*
IP-D.	5 % injicering upp till 80 kg NH_4-N/ha (alltså dubbelt så många gånger som i C) *(D: 5 % inj.; 80 N)*
IP-E.	10 % injicering upp till 80 NH_4-N, sedan 5 % upp till 40 kg NH_4-N/ha, alltså total 120 NH_4-N *(E: 10+5 % inj.; 80+40 N)*
IP-F.	Som led e men utan plastlist *(F: Som E; Utan plast)*
Grundgödslingsled* (smårutor slumpade inom storrutor)	
GG 1.	500 kg/ha Biofer 10-3-1 motsv 40 kg effektivt N **+ 15 kg P/ha och 4,5 kg K/ha *(GG 1: Biofer 40 N)*
GG 2.	1000 kg/ha Biofer 10-3-1 motsv 80 kg effektivt N** + 30 kg P/ha och 9 kg K/ha *(GG 2: Biofer 80 N)*
GG 3.	1500 kg/ha Biofer 10-3-1 motsv 120 kg effektivt N**+45 kg P/ha och 14 kg K/ha *(GG 3: Biofer 120 N)*

*) Alla grundgödslingsled fick anpassad tillförsel av kaliumsulfat (KSO_4; 42 % K; 18 % S) upp till en K-nivå motsvarande 220 kg K/ha. Därtill fick alla parceller 200 kg Kieserit (15 % Mg; 20 % S) och Bor (900 g /ha) för att säkerställa en tillräcklig Mg-tillgång. Varför nämns inte B här?

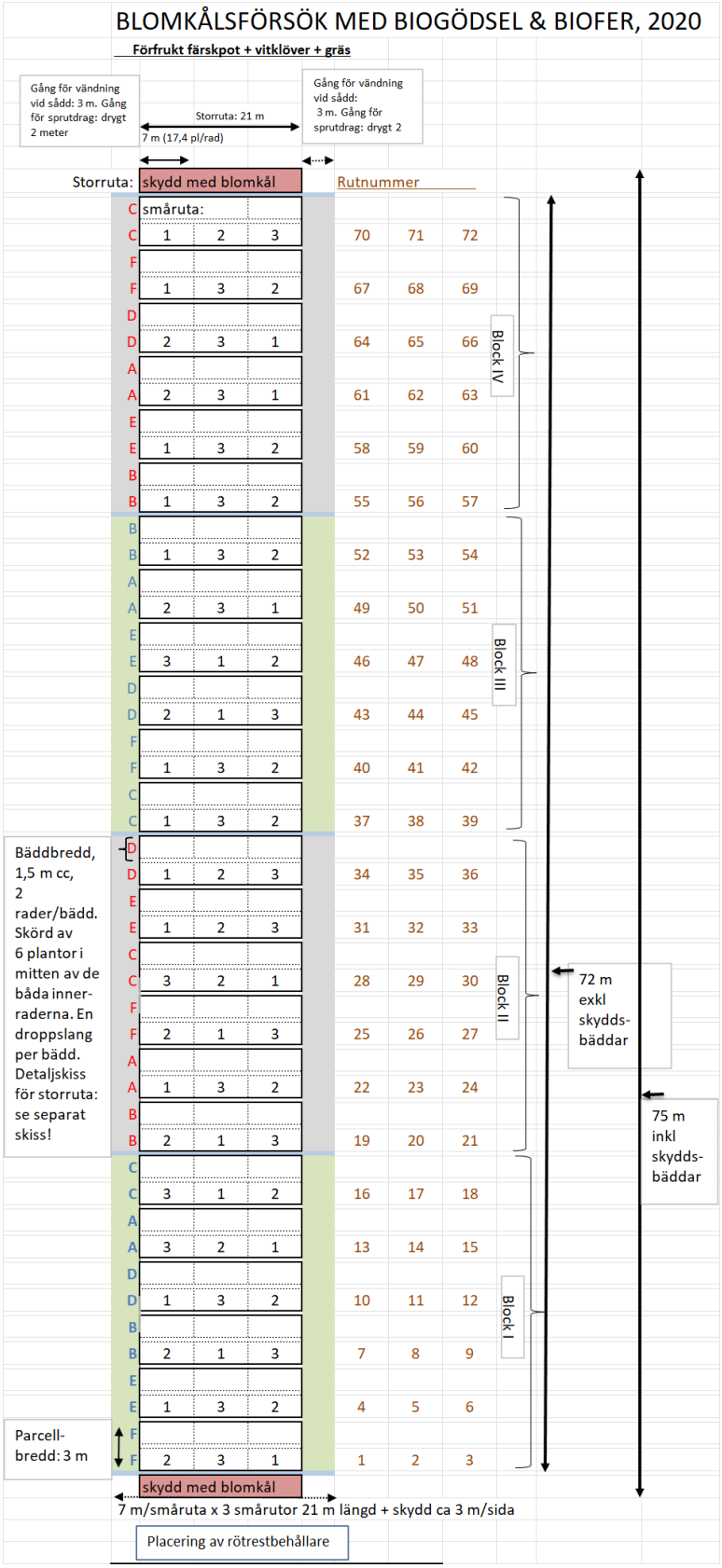
**) Som effektivt N definieras i denna rapport 80 % av totalkvävet i Biofer samt 100 % av NH_4-N i den filtrerade biogödseln, vilket motsvarade 82 % av totalkvävet i biogödseln.

Tabell 2. Tillförsel av effektivt N** i de olika behandlingarna (leden). IP-strategi = injicerings- och plastningsstrategi

	Ledbeteckning		Kg effektivt N /ha			
Injicering med biogödsel	Storruta IP-strategi	Småruta Grund-gödsling	Grundgödsling Biofer 10-3-1	Injicering* Biogödsel	Summa	N-nivå
Ingen	A	1	40	0	40	1
5 % 8 ggr	B	1	40	40	80	2
10 % 8 ggr	C	1	40	80	120	3
5 % 16 ggr	D	1	40	80	120	3
10 % 8 ggr + 5 % 8 ggr	E	1	40	120	160	4
Ingen	A	2	80	0	80	2
5 % 8 ggr	B	2	80	40	120	3
10 % 8 ggr	C	2	80	80	160	4
5 % 16 ggr	D	2	80	80	160	4
10 % 8 ggr + 8 % X ggr	E	2	80	120	200	5
Ingen	A	3	120	0	120	3
5 % 8 ggr	B	3	120	40	160	4
10 % 8 ggr	C	3	120	80	200	5
5 % 16 ggr	D	3	120	80	200	5
10 % 8 ggr + 5 % 8 ggr	E	3	120	120	240	6
Som e; utan plast	F	1	40	120	160	4
Som e; utan plast	F	2	80	120	200	5
Som e; utan plast	F	3	120	120	240	6

*) kg NH_4-N/ha med filtrerad biogödsel

**) Som effektivt N definieras i denna rapport 80 % av totalkvävet i Biofer 10-3-1 (grundgödsling) samt 100 % av NH_4-N i den filtrerade biogödseln, vilket motsvarade 82 % av totalkvävet i biogödseln.



Figur 1. Placering av storrutor (Injicerings- och plastningsstrategi; IP-A t o m F) och smårutor (Grundgödslingsnivå; GG 1 t o m 3)

Blomkålsplantering och skötsel utöver gödsling och vattning

Blomkålsorten Sevilla F1 (medeltidig sort för odling under hela säsongen; mer info på www.semenco.se) planterades den 14 maj på bäddar med cc 150 cm. Två rader blomkål planterades per bädd med 40 cm plantavstånd. Plantorna var behandlade med ett växtskyddsmedel med den aktiva substansen Conserve, som var tillåtet i växthus och därför kunde användas på plantorna i plantuppdragningsväxthuset. Conserve förhindrar tidiga kålflugeangrepp. Planttätheten ger med den strategi som användes 33 333 plantor per hektar.

Varje parcell bestod av två intilliggande bäddar där de båda mittraderna användes för skörd och bladplockning. Bladplockningen utfördes innanför en skyddszon på minst 1.5 m i de båda ändarna av parcellerna för att undvika eventuell kanteffekt av gödslingen.

Täckning med insektsnät gjordes samma dag som planteringen för att skydda mot skadegörare, framför allt fjärilar. Förekomst av skadegörande insekter följdes genom växtskyddscentalens prognosbevakning (främst kålmal) samt genom att vi i kortändarna av försöket etablerat två skyddsrader utan väv där vi lätt kunde följa förekomsten av skadegörare. Vi använde s.k. kålflugefällor som placerade dels på några plantor i de otäckta skyddsraderna och del på några plantor under insektsnätet – men fann inga kålflugeägg i fällorna. När det dök upp ägg eller larver av något slag i skyddsraderna eller det av annan anledning fanns risk för angrepp kontrollerade vi ägg- och larvförekomsten under väven i själva försöket. Vid ett tillfälle (den 23 juni) bedömde vi att det fanns behov att behandla med ett KRAV-godkänt preparat innehållande Bacillus Thurigiensis för att inte riskera att få stora problem med larvskador av kålmal. Behandlingen kunde genomföras med en 24 m växtskyddsspruta genom att köra längs med de 21 m långa storrutorna från båda hållen (se Figur 1) så att halva ytans sprutades vid överfarten i ena riktningen och andra halvan vid överfarten i andra riktningen. Insektsnätet togs bort den 9 juli, dvs fem dagar före första skördedagen och högvuxet ogräs mellan bäddarna röjdes då bort med en grästrimmer (Bild 5 och 6). Vid skörd förekom inga kvalitetsskador på blomkålen orsakad av skadedjur.

I IP-F där jorden inte var plasttäckt rensades ogräs bort för hand den 16 juni (34 dagar efter plantering (Bild 7).

Vid tillfälle 1 för bladprovtagning (3 juni) gjordes Mn-mätning med manganskanner (NN-Easy55, NutriNostica). Värdena låg mycket bra till varför inget Mn tillfördes.

Näringsbevattning och biogödsel

Biogödslen kom från KRAV-tillåten gravimetriskt separerad (Bild 8) och därefter filtrerad biogödsel delvis från Norups gård (baserad på svinflyt blandat med en del ensilagerester) och delvis från filtrerad Kravtillåten biogödsel från en av Gasums anläggningar. För att inte riskera stopp i ledningarna filtrerades biogödseln en extra gång i påsfilter med 10 µm

maskstorlek (Bild 9). Vid det förberedande försöket 2019 filtrerades biogödseln till 30 µm och normal rekommendation för droppbevattning i Norden anses vara 100 µm.

Biogödseln hade pH 8,2 med 1,2 % torrsubstans och 0,6 % aska. Näringsinnehållet i kg/ton friskvikt var 4,14 total-N, 3,4 NH_4-N, 0,11 P (total), 2,2 K, < 0,05 Mg, 0,65 Na och 0,01.

Bevattningsvattnet hade pH 8,4, ledningstal 30 (1 Lt = 10 mS/m) och kloridinnnehåll på 1230 mg/L.

Vattnet filtrerade genom ett sandfilter innan det gick ut i slangarna och innan injiceringen av biogödsel (Bild 10). Injiceringen gjorde med hjälp av en automatisk styrenhet. (Irritrol Total Control) med 15-stationers system (Aguadrip, 2020; (Bild 11)). I biogödselbehållaren, från vilka injektorerna pumpade upp näringslösning, satt ett 200 µm filter för att hindra större partiklar från att komma in i systemet. Efter injektorerna passerade bevattningsvattnet ytterligare ett reningsfilter på 100 µm, som en sista försäkran om att inga stora partiklar kunde flöda ut i droppställena, innan det slutligen leddes ut i respektive stamledning och vidare ut i droppslangarna.

En droppslang (Netafim Uniram RC 16x1,0/1,6) med 20 cm mellan droppställena placerades ut per bädd (Bild 2 och 3). Bevattningsintensiteten var 1,6 L/timme och droppställe. Varje droppställe bestod av ett särskilt membran monterat på insidan av slangen. Membranet fungerar som en labyrint för bevattningsvattnet som saktas ner och den utvattnade vätskemängden blir därför den samma från samtliga droppställen oavsett avståndet från pump/injektor.

Varje storruteled bevattnades enligt ett förprogrammerat schema som startades manuellt vid varje bevattningstillfälle. Försöksfältet var bemannat under alla bevattningar. En översyn av utrustningen och kontroll av filter gjordes inför varje bevattning (Bild 12). Injicering med droppbevattning gjordes i 32 minuter följt av 6 minuters efterbevattning. Eftersom 1 L/m^2 motsvarar 1 mm nederbörd kan man beräkna att varje bevattning totalt gav 3,4 mm utslaget på hela ytan eller 5,6 mm om man tänker att allt kommer i bädden. Tiden var beräknad så att varje tillfälle gav 5 kg NH_4-N/ha (utslaget på hela ytan) i leden med 5 % injicering och 10 kg N/ha med 10 % injicering.

Första näringsbevattningen gjordes den 18/5, dvs 5 dagar efter plantering (DAP; från Days After Planting) och följande näringsbevattningar gjordes dag 6, 7, 9, 12, 13, 14 och 16 i alla IP-strategierna utom IP-A. I IP-D, E och F gjordes därefter ytterligare 8 näringsbevattningar dag 19, 20, 21, 28, 29, 30, 33 och 34 DAP. IP-A droppbevattnades på exakt samma sätt som de andra leden men utan näringsinjicering. Droppbevattning av IP-B och C gjordes vid samma tillfällen som IP-D, E och F vid tillfälle 9-16, men utan näringsinjicering.

För att säkerställa att det inte var stopp i några ledningar placerades ett mätkärl i varje ände av varje slang under det yttersta droppstället (Bild 13). Mätkärlen kontrollerades efter varje bevattning. På så sätt kunde vi konstatera att utvattnad mängd stämde väl med den beräknade i alla slangar under hela försöksperioden som vi injicerade näring.

Vattenhalten i jorden följdes med hjälp av markfuktssensorer (Sencefarm så att vi var säkra på att vattenhalten inte var så hög att kväve vattnades bort. Vid behov kompletterade odlaren bevattningen genom att droppbevattna utan näringsinjicering, för att säkerställa att tillväxten inte var vattenbegränsad. Det kom inga stora regn under perioden så det fanns ingen risk för avrinning.

