UTVÄRDERING AV ALLGROW

Effekt på tidig rotutveckling hos vitsenap

Författare: Niklas Hjelm (Trädgårdsingenjör), Grobruket AB.

Datum: 13 februari 2026

GROBRUKET
MER PLATS FÖR ODLING

Sammanfattning

Denna studie utvärderar den algbaserade biostimulanten Allgrow och dess effekt på tidig rotutveckling hos vitsenap (*Sinapis alba*). Försöket jämförde tre behandlingar: kontroll (vatten), 3% Allgrow och 10% Allgrow över en period på 10 dagar.

Huvudresultat:

- **3% Allgrow** gav signifikant högre rotdensitet (median 9 laterala rötter) jämfört med kontroll (median 4 laterala rötter), vilket indikerar ett mer förgrenat rotsystem med förbättrad kapacitet för vatten- och näringsupptag.

- **10% Allgrow** visade däremot försämrad rotutveckling i samtliga parametrar, vilket tyder på en dosberoende effekt där högre koncentration hämmar rotutveckling.

- Rotindex (ett mått på roteffektivitet) var markant högre för 3% Allgrow (median 12,9) jämfört med kontroll (median 4,3) och 10% Allgrow (median 1,7).

Rekommendation: Resultaten visar att Allgrow vid 3% koncentration effektivt stimulerar lateral rotutveckling, vilket är av betydelse för plantors förmåga till näringsupptag.

Bakgrund

Rotarkitektur och växthormonell reglering

Groning och tidig rotutveckling är biologiskt känsliga processer som till stor del regleras av växthormoner. Särskilt auxin (IAA) och cytokinin (CK) spelar en central roll i etableringen av rotarkitektur genom att styra celldelning, cellsträckning och initiering av laterala rötter. Auxin är en positiv regulator av rotutveckling och lateral rotbildning, medan cytokininer ofta verkar antagoniserande genom att hämma lateral rotinitiering och påverka auxintransport i roten [1]. Balansen mellan auxin och cytokinin är därför avgörande för rotens morfologi och kan ge mätbara skillnader i total rotlängd, längsta rot samt rotdensitet redan på fröplantenivå [1].

Algbaserade biostimulanter

Allgrow är en algbaserad biostimulant som marknadsförs med påståenden om förbättrad groning och rotutveckling. Biostimulanter definieras som substanser eller mikroorganismer som, oberoende av sitt näringsinnehåll, kan stimulera växtens fysiologiska processer och förbättra tillväxt eller stressrespons [4].

Mikroalger, däribland Chlorella-arter, har i litteraturen beskrivits som potentiella biostimulanter genom sitt innehåll av bioaktiva ämnen såsom växthormonrelaterade substanser, aminosyror och antioxidanter. Flera studier indikerar att algbaserade extrakt kan påverka groning och tidig rotutveckling positivt [2]. Experimentella studier har visat förbättrad rotutveckling och förändrad rotmorfologi hos behandlade plantor [7]. Detta kan antyda att mikroalger påverkar växters hormonella signalering, möjligen via auxin- och cytokininliknande föreningar.

Samtidigt är det viktigt att understryka att den befintliga litteraturen inte entydigt visar att algbaserade biostimulanter alltid ger förbättrad rotutveckling under praktiska odlingsförhållanden. Effekterna är ofta beroende av dos, gröda och experimentella betingelser [2]. Detta motiverar behovet av kontrollerade försök där effekter på rotutveckling kan kvantifieras och särskiljas från eventuella effekter av extra näringstillförsel.

Betydelsen av rotarkitektur

Plantor med mer förgrenat rotsystem (högre rotdensitet) tenderar att ha högre kapacitet för vatten- och näringsupptag genom att de mer effektivt utforskar jorden. Root system architecture (RSA) som inkluderar sidorötter och förgrening, är en nyckelfaktor för vatten- och näringsupptag istället för enbart primärrotens längd [6]. Dessa egenskaper korrelerar med för plantan mer effektivt användande av näring och därmed genomslag på växtens utveckling [5].

Syfte och hypoteser

Syftet med denna studie är att utvärdera Allgrows effekt på tidig rotutveckling hos vitsenap vid olika koncentrationer, samt att kvantifiera eventuella dosberoende effekter på rotarkitektur.