IP-strategi F vattnades 5 gånger extra utan näringsinjicering (alltså ca 28 mm) bevattning eftersom avdunstningen där var avsevärt högre än i de plasttäckta strategierna.

Mätprogram

Utöver de under avsnittet ”Fältplacering och jord…” redovisade generalproverna av jorden före försökets start utfördes följande mätningar/graderingar:

- Nitratkväveanalys gjordes på plantsaft från bladnerven på det yngsta fullt utvecklade bladet vid fyra tillfällen med snabbtestmätare från Horiba (modell LAQUAtwin NO_3-11C; återförsäljare Naturlig Desinfektion i Danmark)
    - den 3 juni (21 DAP; 7:de bladet på väg fram; Bild 14)
    - den 17 juni (35 DAP; 11:te bladet på väg fram; Bild 15)
    - den 29 juni (47 DAP; knopp 2-4 cm; Bild 16)
    - den 9 juli (57 DAP; yngsta fullt utvecklade bladet 25-28 cm; huvuden 6-12 cm i diameter; Bild 17)

    Blad plockades i förlängningen av skörderutans rad, dvs. utanför den planerade skörderutan. Vid tillfälle 1 och 2 togs 4 blad/planta från 4 plantor per parcell och tillfälle och bladen från de fyra blocken slogs ihop inför analysen. Vid tillfälle 3 och 4 togs åter 4 blad/planta: vid tillfälle 3 från samma plantor som vid tillfälle 1och vid tillfälle 4 från samma plantor som vid tillfälle 2. Analysen vid de två senare tillfällena gjordes parcellvis eftersom det fanns tillräckligt med växtmaterial för det.
- Skörd och provuttagning – se separat avsnitt.
- Kvalitetsbedömning gjordes på varje blomkålshuvud dels genom att mäta bredd, höjd och stjälklängd och dels genom att bedöma kvalitén enligt en skala 1- 4 baserad på FN/ECEs norm; se närmare beskrivning i Bilaga 1.
- Mineralkvävebestämning i skikten 0-30 och 30-60 cm gjordes direkt efter skörd enligt principskissen i Figur 2. I varje parcell togs 10 delstick per skikt, som slogs ihop till det prov som analyserades.

Beskrivning av skörd och provuttagning för vidare analyser

Sex blomkålshuvuden per parcell skördades. Skörderutan placerades så att de skördade plantorna aldrig hade luckor vare sig inom de tre huvudena från samma rad eller på den närmaste plantplatsen före och efter dessa tre. Det innebar, i ett fåtal parceller, att skörderutan flyttades i förhållande till planen (Figur 2). Korrigeringarna av skörderutans placering gjordes innan första skördedagen. Dagen för skörd anpassades till utvecklingen i parcellerna och de enskilda plantorna så att varje planta skulle få chansen att växa sig så stor som möjligt utan att kvaliteten försämrades t ex. pga. skuggning av toppbladet.

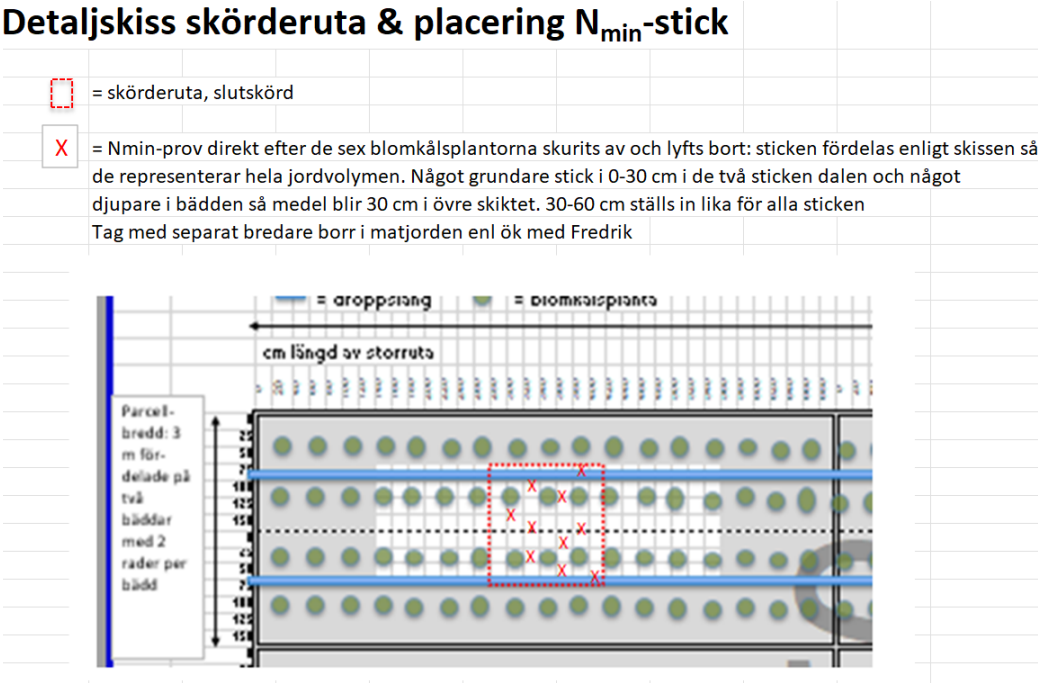
Utifrån instruktioner från en odlings-och kvalitetskonsult från Grönsaksmästarna strävade vi efter en huvudstorlek på 600-650 g utan blad, vilket motsvarar ca 750-825 g s.k. ”putsat huvud” dvs. ett huvud där några avskurna blad finns kvar. (Grönsaksmästarna önskade år 2020 att de putsade huvudena från ekologiska odlingar hade en vikt på mellan 400 och 600 g och mellan 700 och 900 g från konventionella odlingar; Bild 18. Vi strävade alltså mer mot skörd vid de vikter som efterfrågades från konventionella blomkålsodlare.

I de låggödslade leden såg man att de små huvudena fick dålig kvalitet innan de växte sig stora. Utifrån okulär besiktning i fält gjorde därför en, för ändamålet tränad, person från fältförsöksavdelningen bedömningen av vilka plantor som skulle skördas trots att huvudena var mindre än vad som beskrivs som optimal vikt ovan. Tendens till antocyanfärgad blast användes till exempel som en indikator på att kvalitén snabbt höll på att försämras, men försämringen upptäcktes även ganska lätt vid en inspektion av själva huvudena.

De flesta huvuden skördades under första och andra skördedagen (den 14 och 17 juli, och några få bedömdes behöva växa ytterligare några dagar och skördades den 22 juli (70 dagar efter plantering). Det genomsnittliga skördedatumet skilde på ca 2 dagar mellan de minst och de mest gödslade leden med senast skörd där mest gödsel tillförts.

För att kunna beräkna de ovanjordiska skörderesternas biomassa vägdes hela plantan (Bild 19), inkl. samtliga ovanjordiska skörderester i fält varefter blomkålshuvudet avlägsnades och vägdes separat. Ett delprov togs ut från skörderesterna för torrsubstanshaltsbestämning (60 °C) samt total-N-analys.

Alla skördade blomkålshuvud från en parcell placerades i en märkt plastback över natten i kylrum för att dagen därpå vägas, och mätas individuellt och skivas för att kunna torkas för torrsubstanshaltsmätning och N-haltsbestämning (Bild 20 och 21). Samtidigt togs prover ut och lämnades till SLU, Alnarp för att frystorkas för att därefter eventuellt kunna göra en antioxidantmätning senare av en Alnarpsforskare med fokus på detta. (Detta har inte gjorts när denna rapport skrivs).



Figur 2. Detaljskiss över en parcell: placering av skörderuta och mineralkvävestick. Varje grön punkt motsvarar en plantplats i den 7 meter långa och 2 bäddar breda parcellen. Angående flyttning av vissa skörderutor för att undvika påverkan av luckor med plantbortfall, se den beskrivande texten

Statistisk analys

Den statistiska analysen gjordes i Minitab 19 med en modell anpassad för splitplotdesign: ”Stat – ANOVA – Mixed Effects Models – Fit Mixed Effects Model”.

Block angavs som General Random factor. Storrutefaktor (Injicerings- och plastningsstragegi) och Smårutefaktor (Grundgödslingsnivå) angavs som Fixed factors och Block*storrutefaktor och Storrutefaktor*Smårutefaktor angavs som Interaction effects. Jämförelser gjordes med Tukey’s test med 95 % konfidensintervall (CI) för att få ut p-värdena för såväl storruteeffekterna som småruteeffekterna och storruteeffekt*småruteeffekt.

I tabeller med resultat är P-värden <0,05 grönmarkerade och P-värden ≥0,05 och <0,15 orangemarkerade.

Foton av Anita Gunnarsson

Bild 5. Insektsnätet tas bort den 9 juli. Bädden längst till vänster är skyddrad som inte varit nätad. längs

Bild 6. Direkt efter borttagning av nätet röjdes höga ogräs (mest mållor) som vuxit mellan bäddarna, bort med grästrimmer.

Bild 7. 11 juni 2022 (29 dagar efter plantering). Handrensning av ogräs i storrutor utan plast dvs injicerings- och plastningsstrategi F.

Bild 8. Foto från delprojekt 1 2019. I behållaren på bilden fick biogödseln från Norups gård genomgå en gravimetrisk separation varefter den tunnaste fraktionen genomgick filtrering.

Foton av Anita Gunnarsson

Bild 9. Biogödseln filtrerades genom påsfilter. År 2019 filtrerades den gravimetriskt separerade biogödseln direkt i ett filter med 30 µm maskstorlek. År 2020 gjordes en extra filtrering med 10 µm filter.
Vi upptäckte att biogödsel skiljer sig kraftigt, i hur lätt den går att filtrera, beroende på vilka råvaror som använts.

Bild 10. Översiktsbild över utrustningen för droppbevattning- Den blå behållaren är sandfiltret som filtrerar bevattningsvattnet innan det går in i utrusningen för näringsinjicering och droppbevattning. På bilden syns gårdens lantbrukare, Magnus Jönsson och försökstekniker Katarina Lindholm.

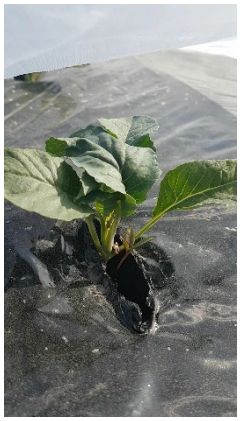
Bild 11. Injiceringen gjordes med hjälp av en automatisk styrenhet: Irritrol Total Control Varje stor-rutebehandling kunde ”läggas in” så att varje IP-strategi fick rätt injiceringsgrad. Slangsystemet var uppbyggt så att alla fyra upprepningarna i en IP-strategi fick vatten och injicering samtidigt. Därefter gick vattningen automatisk över till nästa IP.

Foton av Anita Gunnarsson

Bild 12. Före varje bevattningstillfälle gjordes en översyn av utrusning och kontroll och resning av filter. På bilden ses försökstekniker Katarina Lindholm göra detta.

Bild 13: För att säkerställa att det inte var stopp i några ledningar placerades mätkärl i varje ände av varje slang under det yttersta droppstället. Mätkärlen kontrollerades efter varje bevattning och det uppstod inga stopp under hela försöksperioden.

Foton av Anita Gunnarsson – plantstorlekar vid bladanalystillfällen



,,

Bild 14. Dagen före bladplockning 1 som gjordes den 3 juni, 21 dagar efter plantering.

Bild 15. Dagen före bladplockning 2 som gjordes den 17 juni, 35 dagar efter plantering.

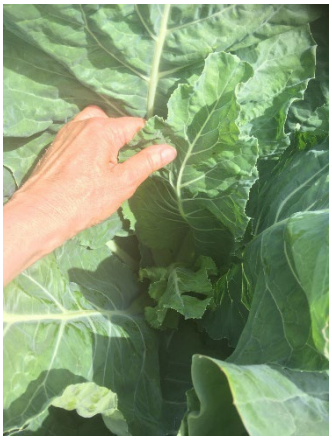


Bild 16a och b. Dagen före bladplockning 3 som gjordes den 29 juni, 47 dagar efter plantering.

Bild 17: Fotot taget den 9 juli, dvs. samma dag som bladplockning 4 gjordes, 57 dagar efter plantering och 5 dagar före första skördedagen.

Foton av Anita Gunnarsson

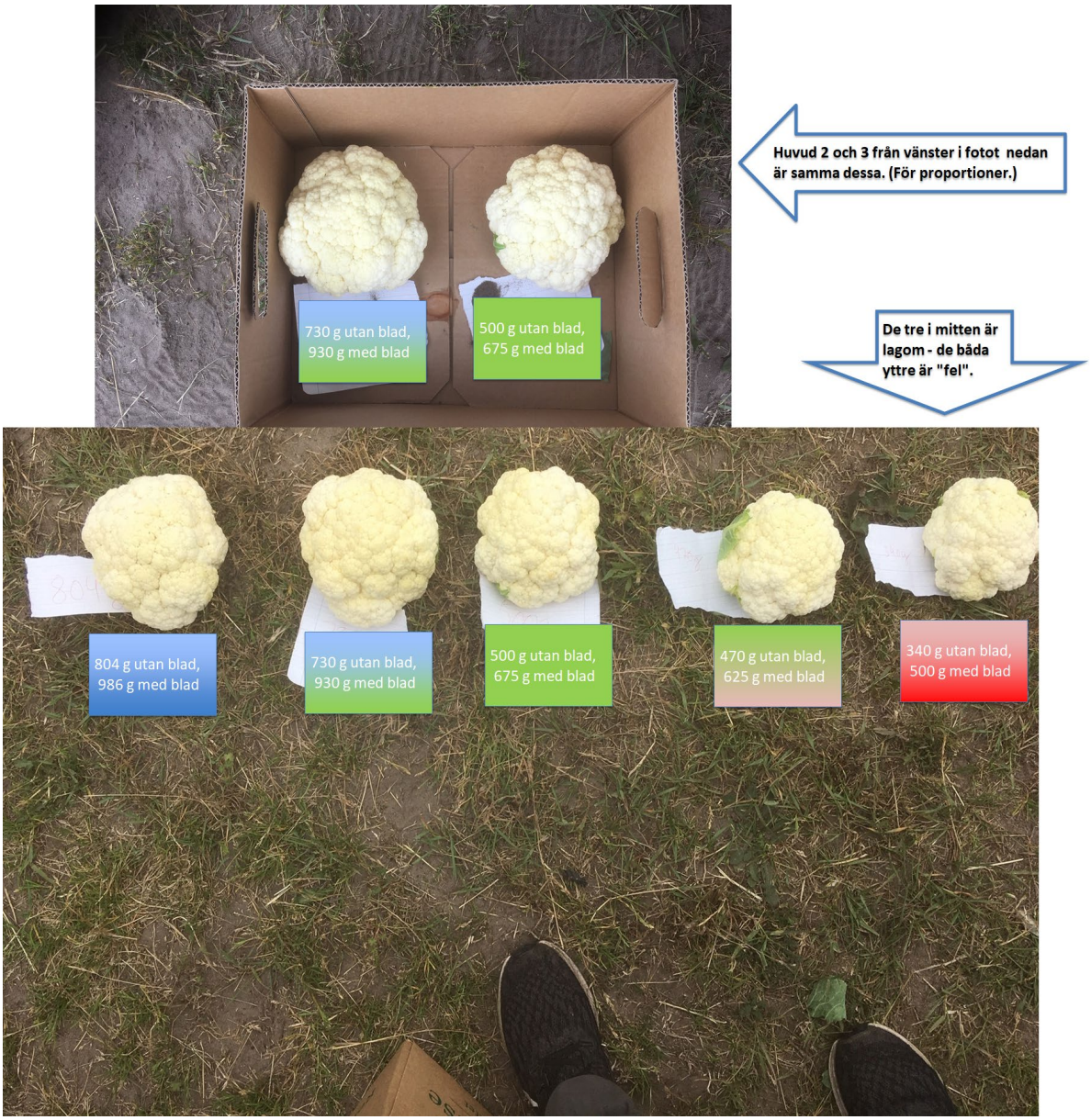


Bild 18. Illustration som hjälp vid storleksbedömning av blomkålshuvuden. Pappkartongen är 37 cm lång och 28 bred.

Foton av Anita Gunnarsson i samband med skörd

Bild 19. Katarina Lindholm skördar en planta. Hela plantan vägs varefter huvudet rensas fram och vägs separat.

Bild 20. Efter vägning stoppades alla skördade blomkålshuvuden från en parcell i en märkt plastback och förvarades i kylrum över natten tills kvalitetsbedömning och provberedning gjordes.

Bild 21. Varje blomkålshuvudena mättes och kvalitetsbestämdes. Huvudena skivades och ett samlingsprov gjordes för varje parcell för torkning och torrsubstansbestämning. Därtill lades en skiva per huvud i frys för senare frystorkning och eventuell antioxidantbestämning. På bilden syns Annika Jönsson och Katarina Lindholm arbeta med detta.

Resultat

Total skörd av blomkålshuvuden

Storrute- och småruteeffekter

Totalskörden av blomkålshuvuden (färsk och torr) var störst där högst mängd N injicerats (IP-E; 120 N) men skillnaden var inte signifikant jämfört med i IP-D där 80 kg NH_4-N injicerats vid 16 tillfällen (Tabell 4). IP-D hade högre skörd av torr biomassa i blomkålsskörden än IP C. Grundgödslingsnivå 3 (120 N) gav högre blomkålsskörd än GG 1 och 2 (40 respektive 180 N). För färskviktskörden fanns en signifikant interaktion mellan storrutebehandling och smårutebehandling. Resultaten för färskviktsskörden bör därmed tolkas för behandlingarna separat och inte som medeltal över stor- eller små-rutefaktorerna.

Torrsubstanshalten var signifikant högre för den lägsta grundgödslingsnivån (GG 1) jämfört med GG 2 och 3) och signifikant lägre för IP-strategi E (120 N) jämfört med IP-A och IP-B (0 och 40 N).

Injicerings- och plastningsstrategi F (utan plast) gav lägre total blomkålsskörd än motsvarande injiceringsnivå i ledet med plastlist (IP-E; Tabell 4). Skörden i IP-F var i nivå med den i IP-A, B och C. Blomkålsskörden baserat på torr biomassa var större om man injicerade 80 kg NH_4-N/ha vid 16 tillfällen (IP-D) än vid 8 tillfällen (IP-E).

Jämförelse för varje behandlingsnivå

Vid högsta grundgödslingsnivån skiljde IP-B ut sig med lägre skörd (11 ton/ha) än de andra fem strategierna (14-20 ton/ha; Figur 3 och Bilaga 2 Tabell B2:1). Vid den mellersta grundgödslingsnivån gav IP- E högre skörd (21 ton/ha) än IP-strategi A, B, C och F (12-14 ta/ha) medan IP-D hade en skördenivå mitt emellan. Vid den lägsta grundgödslingsnivån gav injiceringsnivå D och E störst skörd.

Blomkålskvalitet och blomkålsskörd av butikskvalitet

Storrute- respektive småruteeffekter

Utifrån den 4-gradiga skala som använts för kvalitet fanns skillnader såväl för IP-strategi som för grundgödslingsnivå men det fanns ett samspel mellan dessa (Tabell 5). Även för andel kassation (dvs. antalsbaserad andel huvud med kvalitet 4, och viktbaserad andel, Tabell 5 och 6 samt Figur 4) fanns ett signifikant samspel. Generellt gav IP-strategi D, E och F bättre blomkåls kvalitet än strategi A och B, medan IP-C intog en mellanställning. Även för kassation var strategi IP-A och B sämst och D, E och F bäst (Tabell 5 och 6).

Grundgödslingsnivå 1 gav sämre kvalitet och mer kassation än GG 2 och GG 3.

För diameter och stjälklängd fanns inga effekter, vare sig av storrute- eller smårutefaktorn. För huvudhöjd fanns bara skillnader mellan grundgödslingsnivåerna, dock inte vid parvis jämförelse.

Den säljbara skörden blomkålshuvuden (dvs. färsk skörd med kvalitetsklass 1 och 2) var störst där högst mängd N injicerats (IP-E; 120 N) men skillnaden var, liksom för den totala huvudskörden, inte signifikant jämfört med i IP-D, där 80 kg NH_4-N injicerats vid 16 tillfällen, eller jämfört med IP-F (Tabell 6). Skillnaden mellan säljbar skörd i IP-D och IP-C var inte heller signifikant trots att den var stor och i ekonomiska termer motsvarade en intäktsskillnad på 98 000 kr/ha.

Den säljbara blomkålsskörden var högre i behandlingar med grundgödslingsnivå 3 än i GG 2 som i sin tur gav högre säljbar skörd än i GG 1. För färskviktskörden fanns ingen signifikant interaktion mellan storrutebehandling och smårutebehandling men de enskilda resultaten finns ändå redovisade i Bilaga 2 Tabell B2:3: Av Figur 5b framgår dock att riktningskoefficienterna för den linjära regressionslinjen för respektive IP-strategi ligger lägst för strategi D och E och högst för A B och C.

De linjära regressionslinjerna tyder också på att skörden vid låg tillförsel av effektivt N var högre om kvävet bara tillförts med grundgödsling än med en kombination av grundgödsling och injicering. Detta gällde både för total skörd (Figur 5a) och skörd av butikskvalitet (Figur 5b). Riktningskoefficienten var högre för säljbar skörd än för total skörd liksom R_2-värdet för ekvationerna.

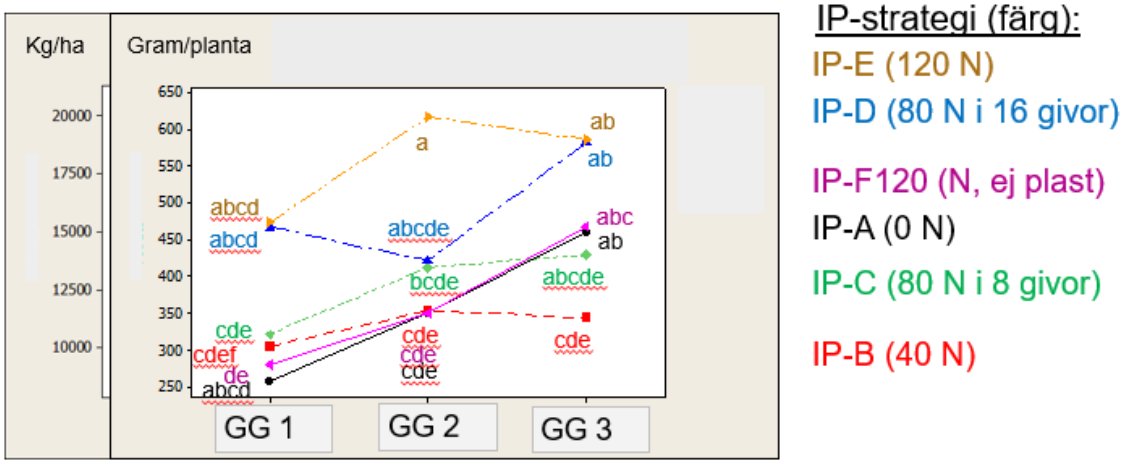
Trots att det skilde ca 4-6 ton/ha mellan behandlingarna motsvarande 70 000–110 000 kr i intäkt gav injicerings- och plastningsstrategi F (utan plast) inte lägre mängd säljbar blomkålsskörd än motsvarande injiceringsnivå i ledet med plastlist enligt variansanalysen (IP-E; Tabell 6 och bilaga 2, Tabell 2:3). Den säljbara skörden i IP-F skilde sig inte heller från de låga skördarna i IP-A, B och C vilket däremot skörden i IP-E gjorde. Studier av regressionslinjer för säljbar skörd mot N-tillförsel tyder på verkliga skillnader mellan odling med och utan plastlist, till plastlistens fördel (Figur 5b).

Jämförelser för varje behandlingsnivå

Vid den högsta grundgödslingsgivan skilde sig inte kvalitén åt mellan injicerings- och plastningsstrategierna och kvalitén låg på mellan 1,1 och 2,2 (Figur 4 och Bilaga 2 Tabell B2:2). Vid den mellersta grundgödslingsnivån (GG 2) var det sämre kvalitet i IP-strategi B än i IP-D och E medan IP-A, C och F intog en mellanställning. Vid den lägsta grundgödslings-givan (GG 1) gav IP-strategi A och B (0 och 40 kg NH_4-N/ha) sämre kvalitet än IP-D, E och F men IP-C var inte skild från IP-B (kolumnen näst längst till höger i Tabell B2:2 i Bilaga 2).

Med grundgödslingsnivå GG 1 hade endast IP-A och B större kassation än de 12 bästa behandlingarna medan GG 1 vid högre injiceringsnivå av NH_4-N (dvs. IP-C t o m F) inte hade signifikant större kassation än övriga (Bilaga 2: Tabell B2:2 och 2:3).

Eftersom det inte fanns någon interaktion mellan storrutor och smårutor för säljbar skörd eller andel av skörden i kvalitetsklass 1+2 eller 3 kommenteras inte jämförelserna för varje behandlingsnivå men värdena finns med i Bilaga 2, Tabell B2:3. Se dock ovan angående regressionen för mängden säljbar skörd mot N-giva för de olika IP-strategierna som presenteras i Figur 5 b.



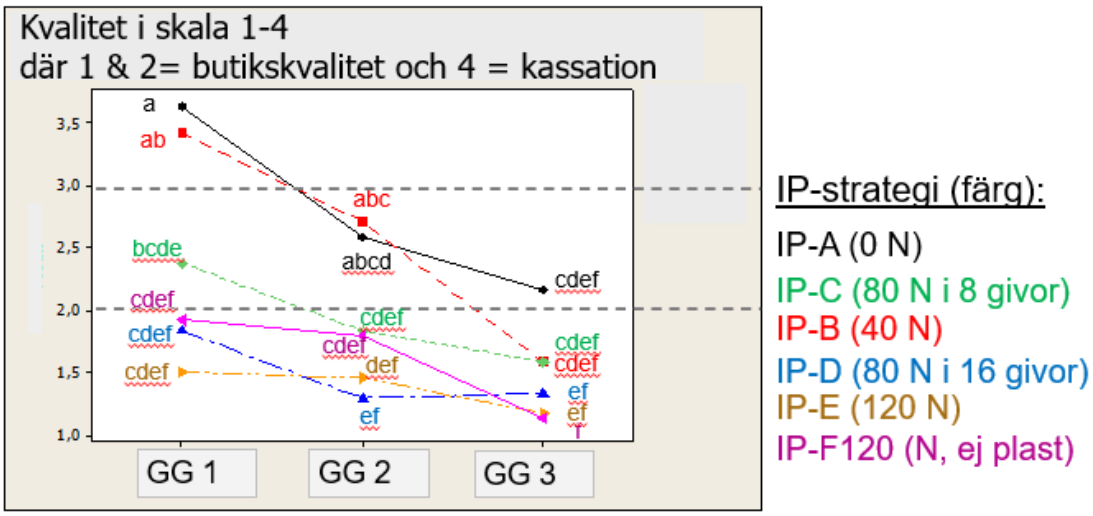
Figur 3. Huvudskörd i blomkål, kg/ha (färskvikt) och gram per planta för samtliga behandlingar. Vikter avser huvuden helt utan blad. P för interaktion mellan Injicerings- och plastnings (IP)-strategi och grundgödslings (GG)-nivå var 0,049. Om bokstäverna är olika för olika behandlingar är värdena signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test i en modell där alla behandlingar jämförs parvis. GG1, 2 och 3 motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns tillsammans med ytterligare uppgifter om färsk och torr skörd i Bilaga 2 Tabell B2:1

Tabell 4. Skörd av blomkålshuvuden; fv=färskvikt, ts=torrsubstans. Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.