H_0 (nollhypotes):
Det finns ingen skillnad mellan behandlingarna avseende rotarkitektur, uttryckt som rotdensitet och rotindex.

H_1 (alternativhypotes):
Allgrow påverkar rotarkitekturen på ett dosberoende sätt, där låg dos (3 %) ökar rotdensitet och rotindex jämfört med kontroll, medan hög dos (10 %) hämmar rotutvecklingen.

Material och metod

Försöksdesign

Odlingsförsöket jämförde följande behandlingar:

- **A0: Kontroll (vatten)**
- **A1: Allgrow 3%**
- **A2: Allgrow 10%**

Material

- Frön vitsenap (*Sinapis alba*)
- Groningspapper avsett för Brassica
- Glasburkar och plastfolie
- Mätutrustning: måttkärl, linjal, mobilkamera

Genomförande

Den 2 februari 2026 placerades frön på standardiserat fuktade groningspapper, rullades löst till vertikala paper-wick-rullar och placerades med nedre delen i respektive behandlingslösning. Lösningen transporterades upp i rullen genom kapillär uppsugning, vilket gav kontinuerlig exponering. Rullarna täcktes med löst sittande plastfolie för att minimera evaporation samt optimera mikroklimatet. Rullarna inkuberades under ekvivalent temperatur och ljusregim. Plastfolien justerades när fröna grott för att ge plats åt skotten.

Mätningar och datainsamling

Primära variabler

- **Total rotlängd:** summan av primärrot och laterala rötter
- **Längsta rotlängd:** primärrotens maximala längd
- **Rotdensitet:** antal laterala rötter per planta
- **Rotindex:** total rotlängd × rotdensitet / längsta rotlängd

Sekundära variabler

- **Bladstorlek:** storlek på största blad
- **Skottillväxt:** upp till underkant av hjärtblad

Motivering av rotindex

Rotindexet används för att kvantifiera förhållandet mellan lateral rotförgrening och primärrotens längd, vilket ger ett mått på hur mycket resurser som investeras i sidrötter jämfört med djup tillväxt. Formeln synliggör den rotarkitektur som i vetenskaplig litteratur har visats vara optimal för resursupptagning. Högre rotdensitet (antal laterala rötter) ökar indexet, vilket speglar ökad kontaktyta med jorden eller substratet.

$$\text{Rotindex} = \frac{\text{Total rotlängd} \times \text{Rotdensitet}}{\text{Längsta rotlängd}}$$

Division med längsta rotlängd justerar rotindexet för primärrotens storlek, vilket gör att växter som investerar mer i lateral förgrening än i djup primärrotstillväxt framhävs. Att inkludera total rotlängd säkerställer att indexet även tar hänsyn till den totala mängden rotmaterial som bidrar till näringsupptag.

Dataanalys

Mätningar utfördes dag 10 (11 februari 2026). Data redovisas som median (Q1–Q3). IQR beräknades som Q3 − Q1. Fotodokumentation av rullarna innan de rullades upp samt de tre bästa individerna från varje behandlingsgrupp gjordes vid slutmätningen.

Statistisk analys

Data analyserades med icke-parametriska statistiska metoder. Valet av metod baserades på att flera av de uppmätta variablerna (särskilt rotdensitet och rotindex) uppvisade sned fördelning, förekomst av nollvärden samt tydliga extremvärden. Dessa egenskaper bryter mot antaganden om normalfördelning och homogen varians som krävs för parametriska tester såsom t-test.

För jämförelser mellan behandlingar användes därför **Mann–Whitney U-test**, vilket är ett rangbaserat test lämpligt för jämförelse av två oberoende grupper när datan inte kan antas vara normalfördelad. Testet användes för att utvärdera skillnader i rotdensitet, total rotlängd, längsta rot samt rotindex mellan kontroll och respektive behandling.

Resultaten redovisas som **median med interkvartilintervall (Q1–Q3)**, vilket ger en robust beskrivning av centraltendens och spridning vid icke-normalfördelade data.