Behandling	g fv /planta		kg fv /ha		ts-halt, %		g ts /planta		kg ts /ha	
Injicerings- och plastningsstrategi (storrutor)										
IP-A: 0 inj.	355,3	c	11 843	c	8,6	a	30,1	b	1 003	b
IP-B: 5 % inj.; 40 N	333,9	c	11 130	c	8,5	a	28,3	b	942	b
IP-C: 10 % inj.; 80 N	387,8	bc	12 926	bc	8,2	ab	31,6	b	1 052	b
IP-D: 5 % inj.; 80 N	490,7	ab	16 357	ab	8,0	ab	39,1	a	1 305	a
IP-E: 10+5 % inj.;80+40 N	560,0	a	18 667	a	7,5	b	41,9	a	1 395	a
IP-F: Som E; Utan plast	366,1	c	12 204	c	8,0	ab	28,7	b	957	b
Grundgödslingsnivå (smårutor)										
GG 1: Biofer 40 N	350,7	c	11 690	c	8,4	a	29,1		968	c
GG 2: Biofer 80 N	417,5	bc	13 917	bc	8,1	b	33,4		1 114	b
GG 3: Biofer 120 N	478,7	a	15 956	a	7,8	b	37,3		1 245	a
P storrutor	0,000		0,000		0,004		0,000		0,000	
P smårutor	0,000		0,000		0,000		0,000		0,000	
P interaktion	0,049		0,049		0,051		0,076		0,076	
R^2	81		81		75		73		81	

Tabell 5. Form och kvalitet av blomkålshuvuden; kvalitetsbestämningen är i en skala från 1–4 där 1 är högst kvalitet och 3 och 4 anses icke säljbart. Skalan baseras på FN/ECEs norm med viss modifiering (se Material och Metod samt Bilaga 1). Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling	Höjd, mm		Diameter, mm		Stjälk-längd, mm		Kvalitet skala 1–4		Kassation, antals-%	
Injicerings- och plastningsstrategi (storrutor)										
IP-A: 0 inj.	66,9	a	124,0	a	46,8	a	2,8	a	33,3	a
IP-B: 5 % inj.; 40 N	65,2	a	120,3	a	46,4	a	2,6	ab	27,8	a
IP-C: 10 % inj.; 80 N	66,7	a	126,9	a	47,5	a	1,9	bc	9,7	b
IP-D: 5 % inj.; 80 N	69,6	a	131,9	a	51,5	a	1,5	c	1,4	b
IP-E: 10+5 % inj.;80+40 N	71,7	a	150,8	a	46,9	a	1,4	c	2,8	b
IP-F: Som E; Utan plast	73,6	a	121,6	a	42,3	a	1,6	c	2,8	b
Grundgödslingsnivå (smårutor)										
GG 1: Biofer 40 N	64,9	b	121,5	a	46,1	a	2,4	a	22,9	a
GG 2: Biofer 80 N	67,8	ab	128,6	a	45,4	a	1,9	bc	10,4	b
GG 3: Biofer 120 N	74,1	ab	137,6	a	49,3	a	1,5	c	5,6	b
P storrutor	0,466		0,104		0,386		0,000		0,000	
P smårutor	0,026		0,066		0,106		0,000		0,000	
P interaktion	0,110		0,810		0,264		0,020		0,011	
R^2	35		57		76		85		71	



Figur 4. Kvalitet av blomkålshuvuden i alla behandlingar. Kvalitet 1 är bäst och 4 är sämst; normal butikskvalitet i Sverige är kvalitét 1 och 2. Skalan beskrivs i detalj i Bilaga 1. Där bokstäverna är olika för olika behandlingar är värdena signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. P för interaktion mellan Injicerings- och plastnings (IP)-strategi och Grundgödslings (GG)-nivå var 0,020. GG1, 2 och 3 motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns tillsammans med övriga kvalitetsmått i Bilaga 2 Tabell B2:2

Tabell 6. Skörd av blomkålshuvuden med butikskvalitet (fv=färskvikt) samt viktsansdel av den totala huvudskörden i respektive kvalitetklass. Kvalitetsbestämningen är i en skala från 1–4 där 1 är högst kvalitet och 3 och 4 anses icke säljbart. Skalan baseras på FN/ECEs norm med viss modifiering (se Material och Metod samt Bilaga 1). Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.

	Butiks-skörd		Rel. skörd,	Intäkt	Viktsandel (%) i respektive kvalitetsklass					
Behandling	kg/ha		IP-E=100	kr/ha*	Klass 1+2		Klass 3		Klass 4	
Injicerings- och plastningsstrategi (storrutor)										
IP-A: 0 inj.	6 176	c	37	108 079	45	c	8	a	39	a
IP-B: 5 % inj.; 40 N	6 264	c	38	109 618	54	bc	14	a	33	ab
IP-C: 10 % inj.; 80 N	9 792	bc	59	171 354	74	ab	12	a	14	bc
IP-D: 5 % inj.; 80 N	15 412	ab	93	269 711	94	a	4	a	2	c
IP-E: 10+5 % inj.;80+40 N	16 551	a	100	289 641	87	a	11	a	2	c
IP-F: Som E; Utan plast	11 431	abc	69	200 035	92	a	5	a	4	c
Grundgödslingsnivå (smårutor)			GG 3=100							
GG 1: Biofer 40 N	6 829	c	46	119 502	52	c	13	a	31	a
GG 2: Biofer 80 N	11 104	b	75	194 323	77	b	12	a	10	b
GG 3: Biofer 120 N	14 880	a	100	260 394	93	a	2	b	5	b
P storrutor	0,000				0,000		0,798		0,000	
P smårutor	0,000				0,000		0,021		0,000	
P interaktion	0,494				0,150		0,268		0,014	
R^2	83				69		43		59	

* Förutsatt 17,5 kr/kg av butikskvalitet och 0 kr/kg för sämre kvalitet

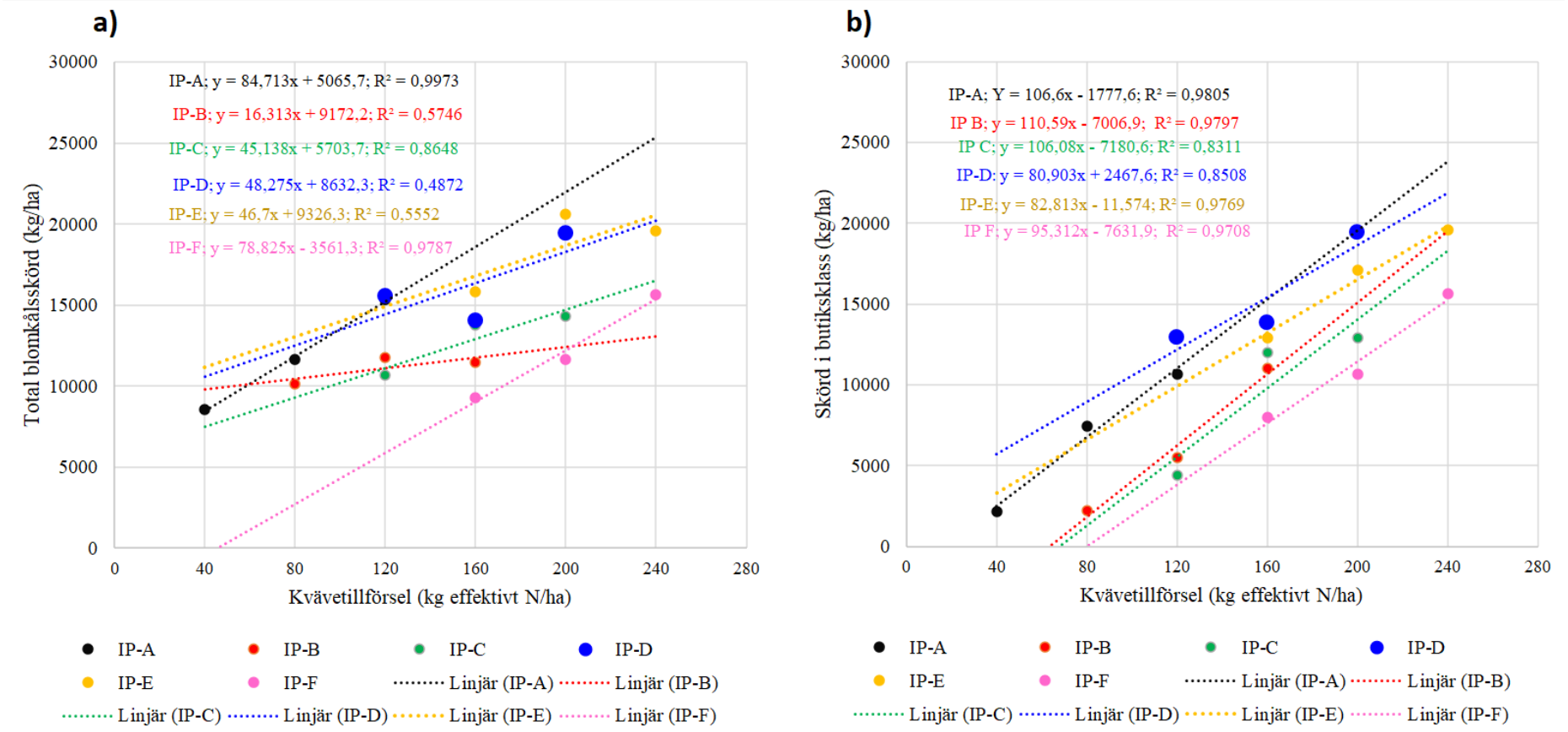
Biomassa i skörderester samt total ovanjordisk biomassa

Mängd färsk biomassa i skörderester var störst i IP-strategi E och D som inte skilde sig sinsemellan (Tabell 7). I IP-strategi E vad dock den torra mängden även högre än i IP-D (Tabell 7). För total ovanjordisk biomassa skilde sig inte IP-D och E åt, vare sig för torr eller färsk biomassa. IP-strategi F hade avsevärt lägre mängd skörderester samt total mängd ovanjordisk biomassa än IP-E, trots samma mängd injicerat N. Relativtalen för färskvikt och torrvikt i ovanjordisk biomassa i skörderester i behandling IP-F var 71 respektive 55 när IP-E sattes till 100. Motsvarande relativa tal för total ovanjordisk biomassa vara 70 respektive 56. Liksom för skörden av själva blomkålshuvudet var mängden ovanjordiska skörderester i IP-F i nivå med den i IP-A, B och C.

Grundgödslingsnivå 3 gav både högst vikt såväl av skörderester som av total ovanjordisk biomassa – både mätt som färskvikt och som torrvikt. För torrvikt var den dock inte signifikant skild från biomassan i G2.

Förhållandet mellan biomassa i huvudet och den totala ovanjordiska biomassan var oberoende av både IP-strategi och grundgödslingsnivå.

Det fanns ingen signifikant interaktion mellan storrutebehandling och smårutebehandling varför de enskilda resultaten inte kommenteras närmare. De finns dock redovisade i Bilaga 2 Tabell B2:5 och Figur B2:1.



Figur 5. Samband mellan blomkålsskörd (färskvikt) och tillförd mängd effektivt N; a) = total skörd, b) skörd av butikskvalitet dvs av kvalitet i klass 1 och 2. Skalan baseras på FN/ECEs norm med viss modifiering (se Material och Metod samt Bilaga 1). IP = Injicerings- och plastningsstrategi. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns Bilaga 2 Tabell B2:1 och 2:3

Tabell 7. Biomassa och torrsubstanshalt i ovanjordiska skörderester, summering av biomassa i blomkålshuvuden och skörderester samt andel av ovanjordisk biomassa som fanns i blomkålshuvudena; fv = färskvikt, ts=torrsubstans. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling	Ovanjordiska skörderester						Total ovanjordisk biomassa				Kvot (fv.):	
	g fv /planta		kg fv /ha		ts.-halt, %		kg ts /ha		kg fv /ha		kg ts /ha		Huvud/total biomassa, (%)	
Droppbevattning och plastningsstrategi (storrutor)														
IP-A: 0 inj.	1 129	b	37 644	b	17,6	ab	6 509	bc	49 486	b	7 512	bc	23,8	a
IP-B: 5 % inj.; 40 N	1 134	b	37 810	b	17,8	ab	6 555	bc	48 940	b	7 497	bc	22,8	a
IP-C: 10 % inj.; 80 N	1 269	b	42 292	b	15,6	ab	6 560	bc	55 218	b	7 612	bc	23,3	a
IP-D: 5 % inj.; 80 N	1 611	a	53 685	a	18,7	a	10 085	b	70 042	a	11 390	ab	23,2	a
IP-E: 10+5 % inj.;80+40 N	1 800	a	60 009	a	17,5	ab	10 626	a	78 676	a	12 021	a	23,6	a
IP-F: Som E; Utan plast	1 283	b	42 764	b	13,7	b	5 828	c	54 968	b	6 785	c	22,1	a
Grundgödslingsnivå (smårutor)														
GG 1: Biofer 40 N	1 188	c	39 611	c	17,6	a	6 974	b	51 301	c	7 942	b	22,7	a
GG 2: Biofer 80 N	1 362	b	45 396	b	16,2	a	7 341	b	59 313	b	8 455	b	23,4	a
GG 3: Biofer 120 N	1 563	a	52 095	a	16,6	a	8 766	a	68 051	a	10 010	a	23,3	a
P storrutor	0,000		0,000		0,020		0,002		0,000		0,001		0,199	
P smårutor	0,000		0,000		0,125		0,003		0,000		0,002		0,349	
P interaktion	0,117		0,117		0,475		0,449		0,075		0,386		0,113	
R^2	90		91		80				88		80		37	

Kväveinnehåll i ovanjordiskt växtmaterial

Kvävemängden var, såväl för upptag i blomkålshuvudet som i ovanjordiska skörderester, högst i IP-strategi E och skilde sig från IP-A, B, C och F men inte från IP-D (Tabell 8). Även kvävehalten var högst i IP E, såväl i blomkålshuvudet som i de ovanjordiska skörderesterna. I skörderesterna var halten högre i IP-E än i IP-D men inte högre än i IP-F, medan halten i blomkålshuvudet inte skilde sig varken från IP-D eller IP F. IP-strategierna A, B och C gav alla lägre N-halt i huvud och skörderester än IP-E.

Grundgödslingsnivå 3 hade störst N-upptag både i huvudet och i ovanjordiska skörderester följt av GG 2 och lägst var upptaget i GG 1. Kvävehalterna följde samma mönster dock utan signifikant skillnad mellan GG 1 och GG 2 för halten i huvudena.

Förhållandet mellan N-upptag i huvudet och det totala N-upptaget visade att andelen av upptaget N var större i blomkålshuvudet i IP-A, B och C än i IP-D och E medan IP-F intog ett mellanläge. Andelen N i huvudet var större i GG 1 än i GG 3.

Det fanns ingen signifikant interaktion för N-upptag eller innehåll mellan storrutebehandling och smårutebehandling varför de enskilda resultaten inte kommenteras närmare. De finns dock redovisade i Bilaga 2 Tabell B2:5 och, för N-upptag i huvudet, Figur B2:2. För de plastade IP-strategierna var det totala N-upptaget i huvud plus skörderester störst i IP-E x GG2, samt i IP D och E x GG 3 (upptag på mellan 240 och 280 kg N/ha), dvs. leden med tillförsel av N i biogödsel + grundgödsling på 120 + 80, 80 + 80 respektive 120 + 120 kg effektivt N/ha (Tabell B2:5). Samma förhållande gällde för den del av kvävet som togs upp och bortfördes med själva blomkålshuvudet (Bilaga 2, Figur B2:2).

Mineralkväve i jord efter skörd

Den totala mineralkvävemängden efter skörd i jordprofilen, 0-60 cm, var högst i IP-strategi E med drygt 75 kg N/ha, vilket skilde sig från IP-A och B men inte från IP-C, D och F (Tabell 9). Om man studerar skikten var för sig ser man att det inte fanns några skillnader mellan IP-strategierna för vara sig NH_4-N eller NO_3-N i skiktet 30-60 cm och heller inte för NH_4-N i skiktet 0-30 cm.

Grundgödslingsnivå 3 hade mer restkväve i 0-60 cm-skiktet än i GG 1. Skillnaden berodde i huvudsak på skillnader i NO_3-N i nivån 0-30 cm.

Det fanns en signifikant interaktion mellan storrutebehandling och smårutebehandling för NH_4-N i 0-30 cm-skiktet samt för NO_3-N i 30-60-cm skiktet (Tabell 9). För NH_4-N 0-30 cm var behandlingsskillnaderna dock små och icke signifikanta. För NO_3-N i 30-60-cm skiktet fanns skillnader mellan behandlingarna (Bilaga 2, Tabell 2:6); mängden NO_3-N i 30-60-cm var lägre i de båda leden IP-1 x GG 2 och IP-B x GG 1 (som båda fått 80 kg effektivt N/ha) än i det högst gödslade ledet IP-E x GG 3 som gödslats med 240 kg effektivt N/ha.

För övriga parametrar kopplade till N_{min}-mätningen fanns ingen signifikant interaktion. Resultaten finns ändå redovisade i Bilaga 2 Tabell B2:6 och för summa N_{min} i skiktet 0-60 cm

även i Bilaga 2, Figur B2:3. Man kan där konstatera att den totala restkvävemängden (N_{min} 0-60 cm) endast skilde ut sig med en lägre nivå i leden IP-A- B, C och F x GG 1 samt IP-B och F x GG 2 och i IP-B x GG 3.

Plantsaftanalys för nitratkväve under växtperioden

Nitratkvävehalten i plantsaften från bladskaften var högre i grundgödslingsnivå 3 än i 2 och 1 (Figur 6). Vid tillfälle 1 var skillnaden mellan GG-nivåerna små och skillnaden mellan IP-strategier svårtolkade. Vid tillfälle 4 (57 DAP) visar den statistiska analysen lägre NO_3-N-halt i IP-D och E än i IP-A, B och F (Tabell 8). Vid denna tidpunkt var det även högre NO_3-N-halt ju högre grundgödslingsnivån var.

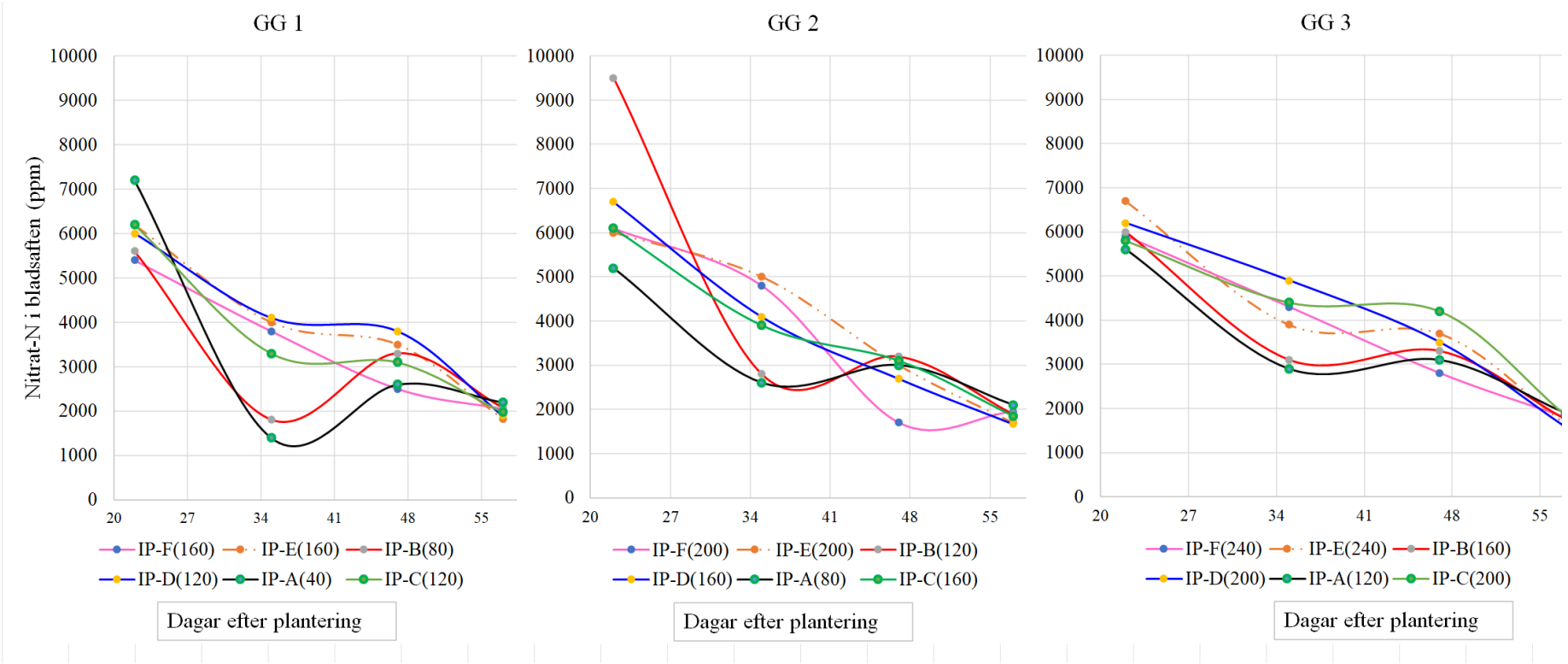
Skillnaden mellan IP-strategier inom GG-nivå var tydligast vid tidpunkt 2 (35 DAP; 11 bladstadiet) då det skilde på upp till 2 500 ppm mellan IP-strategier inom samma GG, och tidpunkt 3 (47 DAP; knopp 2-4 cm) då det skilde på upp till 1 000 ppm mellan IP-strategier inom samma GG. I behandling IP-D x GG 3 och IP-E x GG 3, som hade störst säljbar blomkålsskörd, låg NO_3-N-halten i plantsaften på ungefär samma nivå vid alla fyra tillfällena: 6 200-6 700, 3 900-4 900, 3 200-3 700 och 1 575-1 650 ppm NO_3-N.

Tabell 8. NO_3-N-halten i plantsaften från yngsta fullt utvecklade bladets bladskaft vid sista mättillfället (9/7; 57 dagar efter plantering; fem dagar före skörden påbörjades). Total-N-halt och innehåll i blomkål och ovanjordiska skörderester vid slutskörd samt fördelning av N i blomkålshuvuden/totalt ovanjordiskt N. Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test.

Behandling	NO3-N bladsaft		Blomkålshuvud				Ovanjordiska skörderester				Summa		Fördelning av N:	
	blad 4, PPM		N-halt, % av ts.		N-innehåll, kg /ha		N-halt, % av ts.		N-innehåll, kg /ha		N-innehåll, kg /ha		Huvud/totalt innehåll (%)	
Droppbevattning och plastningssstrategi (storrutor)														
IP-A: 0 inj.	2 067	a	1,9	c	19,5	B	1,1	d	77	c	96	c	21,0	a
IP-B: 5 % inj.; 40 N	1 908	a	2,0	bc	19,1	B	1,2	cd	80	c	100	c	20,0	a
IP-C: 10 % inj.; 80 N	1 982	ab	2,1	bc	22,6	B	1,4	c	92	c	115	c	20,3	a
IP-D: 5 % inj.; 80 N	1 717	b	2,3	ab	29,8	A	1,6	b	163	ab	192	ab	15,9	b
IP-E:10+5 % inj.;80+40 N	1 725	b	2,5	a	35,2	A	1,9	a	196	a	232	a	16,3	b
IP-F: Som E; Utan plast	1 933	a	2,3	ab	21,7	B	1,8	ab	103	bc	125	bc	18,0	ab
Grundgödslingsnivå (smårutor)														
GG 1: Biofer 40 N	2 004	a	2,0	c	19,8	C	1,2	c	88	c	108	c	19,7	a
GG 2: Biofer 80 N	1 863	b	2,2	bc	24,6	B	1,5	b	113	b	137	bc	18,8	ab
GG 3: Biofer 120 N	1 754	c	2,4	a	29,6	A	1,8	a	155	a	184	a	17,3	b
P storrutor	0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000	
P smårutor	0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,019	
P interakton	0,681		0,330		0,114		0,218		0,334		0,277		0,496	
R^2	77		80		87		87		85		86		58	

Tabell 9. Mineralkväve (NO_3-N och NH_4-N; kg/ha) i jorden direkt efter skörd i jordskikten 0–30 och 30–60 cm. Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling	0–30 cm, kg/ha			30–60 cm, kg/ha			0–60 cm, kg/ha
	NH_4-N	NO_3-N	NH_4-N+ NO_3-N	NH_4-N	NO_3-N	NH_4-N+ NO_3-N	NH_4-N+ NO_3-N
Droppbevattning och plastningssstrategi (storrutor)							
IP-A: 0 inj.	8,8 a	23,8 b	32,5 ab	6,2 a	12,5 a	18,8 a	51,3 b
IP-B: 5 % inj.; 40 N	6,3 a	22,6 b	28,9 b	5,7 a	10,5 a	16,3 a	45,2 b
IP-C: 10 % inj.; 80 N	7,2 a	31,6 ab	38,8 ab	4,9 a	12,4 a	17,4 a	56,2 ab
IP-D: 5 % inj.; 80 N	7,4 a	27,8 b	35,3 ab	6,4 a	12,0 a	18,4 a	53,7 ab
IP-E:10+5 % inj.;80+40 N	6,8 a	46,2 a	53,2 a	5,5 a	17,2 a	22,9 a	76,1 a
IP-F: Som E; Utan plast	4,1 a	34,2 ab	38,3 ab	5,3 a	14,2 a	19,7 a	57,9 ab
Grundgödslingsnivå (smårutor)							
GG 1: Biofer 40 N	5,7 a	23,9 b	29,6 b	5,9 a	12,7 a	18,8 a	48,4 b
GG 2: Biofer 80 N	6,2 a	30,3 ab	36,6 ab	5,6 a	12,3 a	18,0 a	54,5 ab
GG 3: Biofer 120 N	8,3 a	38,9 a	47,2 a	5,6 a	14,3 a	20,0 a	67,3 a
P storrutor	0,357	0,003	0,024	0,336	0,103	0,157	0,006
P smårutor	0,180	0,004	0,003	0,793	0,208	0,326	0,004
P interakton	0,021	0,784	0,522	0,140	0,014	0,078	0,490
R^2	38	56	53	49	62	50	53



Figur 6. Nitrat-kväve i bladsaften från bladskaften på bladnivå 4 vid fyra tillfällen under växtperioden. Färgerna representerar de olika Injicerings- och plastningsstragierna IP-strategierna. IP-A tom IP F medan de tre diagrammen skiljer sig med avseende på grundgödslingsnivå. Grundgödslingsnivåerna, GG1, 2 och 3, motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. Siffrorna inom parentes efter IP-strategin är mängden effektivt N som tillförts i det aktuella ledet. För närmare beskrivning av IP-strategier och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Parcellvis provtagning gjordes endast vid sista provtagningen. För statistisk analys av den se bilaga 2, Tabell B2:5 samt för effekter av storrute- respektive smårutefaktorerna Tabell 8.

Diskussion

Det är ett känt faktum att variation (t ex CV) i fältförsök på lätt jord är stor och därmed ökar kravet på att försöken måste upprepas under flera år, alternativt måste flera upprepningar användas för att relevanta nivåer på skillnader ska kunna påvisas med statistisk säkerhet. Vid ansökan utgick vi ifrån att försöket skulle kunna upprepas i ytterligare minst ett år, men hittills har vi inte lyckats få finansiering till det. Flera av våra resultat är av stor relevans för odlare men pga. att försöket bara genomförts under ett år måste den tolkning vi gör i flera fall ses som preliminär i väntan på att försöket ska upprepas.

Skörd, kvalitet och ekonomi

För kvalitet 1 och 2 (dvs. kvalitetsklass ≤ 2 i Tabell B2:2, Bilaga 2) som är den kvalitet som, för närvarande, krävs för butikskvalitet i Sverige, krävdes antingen

- högsta nivån av grundgödsling (GG 3) plus minst IP-B, dvs. minst 40 kg NH_4-N/ ha injicerat, alltså sammanlagt minst 160 kg effektivt N/ha

eller

- mellersta nivån av grundgödsling (GG 2) plus minst 80 kg NH_4-N/ ha injicerat N injicerat vid minst 8 tillfällen (IP-C, D, E eller F); alltså även här sammanlagt minst 160 kg effektivt N/ha

eller

- lägsta nivån av grundgödsling (GG 1) med IP-D, E och F (80-120 NH_4-N/ha injicerat); alltså sammanlagt minst 120 kg effektivt N förutsatt att injiceringen av 80 NH_4-N skedde utdraget på 16 ggr och inte som i IP-C på 8 gånger.