Signifikansnivån sattes till **α = 0,05**. Statistisk signifikans tolkades i kombination med biologisk relevans, med särskilt fokus på konsekventa effekter över rullar och individer snarare än enbart p-värden.

Kvalitetssäkring och felkällor

Identifierade felkällor:

- Ojämn fuktfördelning mellan de olika rullarna
- Avdunstning av lösningen under försöksperioden
- Mikrobiell tillväxt (mögelbildning)
- Variation i frökvalitet vilket kan resultera i ojämn groning
- Skador på rötter vid hantering och mätning

Åtgärder för minimering:

- Plastfolie för att reducera avdunstning
- Frön från samma parti användes genomgående
- Kort försöksperiod (10 dagar) för att minimera påverkan av näringsinnehåll i Allgrow

Resultat

Rotutveckling

Tabell 1. Effekt av Allgrow på tidig rotutveckling hos vitsenap: median (Q1–Q3) per behandlingsgrupp

Grupp	Antal grodda	Total rotlängd mm (Q1–Q3)	Längsta rot mm (Q1–Q3)	Rotdensitet (antal laterala rötter) (Q1–Q3)
Kontroll	44/50	13,5 (11,5–14,9)	12,1 (10,6–13,2)	4 (2–6)
3% Allgrow	45/50	10,7 (7–14,5)	8,1 (5,6–11,1)	9 (4–16)
10% Allgrow	48/50	6,2 (4,6–8,5)	5,9 (4,2–7,2)	1,5 (0–6)

Grupp	Rotindex (Q1–Q3)
Kontroll	4,3 (2,1–7,9)
3% Allgrow	12,9 (5,1–21,2)
10% Allgrow	1,7 (0–6,4)

Behandlingen med **3 % Allgrow** resulterade i en **tydligt högre rotdensitet** jämfört med kontroll, samtidigt som både **total rotlängd och längsta rot var kortare**. Detta visar på ett **mer lateralt förgrenat men mindre elongerat rotsystem**. Sammantaget gav denna kombination ett **markant högre rotindex** jämfört med både kontroll och 10 % Allgrow, vilket indikerar en ökad investering i lateral rotutveckling.

Behandlingen med **10 % Allgrow** visade däremot en **generellt försämrad rotutveckling**, med **lägre värden för samtliga analyserade rotparametrar** jämfört med både kontroll och 3 % Allgrow. Detta indikerar att den högre koncentrationen hämmade både rotförgrening och total rotutveckling.

Kontrollgruppen utvecklade generellt en **längre primärrot** än båda Allgrow-behandlingarna, men med **färre laterala rötter**, vilket resulterade i ett **lägre rotindex** jämfört med 3 % Allgrow. Kontrollens rotsystem karakteriserades därmed av större elongering men begränsad förgrening.

Statistisk analys visade att **båda Allgrow-behandlingarna skiljde sig signifikant från kontrollen**, men med **motsatt effekt**.

Behandlingen med **3 % Allgrow gav en statistiskt signifikant förbättring av rotutvecklingen**, uttryckt som högre rotdensitet och rotindex jämfört med kontroll, medan **10 % Allgrow gav en statistiskt signifikant försämring av rotutvecklingen**, med lägre rotdensitet och rotindex än kontroll.

Bild 1: De tre bästa individerna från varje behandlingsgrupp, från vänster: Kontroll, 3% och 10%.