Såväl den totala skörden av blomkål som skörd med den kvalitet som kan säljas i butik ökade med ökande N-tillförsel (Tabell 4 och 6 och Figur 5). Vid parvisa jämförelser fanns i flera fall inte signifikanta skillnader mellan behandling trots relativt stora skördeskillnader. Tack vare linjär regressionsanalys där skörd satts som en funktion av tillförde mängd effektivt kväve (Figur 5 a och b) vågar vi ändå dra några preliminära slutsatser av resultaten, även om linjär regression med tre punkter som bas naturligtvis ska hanteras varsamt.

Den högre riktningskoefficienten i Figur 5 b, med säljbar skörd på Y-axeln, än i Figur 5a, med totalskörd på Y-axeln, illustrerar att kvävet har betydelse inte bara för skörd utan även för kvalitet.

Den högre skörden vid samma effektiva N-giva, tillförd bara med grundgödsling jämfört med en kombination av grundgödsling och injicerat NH_4-N, tyder på att vi underskattat effekten av N i Biofer och/eller överskattat den i injicerad biogödsel (Figur 5 a och b). Den effektivitetskonstant vi använt för Biofer är den som tillämpas av Skånes ekorådgivare (HIR-Skåne, 2021), men det är känt att god markfukt och varm jord gynnar frigörandet av organiskt N i Biofer.

Den injicerade NH_4-N i droppbevattningen borde haft god N-effektivitet i de plastade bäddarna. Möjligen kan kvävet ha hamnat för ytligt med bara 5 mm per bevattningstillfället så att det dröjt innan plantans rötter kommit åt kvävet först lite senare.

Högst säljbar skörd uppnåddes vid 80-120 kg injicerat NH_4-N (Tabell 6) och i med hjälp av linjär analys illustrerad i Figur 5b vågar vi dra slutsatsen att ekonomiskt optimal gödsling i detta försök var 200-240 kg /ha. Även om skörden med butikskvalitet i IP-C x GG 3 inte skilde sig signifikant från den i IP-D x GG 3 indikerar intäktsskillnaden på 114 000 kr/ha (Bilaga 2, Tabell 2:3) att det är rimligare att tro att IP-D GG 3 är lönsammare än IP-C x GG 3.

I den oplastade strategin (IP-F) låg bara totalskörden i den högsta grundgödslingsnivån (GG 3) på samma nivå (statistiskt) som den bästa av alla behandlingar. Skördeskillnaden var dock även där 5 ton/ha jämfört med bästa plastade ledet. Sannolikt var orsaken till en lägre totalskörd av huvuden en kombination av att ogräset hann ta upp en del kväve och att stora mängder NH_4-N från biogödseln i droppbevattningen avdunstade. Såväl den filtrerade biogödseln som bevattningsvattnet hade pH över 8. Under sådana förhållanden måste droppslangarna lämpligen grävas ner för att minska risken för ammoniakavgång. Här behövs dock mer praktisk provning för att man ska vara säker på att risken för att droppställena sätts igen är för stor.

Biomassa, N-upptag och restkväve i jorden

Endast 20-25 % av den totala ovanjordiska biomassan i blomkålsodlingen utgjordes av själva blomkålshuvudet (Tabell 7 och Tabell B2:4) och inte mer än 15-16 % av kvävet i de mest ekonomiskt optimalt gödslade leden (IP-D x GG3 och IP-E x GG2) återfanns i blomkålsskörden (Tabell B2:5). Det stämmer väl med uppgifter från Feller m fl. (2011) att blomkål är en av de mest kvävekrävande grönsakerna. Vid en skörd på 19-21 ton/ha, vilket vi hade i de mest optimal gödslingsnivåerna, bortfördes inte mer än 37 kg N/ha med själva huvudet trots att det ovanjordiska upptaget var ca 250 kg N/ha. Kvävebalansen (tillfört effektivt N minus totalt ovanjordiskt upptag) var alltså negativ (-38, -59 och -40 kg N/ha för IP-E x GG 2 respektive IP-D x GG 3, och IP-E x GG 3 vilket tyder på en kväveleverans från jord och förfrukt (Beräknat ur Tabell B2:5). Möjligen har även N-effektiviteten underskattats från det organiska kvävet i Biofer och i någon mån även från den lilla organiska andelen av N i biogödseln.

N-balansen i det mest låggödslade ledet IP-A x GG 1, där endast 40 kg N i Biofer tillförts, var bara 18 kg N/ha. Eftersom restkvävemängden där var nästan lika hög som i de höggödslade leden skulle alltså jorden och förfrukten där ha levererat mindre, men även här kan en underskattning av N-frigörelsen från Biofer förklara en del av skillnaden mellan kvävebalansen i led med hög respektive låg grundgödslingsnivå.

För det oplastade ledet IP-F x GG 3 var balansen i stället positiv, + 65 kg N/ha vilket återigen pekar mot att tillfört kväve antingen avdunstat som ammoniak eller åtminstone delvis ”stulits” av ogräs.

Mineralkväve (N_{min}) i 0-30 cm-skiktet ska enligt IGZs ”Mindestvorrath” vara minst 40 kg N/ha för att få full tillväxt (Feller m fl., 2011). I det två led vi bedömer som mest ekonomiskt optimala ligger det ena strax under 35 kg N/ha i IP-D x GG 3) och strax över i det andra (52 kg N/ha i IP-E x GG 2) medan mineralkvävemängden i det högst gödslade ledet (IP-E x GG 3) ligger på 32 kg N/ha över miniminivån och därmed kan bedömas som överoptimalt gödslat (Bilaga 2, Tabell B2:6). Ett annat sätt att se det på är att så höga gödselnivåer som de 240 kg effektivt N som tillfördes i IP-E x GG 3 borde kvävet räckt till större huvuden dvs högre skörd – detta skulle kunna bli intressant om konsumenterna ändrar matvanor och äter mer grönsaker och vill ha större blomkålshuvuden så att handeln är villig att betala odlaren för större huvuden. I gödslingsförsök i blomkål i Egypten redovisades vikter på blomkålen från 1,4-1,9 kg/huvud med diameter på 28-33 cm (Abdel-Razzak m fl., 2008), vilket alltså är dubbelt så stora huvuden som de vi arbetat med.

För skillnader i restkväve härrörde dessa främst från skillnader i NO_3-N i 0-30 cm-skiktet både för IP-strategier och mellan GG-nivåer (Tabell 9). Man kan därför lockas att tänka att skillnaderna inte behöver innebära ökad utlakning i höggödslade led förutsatt att en snabbväxande fånggröda etableras snarast efter blomkålsskörden. Man bör dock även beakta att kväveinnehållet i de ovanjordiska skörderesterna i de högst gödslade leden ligger på drygt 200 kg N/ha (Bilaga 2, Tabell B2:5) och att N-halten är 1,8-2,2 % vilket tyder på en snabb mineralisering. En åtgärd för att minska utlakningsrisken torde därför vara att ta vara på skörderesterna, och använda dem i ett bioraffinaderi och det som blir kvar rötas och används som gödselmedel det som blir kvar för att på så sätt åstadkomma en återanvändning av växtnäringen. Utöver miljö- och hålbarhetsaspekter baserat på kväveeffektivitet och kväveutlakningsrisk bör även P-balansen beaktas även om vi inte gjort mätningar på P i detta projekt. Utifrån litteraturvärden kan vi skatta att våra högsta skördenivåer i detta projekt inte bortför mer än ca 9 kg P/ha. Att inte riskera att bygga upp en olämpligt hög P-halt i jorden är ytterligare ett skäl till att skörda och recirkulera skörderesterna. Det är även ett skäl att hellre välja IP-E x GG 2 än IP-D x GG 3.

Bladanalyser

Diagrammen med resultat från bladskaftsanalyserna (Figur 6) är i vissa delar enligt förväntan t ex genom högre nivåer i GG 3 än i GG 1 medan en del fenomen är svåra att förklara. Det är därför angeläget att upprepa försöket minst 1 år, men helst 2 år för att få säkrare referensvärden. I väntan på det är det bästa vi kan erbjuda att utgå från nivån för IP-E x GG 2 och IP-D x GG 3 som verkar vara de mest ekonomiskt optimala behandlingarna och fokusera på mättillfälle 2 och 3 som verkar vara de tillfällen där man tydligast ser skillnader mellan optimal N-gödslingsnivå och underoptimal nivå. De halter vi ser vid tillfälle 2 och 3 är något lägre än vad som anges som börvärden av Doerge, 1991. Doerge angav 9 000 ppm som

börvärde i 10-12-bladstadiet och 6 000 ppm vid begynnande knopp medan värdena i våra optimalgödslade behandlingar då var 6 000 respektive 5 000 ppm. Skillnaden kan ligga i att klimatet i Arizone, där Doerge verkade, är varmare samt att planttätheten var nästan det dubbla mot den vi hade (62 000 jämfört med våra 33 333 plantor/ha) och beståndet verkar vara såt och inte planterat som i vårt fältförsök, samt att deras skördenivåer angavs till något högre än våra: 25-37 ton/ha mot vår maxskörd på 21 ton/ha.

Svar på frågeställningarna

Hur kan hög skörd och kvalitet, och därmed ekonomi, av ekologisk blomkål uppnås genom att kombinera tillförsel av organiska grundgödselmedel med näringsgödsling med droppbevattning?

- God kvalitet fås redan med 500 kg Biofer 10-3-1 om det kombineras med sammanlagt 80-120 NH_4-N injicerat vid 16 tillfällen (IP-D och E x GG 1).
- Högst säljbar skörd (17-20 ton/ha) och sannolikt bäst ekonomi uppnåddes vid tillförsel av 200-240 kg effektivt N/ha fördelat i 80-120 kg effektivt Ni i grundgödsling och 80-120 NH_4-N från biogödsel injicerat i droppbevattning vid 16 tillfällen (IP-E x GG 2 eller IP-D och IP-E x GG 3).
- Nackdelen men de båda alternativen med 120 kg effektivt N i grundgödsling är att P-överskottet blir mycket stort
- Ytterligare upprepning av försöket är helt nödvändigt för att kunna uppnå statistiskt säkra resultat
- Priset för Biofer låg 2021 på 59 kr/kg effektivt N (HIR Skåne 2021, baserat på ett antagande om 80 % N-effektivitet av totakvävet) medan ofiltrerad biogödsel låg på 30-36 kr/kg NH4-N vid 1-1,5 mils transportavstånd. Om det kommer att gå att lösa filtrering på gårdsnivå med enkel prisvärd teknik kan injicering av biogödsel att bli mycket intressant för ekooodlare med specialgrödor som ändå ska ha droppbevattning.

Hur påverkas N-effektivitet och utlakningsrisk av de olika kombinationerna?

- Resultaten tyder på att kväveeffektiviteten i Biofer underskattats och/eller att systemen med odling på plastlist ger ett bra utnyttjande av kväve både från tillförd näring och från äldre organiskt material i jorden.
- Trots att restkvävemängderna vid skörd i skiktet 0-30 cm inte var mycket över de minimivärden som anges i litteraturen för god tillväxt av blomkål blir den sammanlagda restkvävemängden i skiktet 0-60 cm relativt hög. Därför är det angeläget med en snabb etablering av en snabbväxande fånggröda efter skörd av blomkål.
- Med tanke risken för utlakning av mineraliserat N från skörderesterna i optimalt gödslade led torde bortförsel av skörderester, lämpligen för ytterligare metanjäsning, en styrka ur läckagesynpunkt men även med avseende på hushållning av andra näringsämnen än N, t ex fosfor.

Hur påverka bäddodling på plastlist skörd, N-effektivitet och utlakningsrisk jämfört med odling på bädd utan plastlist?

- Odling på plastlist gav 25-75 % högre total blomkålsskörd än utan plastlist men ungefär samma kvalitet vid samma gödslingsstrategi. Skördeskillnaden av blomkål som kan säljas till butik var trots hög procentuell skillnad inte signifikant. Skillnaden på 4-6 ton/ha motsvarade dock en lägre intäkt på 70 000-110 000 kr/ha.
- Restkvävemängden var lägre i oplastade bäddar, trots lägre skörd, vid samma N-giva. Det tyder på NH_3-förluster + N-stöld av ogräs samt möjligen även på att mineraliseringen från förfruktens kväve och äldre organiskt material i jorden gynnades av plastlistodlingen – t ex beroende på högre temperatur och jämnare markfukt.

Hur kan bladsaftsanalys (NO_3-N) användas som hjälpmedel vid förbättrad anpassning av gödslingsregimen

- Preliminärt börvärde baserat på IP-D x GG 3 och IP-E x GG 3 är 3 900-4 900 ppm NO_3-N när 11:te bladet på väg fram (35 dagar efter plantering) och 3 500-3 700 ppm när knoppen är 2-4 cm i diameter (47 dagar efter plantering) men mer data behövs för att fastställa säkrare börvärden

Referenser (hämtade från ansökan utan komplettering)

Abdel-Razzak, H. S., Gamel, T. H. och El-Nasharty, A. B., 2008. Efficiency of Inorganic and Organic Nitrogen Fertilization on Cauliflower (Brassica oleraceae var. botrytis, L.) Curds Quality. Alexandria Science Exchange Journal. Vol. 29, No 4; 283-296

Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A., Brohede, L., 2012. "Potential methods for estimating nitrogen fertilizer value of organic residues." Soil Use and Management 28(3): 283-291.

Doerge, T.A., Roth, R. L. och Gardner, B.R., 1991. Nitrogen management guide for Cauliflower. In: Nitrogen fertilizer management guide in Arizona. College of Agriculture. The University of Arizona. Sid 55-56. Tillgänglig 2022 07 28 på https://cals.arizona.edu/crop/soils/azncauliflower.pdf

Feller, C., Fink, M., Laber, H., Maync, A., Paschold, P-J., Scharpf, H-C., Schlaghecken, J., Strohmeyer, K., Weier, U., and Ziegler, J., 2011. Düngung im Freilandgemüsebau. Schriftenreihe des Institutes für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt. Ein Institut der Leibniz Gemeinschaft. Tillgänglig 2022 07 27 på https://www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

HIR-Skåne, 2021. HIR-Eko Växtodlingsbrev nr 34 2021-10-27

Rölin, Å., Gunnarsson, A. Larsson Jönsson, H., Olsson, G. Tolkning av Nitrat- och Kaliumanalyser från plantsaft av potatisbladskaft i matpotatis. Handledning för användare av webbverktyget Päranäring Tillgänglig 2022 07 27 på https://hushallningssallskapet.se/?projekten=tolkning-av-nitrat-och-kaliumanalyser-fran-plantsaft-av-potatisbladskaft-i-potatis

Personligt meddelande

Elisabeth Ögren, rådgivare, ekologiskt lantbruk, Jordbruksverket. Den 23/10 2019

Bilaga 1. Kvalitetsbedömning på varje blomkålshuvud i en skala 1-4

Kvalitetsbedömning av blomkålshuvudet (HS) FÖRENKLAD/2020 07 15)
Huvudet klyvs mitt itu, på det vidaste stället på huvudet om det är osymmetriskt.
Höjden på huvudet mäts (mm) efter att stjälken skurits av rakt under nedersta förgreningen. Mätningen görs då från nederkanten av stjälken till toppen.
Diametern mäts (mm) på det på den bredaste delen av huvudet.
Blomstjälkens längd (mm) mäts från början av första förgreningen och upp till toppen av blomstjälken.
Kvalitén bedöms i skala 1-4 utifrån kriterier baserade på FN/ECEs norm (och utifrån resonemang om skalan med Christer Larsson och egen bedömning). När fel förekommer noteras vilken typ av fel i en egen kolumn. Vår skala är enligt nedan:
1: = klass extra enl. FN/ECEs norm dvs
Huvudena ska vara:
– välformade, fasta, kompakta
– mycket täta
– enhetligt vita eller lätt krämfärgade1
De får inte ha några fel med undantag av mycket små ytliga fel, förutsatt att dessa inte försämrar produktens allmänna utseende, kvalitet, hållbarhet och presentation i förpackningen.
Om blomkålen bjuds ut till försäljning ”med blad” eller ”putsad” ska bladen se färska ut.
2: = klass 1 enl. FN/ECEs norm dvs
Huvudena ska vara:
– fasta
– täta
– vita till elfenbensfärgade eller krämfärgade1
– utan fel, som exempelvis fläckar, blad som växer fram ur huvudet, frostskador och stötskador.
Den får ha följande mindre fel förutsatt att dessa inte försämrar produktens allmänna utseende, kvalitet, hållbarhet och presentation i förpackningen:
mindre fel i formen eller utvecklingen
– mindre fel i färgen
– mycket lätt dunighet
3: = klass 2 enl. FN/ECEs norm (inte säljbart till butik enligt Grönsaksmästarna, men som vi ser det helt OK) dvs den får ha följande fel förutsatt att blomkålen behåller sina väsentliga egenskaper när det gäller kvalitet, hållbarhet och presentation:
- fel i formen eller utvecklingen
- något lös struktur
- gulaktig färg
- lätta spår av solskador
- högst fem utskjutande blekgröna blad
- lätt dunighet (men den får inte kännas blöt eller fet att ta på)

Den får också ha två av följande fel:
– lätta spår av skador som orsakats av skadedjur eller sjukdom
– lätta, ytliga frostskador
– lätta stötskador.
4: = ännu sämre än klass 2 enl FN/ECEs norm

Bilaga 2. Resultat från tabell 4 tom 9 presenterade för samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor

Bilaga 2 Tabell B2:1. Skörd av blomkålshuvuden; fv = färskvikt. ts=torrsubstans. Samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor. IP står för Injicerings- och Plastningsstrategi (storrutefaktor) och GG står för Grundgödslingsstrategi (smårutefaktor). Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling*	g fv /planta		kg fv /ha		ts-halt, %		g ts /planta		kg ts /ha	
IP-A x GG1	257	E	8 556	e	9,3	a	23,9	d	796	d
IP-A x GG2	349	Cde	11 639	cde	8,7	ab	30,2	cd	1 008	cd
IP-A x GG3	460	Abcd	15 333	abcd	7,9	bc	36,2	abcd	1 206	abcd
IP-B x GG1	305	Cde	10 153	cde	8,6	abc	26,1	cd	870	cd
IP-B x GG2	353	Cde	11 778	cde	8,8	ab	30,8	bcd	1 026	bcd
IP-B x GG3	344	Cde	11 458	cde	8,1	abc	27,9	cd	930	cd
IP-C x GG1	321	cde	10 708	cde	8,5	abc	27,0	cd	899	cd
IP-C x GG2	413	bcde	13 750	bcde	7,9	bc	32,7	abcd	1 090	abcd
IP-C x GG3	430	abcde	14 319	abcde	8,2	abc	35,0	abcd	1 168	abcd
IP-D x GG1	467	abcd	15 569	abcd	8,2	abc	38,3	abc	1 276	abc
IP-D x GG2	422	abcde	14 069	abcde	7,8	bc	33,0	abcd	1 099	abcd
IP-D x GG3	583	ab	19 431	ab	7,9	bc	46,2	a	1 539	a
IP-E x GG1	475	abcd	15 833	abcd	7,7	bc	35,8	abcd	1 194	abcd
IP-E x GG2	618	a	20 597	a	7,4	c	45,7	a	1 523	a
IP-E x GG3	587	ab	19 569	ab	7,5	bc	44,1	ab	1 469	ab
IP-F x GG1	280	de	9 319	de	8,4	abc	23,3	d	775	d
IP-F x GG2	350	cde	11 667	cde	8,0	bc	28,2	cd	940	cd
IP-F x GG3	469	abc	15 625	abc	7,4	c	34,6	abcd	1 155	abcd
P för interaktion	0,049		0,049		0,051		0,076		0,076	

* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder

Bilaga 2 Tabell B2:2. Form och kvalitet av blomkålshuvuden; kvalitetsbestämningen är i en skala från 1–4 där 1 är högst kvalitet och 3 och 4 anses som icke säljbart. Skalan baseras på FN/ECEs norm med viss modifiering (se Material och Metod samt Bilaga 1). I kolumnen kassation anges hur stor viktsandel som klassats som kvalitet 4. Samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling *Droppbev x grundgödsling**	Höjd, mm		Diameter, mm		Stjälk-längd, mm		Kvalitet, skala 1–4		Kassation, %	
IP-A x GG1	62,5	b	117,8	ab	43,3	a	3,6	a	50,0	ab
IP-A x GG2	66,6	ab	120,9	ab	46,5	a	2,6	abcd	29,2	abc
IP-A x GG3	71,5	ab	133,3	ab	50,6	a	2,2	cdef	20,8	bc
IP-B x GG1	64,8	b	121,0	ab	47,4	a	3,4	ab	54,2	a
IP-B x GG2	65,3	b	124,1	ab	45,8	a	2,7	abc	25,0	abc
IP-B x GG3	65,5	b	115,9	ab	46,0	a	1,6	def	4,2	c
IP-C x GG1	64,6	b	120,1	ab	48,4	a	2,4	bcde	20,8	bc
IP-C x GG2	67,2	ab	130,8	ab	46,0	a	1,8	cdef	0,0	c
IP-C x GG3	68,4	ab	129,7	ab	48,0	a	1,6	cdef	8,3	c
IP-D x GG1	68,4	ab	130,0	ab	48,7	a	1,8	cdef	4,2	c
IP-D x GG2	68,1	ab	125,8	ab	44,3	a	1,3	ef	0,0	c
IP-D x GG3	72,4	ab	139,9	ab	61,3	a	1,3	ef	0,0	c
IP-E x GG1	68,9	ab	131,6	ab	46,8	a	1,5	cdef	4,2	c
IP-E x GG2	75,2	ab	146,7	ab	48,0	a	1,5	def	4,2	c
IP-E x GG3	71,0	ab	174,0	a	45,9	a	1,2	ef	0,0	c
IP-F x GG1	60,3	b	108,6	b	41,8	a	1,9	cdef	4,2	c
IP-F x GG2	64,5	b	123,3	ab	41,5	a	1,8	cdef	4,2	c
IP-F x GG3	95,9	a	132,8	ab	43,7	a	1,1	f	0,0	C
P för interaktion**	0,11		NS		NS		0,02		0,01	

* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder

** NS står för P $\geq$ 0,015.

Bilaga 2 Tabell B2:3. Skörd av blomkålshuvuden med butikskvalitet (fv=färskvikt) samt viktsansdel av den totala huvudskörden i respektive kvalitetklass. Kvalitetsbestämningen är i en skala från 1–4 där 1 är högst kvalitet och 3 och 4 anses icke säljbart. Skalan baseras på FN/ECEs norm med viss modifiering (se Material och Metod samt Bilaga 1). Medel över storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2.

Behandling *Droppbev x grundgödsling**	Butiks-skörd kg/ha		Rel. skörd, IP-E=100	Intäkt kr/ha**	Viktsandel (%) i respektive kvalitetsklass Klass 1+2		Klass 3		Klass 4	
IP-A x GG1	2 139	fg	11	37 433	25	d	12	a	64	ab
IP-A x GG2	7 444	cdefg	38	130 278	60	abc	9	a	31	abc
IP-A x GG3	10 667	abcdef	55	186 667	69	abc	9	a	22	bc
IP-B x GG1	2 208	fg	11	38 646	21	cd	6	a	74	a
IP-B x GG2	5 528	defg	28	96 736	45	bcd	32	a	23	bc
IP-B x GG3	11 056	abcdef	56	193 472	96	a	3	a	1	c
IP-C x GG1	4 444	efg	23	77 778	43	bcd	24	a	33	abc
IP-C x GG2	12 000	abcde	61	210 000	87	ab	13	a	0	c
IP-C x GG3	12 931	abcd	66	226 285	92	ab	0	a	8	c
IP-D x GG1	12 958	abcde	66	226 771	84	ab	12	a	5	c
IP-D x GG2	13 847	abcde	71	242 326	98	a	2	a	0	c
IP-D x GG3	19 431	a	99	340 035	100	a	0	a	0	c
IP-E x GG1	12 944	abcde	66	226 528	78	ab	17	a	5	c
IP-E x GG2	17 139	ab	88	299 931	83	ab	15	a	2	c
IP-E x GG3	19 569	a	**100**	342 465	100	a	0	a	0	c
IP-F x GG1	8 000	bcdefg	41	140 000	84	ab	9	a	7	c
IP-F x GG2	10 667	abcdef	55	186 667	91	ab	5	a	5	c
IP-F x GG3	15 625	abc	80	273 438	100	a	0	a	0	c
P för interaktion***	NS				NS		NS		0,014	

* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder

** Förutsatt 17,5 kr/kg av butikskvalitet och 0 kr/kg för sämre kvalitet

*** NS står för P ≥ 0,015.

Bilaga 2 Tabell B2:4. Biomassa och torrsubstanshalt i ovanjordiska skörderester, summering av biomassa i blomkålshuvuden och skörderester samt andel av ovanjordisk biomassa som fanns i blomkålshuvudena; fv. = färskvikt. ts.=torrsubstans. Samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling	Ovanjordiska skörderester								Total ovanjordisk biomassa				Kvot (fv.):	
Droppbev x grundgöds	g fv /planta		kg fv /ha		ts.-halt, %		kg ts /ha		kg fv /ha		kg ts /ha		Huvud/total biomassa, (%)	
IP-A x GG1	836,67	g	2 788 8,9	g	19,6	a	5 446	c	3 644 4,4	f	6 242	cd	23,3971	a
IP-A x GG2	1 135,42	defg	3 784 7,2	defg	17,7	a	6 700	bc	4 948 6,1	cdef	7 707	bcd	23,4251	a
IP-A x GG3	1 415,83	bcdef	4 719 4,4	bcdef	15,7	a	7 381	abc	6 252 7,8	abcde	8 588	abcd	24,4931	a
IP-B x GG1	995	fg	3 316 6,7	fg	18,8	a	5 993	bc	4 331 9,4	ef	6 864	bcd	23,7767	a
IP-B x GG2	1 158,33	defg	3 861 1,1	defg	17,2	a	6 529	bc	5 038 8,9	cdef	7 556	bcd	23,2616	a
IP-B x GG3	1 249,58	defg	4 165 2,8	defg	17,3	a	7 142	abc	5 311 1,1	cdef	8 071	abcd	21,4392	a
IP-C x GG1	1 105,83	defg	3 686 1,1	defg	15,9	a	5 796	bc	4 756 9,4	cdef	6 695	bcd	22,2314	a
IP-C x GG2	1 320,42	def	4 401 3,9	def	15,6	a	6 810	abc	5 776 3,9	cdef	7 900	bcd	23,8986	a
IP-C x GG3	1380	cdef	46 000	cdef	15,4	a	7 073	abc	6 031 9,4	bcde	8 240	abcd	23,6334	a
IP-D x GG1	1 500,83	abcde	5 002 7,8	abcde	19,9	a	9 824	abc	6 559 7,2	abcd	11 100	abcd	23,615	a
IP-D x GG2	1 479,58	abcde	4 931 9,4	abcde	16,0	a	7 805	bc	6 338 8,9	abcde	8 905	bcd	22,1827	a
IP-D x GG3	1 851,25	abc	6 170 8,3	abc	20,3	a	12 625	a	8 113 8,9	ab	14 164	a	23,8503	a
IP-E x GG1	1 585,83	abcde	5 286 1,1	abcde	17,9	a	9 718	abc	6 869 4,4	abc	10 912	abcd	22,9158	a
IP-E x GG2	1 884,58	ab	6 281 9,4	ab	17,4	a	10 857	abc	8 341 6,7	a	12 380	abc	24,7049	a
IP-E x GG3	1 930,42	a	6 434 7,2	a	17,1	a	11 302	ab	8 391 6,7	a	12 771	ab	23,1423	a
IP-F x GG1	1 105,83	efg	3 686 1,1	efg	13,8	a	5 068	c	4 618 0,6	def	5 843	d	20,2676	a
IP-F x GG2	1 192,92	defg	3 976 3,9	defg	13,5	a	5 344	c	5 143 0,6	cdef	6 284	cd	22,6612	a
IP-F x GG3	1550	abcd	5 166 6,7	abcd	13,9	a	7 073	abc	6 729 1,7	abc	8 228	abcd	23,2573	a
P för interaktion**	0,12		0,12		NS		NS		0,07		NS		0,11	

* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder.