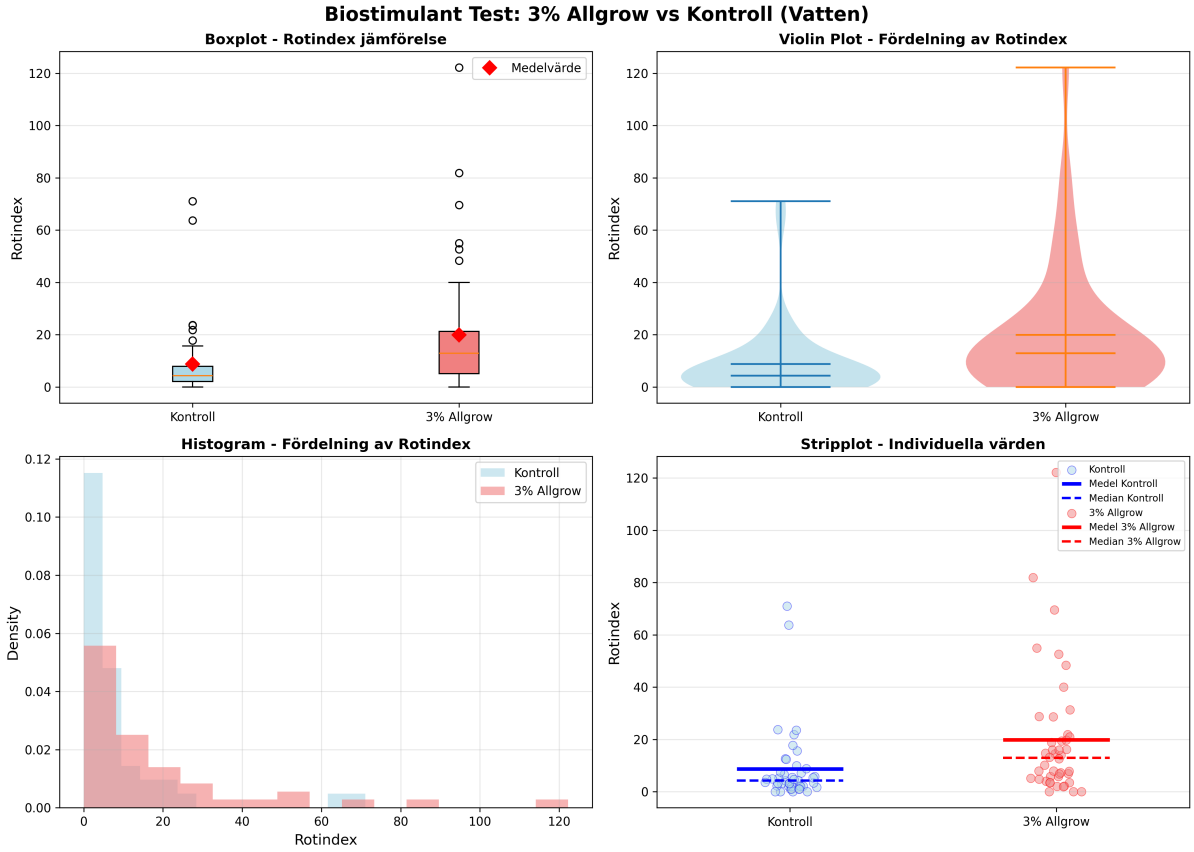
Skottillväxt och bladstorlek

Tabell 2. Skottillväxt och bladstorlek, median (Q1–Q3) per behandlingsgrupp

Grupp	Skottillväxt cm (Q1–Q3)	Bladstorlek cm (Q1–Q3)
Kontroll	3,1 (2,8–3,5)	0,8 (0,7–0,9)
3% Allgrow	3,5 (3–4,3)	1,0 (0,9–1,2)
10% Allgrow	4,4 (3,4–5,2)	1,1 (1,0–1,3)

Resultatet av de sekundära variablerna som presenteras i Tabell 2 visar på ökad skottillväxt och bladstorlek för båda behandlingarna med Allgrow, med högst värden i behandlingsgruppen 10%.

Figur 1. Visualisering av rotindex-fördelning – 3% mot kontroll.



Diskussion

Resultatet visar att hypotesen stämmer, låg koncentration (3%) av Allgrow gav gynnsam utveckling av laterala rötter medan hög koncentration (10%) generellt gav försämrad rotutveckling. Doseringen är alltså kritisk för att uppnå önskat resultat. Kontrollgruppen visade högre värden på total rotlängd och längsta rot än 3%- och 10%-koncentration, men värdet för rotdensitet är en viktigare indikator på gynnsam rotutveckling. Detta eftersom fler men inte nödvändigtvis längre rötter har en positiv inverkan på växtens förmåga att ta upp vatten och näring. Behandlingen med 3% koncentration presterade bäst avseende rotdensitet vilket indikerar att närvaron av auxin i Allgrow har en positiv effekt på rotarkitekturen men att det finns en övre gräns för hur stor dos av biostimulanten som bör tillsättas.