** NS står för P ≥ 0,015.

Bilaga 2 Tabell B2:5. NO_3-N-halt i bladnivå 4 vid sista mättillfället (9/7; 57 dagar efter plantering; fem dagar före skörden påbörjades). Total-N-halt och innehåll i blomkål och ovanjordiska skörderester vid slutskörd samt fördelning av N i blomkålshuvuden/totalt ovanjordiskt N. Samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

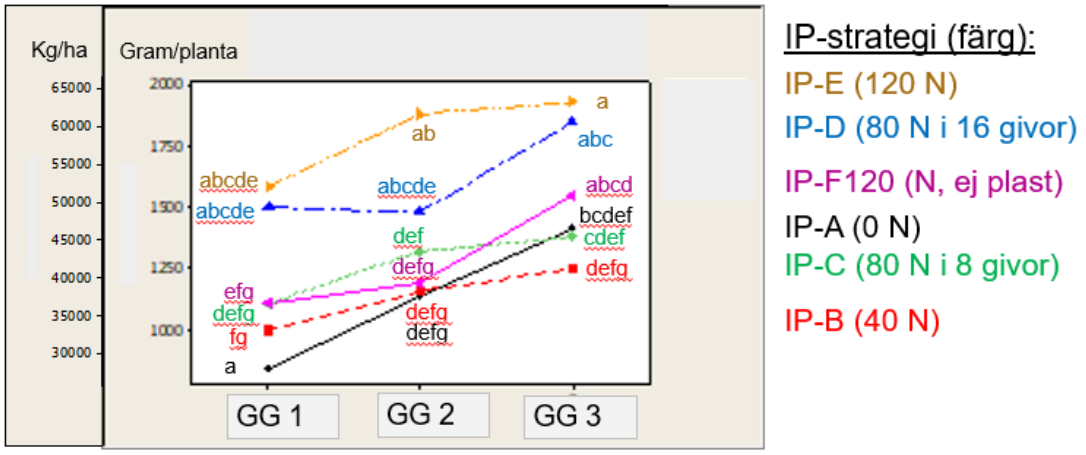
Behandling			Blomkålshuvud				Ovanjordiska skörderester				Summa		Fördelning N	
Droppbev x grundgöds	NO_3-N bladsaft blad 4, PPM		N-halt, % av ts.		N-innehåll, kg /ha		N-halt, % av ts.		N-innehåll, kg /ha		N-innehåll, kg /ha		Huvud/totalt innehåll (%)	
IP-A x GG1	2 200	a	1,7	e	13,7338	f	0,8	g	44,8	e	58,5	e	23,6	a
IP-A x GG2	2 100	ab	2,0	cde	19,8795	def	1,2	defg	83,6	de	103,5	de	19,4	ab
IP-A x GG3	1 900	abcde	2,1	bcde	24,9992	de	1,4	cdef	101,8	cde	126,8	de	19,9	ab
IP-B x GG1	2 075	ab	1,9	de	16,5131	ef	1,0	fg	59,2	de	75,7	de	22,0	ab
IP-B x GG2	1 900	abcde	1,9	cde	20,0155	def	1,2	efg	73,6	de	93,7	de	21,7	ab
IP-B x GG3	1 750	cde	2,3	abcd	20,9044	def	1,5	bcde	108,8	cde	129,7	cde	16,4	ab
IP-C x GG1	1 975	abcd	1,9	cde	17,0161	ef	1,1	efg	65,5	de	82,5	de	20,8	ab
IP-C x GG2	1 850	bcde	2,2	abcd	24,3942	def	1,5	cde	102,2	cde	126,6	de	19,9	ab
IP-C x GG3	1 850	bcde	2,3	abcd	26,2571	bcde	1,5	bcde	109,1	cde	135,3	cde	20,1	ab
IP-D x GG1	1 900	abcd	2,1	bcde	26,3044	cde	1,4	cdef	136,4	cde	162,7	cde	16,2	ab
IP-D x GG2	1 675	de	2,4	abcd	26,0763	de	1,7	bc	130,1	cde	156,1	cde	16,8	ab
IP-D x GG3	1 575	e	2,4	ab	37,1604	ab	1,8	abc	221,5	ab	258,7	ab	14,7	b
IP-E x GG1	1 825	bcde	2,4	abcd	28,447	bcd	1,5	bcde	148,5	bcd	176,9	bcd	16,8	ab
IP-E x GG2	1 700	de	2,5	ab	37,4374	abc	1,9	ab	200,5	abc	237,9	abc	16,0	b
IP-E x GG3	1 650	de	2,7	a	39,6532	a	2,2	a	240,5	a	280,2	a	16,0	b
IP-F x GG1	2 050	abc	2,2	bcde	16,8209	ef	1,5	bcde	76,3	de	93,1	de	18,5	ab
IP-F x GG2	1 950	abcd	2,1	bcde	19,8215	def	1,6	bcd	85,4	de	105,2	de	18,9	ab
IP-F x GG3	1 800	bcde	2,5	ab	28,4448	abcd	2,2	a	147,4	abcd	175,8	abcd	16,4	Ab
P för interaktion**	NS		NS		0,11		NS		NS		NS		NS	

* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder.

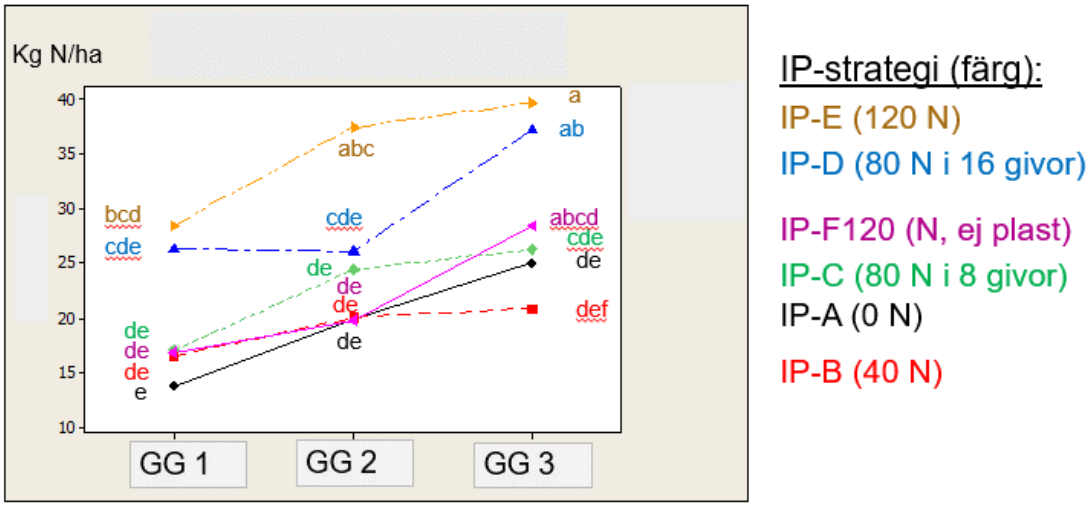
Bilaga 2 Tabell B2:6. Mineralkväve (NO_3-N och NH_4-N; kg/ha) i jorden direkt efter skörd i jordskikten 0–30 och 30–60 cm. Samtliga behandlingar dvs utan sammanslagning av storrutefaktor respektive smårutefaktor. Värden inom samma kolumn som följs av olika bokstäver är signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test

Behandling	0–30 cm, kg/ha			30–60 cm, kg/ha			0–60 cm, kg/ha
Droppbev x grundgöds	NH4-N	NO3-N	NH4-N+ NO3-N	NH4-N	NO3-N	NH4-N+ NO3-N	NH4-N+ NO3-N
IP-A x GG1	5,2 a	16,6 b	21,5 b	5,3 a	18,5 ab	23,8 ab	45,3 b
IP-A x GG2	14,4 a	23,8 ab	38,0 ab	7,3 a	7,9 c	15,3 ab	53,3 ab
IP-A x GG3	7,0 a	31,0 ab	38,0 ab	6,0 a	11,0 abc	17,3 ab	55,3 ab
IP-B x GG1	10,7 a	21,5 b	32,3 ab	6,0 a	8,4 bc	14,5 b	46,8 b
IP-B x GG2	4,1 a	15,8 b	19,8 b	6,4 a	11,4 abc	18,0 ab	37,8 b
IP-B x GG3	4,2 a	30,5 ab	34,8 ab	4,9 a	11,7 abc	16,5 ab	51,3 b
IP-C x GG1	3,6 a	21,5 b	25,3 b	4,8 a	11,0 abc	16,0 ab	41,3 b
IP-C x GG2	4,5 a	32,8 ab	36,8 ab	4,9 a	14,6 abc	19,5 ab	56,3 ab
IP-C x GG3	13,6 a	40,5 ab	54,3 ab	4,9 a	11,7 abc	16,8 ab	71,0 ab
IP-D x GG1	7,8 a	23,8 ab	31,3 ab	8,4 a	11,7 abc	20,3 ab	51,5 ab
IP-D x GG2	6,0 a	33,8 ab	40,0 ab	5,7 a	11,3 abc	16,5 ab	56,5 ab
IP-D x GG3	8,4 a	26,0 ab	34,5 ab	5,2 a	13,0 abc	18,5 ab	53,0 ab
IP-E x GG1	3,5 a	32,5 ab	36,3 ab	5,4 a	13,6 abc	19,3 ab	55,5 ab
IP-E x GG2	6,1 a	44,8 ab	51,5 ab	4,8 a	16,2 abc	21,3 ab	72,8 ab
IP-E x GG3	10,8 a	61,3 a	71,8 a	6,2 a	21,8 a	28,3 a	100,0 ab
IP-F x GG1	3,7 a	27,5 ab	31,3 ab	5,4 a	13,3 abc	18,8 ab	50,0 b
IP-F x GG2	2,6 a	30,8 ab	33,5 ab	4,3 a	12,8 abc	17,3 ab	50,8 b
IP-F x GG3	6,1 a	44,3 ab	50,0 ab	6,3 a	16,7 abc	23,0 ab	73,0 ab

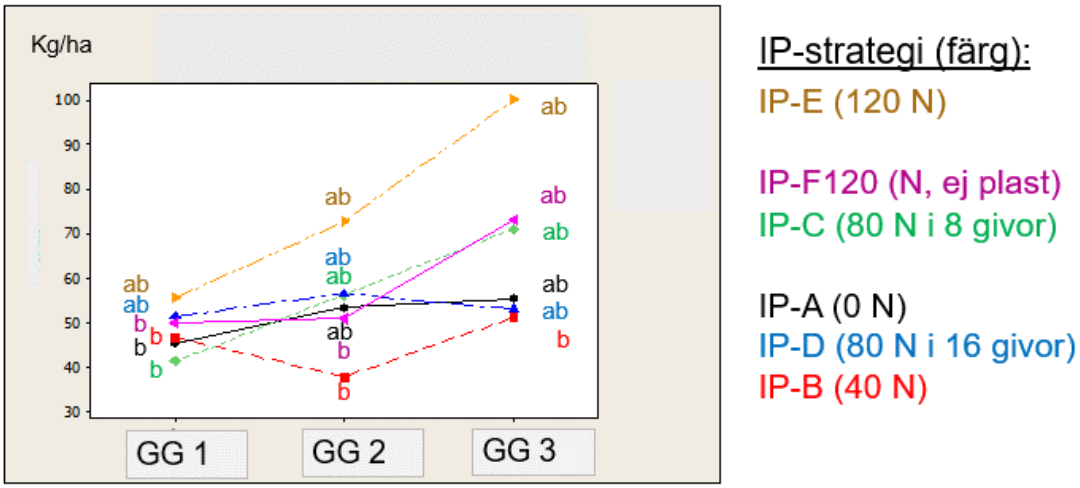
* Utförligare beskrivning av behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2 i Material och Metoder



Bilaga 2, Figur 2:1. Biomassa ovanjordiska skörderester i alla behandlingar. Där bokstäverna är olika för olika behandlingar är värdena signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. P för interaktion mellan Injicerings- och plastnings (IP)-strategi och Grundgödslings (GG)-nivå var 0,117. GG1, 2 och 3 motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns tillsammans med övriga biomassamått i Bilaga 2 Tabell B2:3



Bilaga 2, Figur 2:2. N-upptag i blomkålshuvudet i alla behandlingar. Där bokstäverna är olika för olika behandlingar är värdena signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. P för interaktion mellan Injicerings- och plastnings (IP)-strategi och Grundgödslings (GG)-nivå var 0,114. GG 1, 2 och 3 motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns, tillsammans med övriga mått kopplat till N i växten, i Bilaga 2 Tabell B2:4



Bilaga 2, Figur 2:3. Mineralkväve direkt efter skörd i skiktet 0-60 cm i alla behandlingar. Där bokstäverna är olika för olika behandlingar är värdena signifikant skilda på 5 %-nivån enligt Tukey's test. P för interaktion mellan Injicerings- och plastnings (IP)-strategi och Grundgödslings (GG)-nivå var 0,490. GG 1, 2 och 3 motsvarade 40, 80 och 120 kg effektivt N/ha från Biofer, där effektivt N beräknats som total-N x 0,8. För mer detaljer kring behandlingar och N-gödslingsnivåer se Tabell 1 respektive Tabell 2. Samma data som i figuren finns, tillsammans med övriga data kopplat till mineralkväve vid skörd, i Bilaga 2 Tabell B2:6

KUNSKAP FÖR LANDETS FRAMTID

Hushållningssällskapet Skåne
Box 9084, 291 09 Kristianstad
010-476 20 00
info-skane@hushallingssallskapet.se
www.hushallningssallskapet.se

Hushållnings sällskapet