Rotindex ger en indikation på hur effektivt rotsystemet är. Två plantor kan ha samma totala rotlängd men om den ena har en lång rot och den andra har 10 korta fungerar de biologiskt sett väldigt olika. Rotsystemets potentiella yta definierar dess förmåga att ta upp vatten och näring, och ju högre rotindex; desto större potentiell yta. Behandlingen med 3% koncentration visar en markant skillnad i rotindex jämfört med de andra behandlingarna vilket ytterligare stärker vår hypotes.

Att 10% Allgrow resulterade i högre värden för bladstorlek och skottillväxt kan initialt tolkas som en positiv effekt. Samtidigt visade samma behandling en reducerad rotutveckling, vilket potentiellt kan begränsa växtens förmåga till vatten- och näringsupptag. På längre sikt kan detta påverka den totala tillväxten negativt, trots en tidig stimulering av skottet. En möjlig förklaring till att behandlingen med högre koncentration stimulerade skott- och bladutveckling men samtidigt gav sämre rotutveckling kan vara en förändrad balans mellan auxin och cytokinin. Cytokininer är kända för att främja skottillväxt men kan samtidigt hämma lateral rotinitiering. Vid högre koncentration av biostimulanten kan denna balans ha förskjutits, vilket kan ha gynnat ovanjordisk tillväxt på bekostnad av rotutveckling. Trots att förhållandet mellan auxin och cytokinin i Allgrow är konstant kan en ökad total koncentration påverka växtens egna hormonreglering och signalering på ett icke-linjärt sätt. Vid högre doser kan detta leda till att effekterna på rot- respektive skottutveckling blir olika. Eftersom studiens primära fokus är rotutveckling ges dessa ovanjordiska parametrar dock inte samma tyngd i den övergripande tolkningen av resultaten.

Slutsats

Resultatet av detta försök visar att behandling med **3 % Allgrow gav en statistiskt signifikant förbättring av rotutvecklingen**, uttryckt som ett högre antal laterala rötter och ett högre rotindex jämfört med kontroll, vilket indikerar ett mer förgrenat och funktionellt välutvecklat rotsystem under tidig etablering.

Behandling med **10 % Allgrow gav däremot en statistiskt signifikant försämring av rotutvecklingen** i samtliga analyserade rotparametrar jämfört med kontroll, vilket visar att effekten är tydligt dosberoende och att överdosering kan hämma rotutvecklingen.

Grobruket kan baserat på dessa resultat verifiera Allgrow som en växtbiostimulant med avseende på positiv påverkan på rotarkitektur och rotutveckling vid låg dos, inom ramen för tidig groning och etablering.

Möjliga fortsatta studier:

- Undersöka koncentrationer under 3% för att fastställa optimal dosering
- Identifiera den exakta koncentrationsgräns där effekten övergår från positiv till negativ
- Utvärdera långtidseffekter på växtprestanda och avkastning
- Testa effekten på andra grödor för att validera resultatens generaliserbarhet

Referenser

[1] Aloni, R., Aloni, E., Langhans, M., & Ullrich, C. I. (2006). Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. *Annals of Botany*, 97(5), 883–893. https://doi.org/10.1093/aob/mcl027

[2] Arenas-Colarte, C., et al. (2025). Microalgae-based biostimulants: effects on growth and stress resistance in agricultural crops. *Plants*, 14(22), 3488. https://doi.org/10.3390/plants14223488

[3] De Smet, I., Vanneste, S., Inzé, D., & Beeckman, T. (2012). Analyzing lateral root development: How to move forward. *Plant Cell*, 24(1), 15–20. https://doi.org/10.1105/tpc.111.094292

[4] du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021

[5] Duque, L. O., Villordon, A. Q., & Gbur, E. E. (2019). Root branching and nutrient efficiency. *Plant and Soil*, 439, 1–15. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00237

[6] Morris, E. C. (2017). Shaping 3D root system architecture. *Current Biology*, 27(17), R919–R930. https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.06.043

[7] Tian, S.-L., Khan, A., Zheng, W.-N., Wang, X.-Q., Liu, J.-H., & Li, L. (2022). Effects of Chlorella extracts on growth of Capsicum annuum L. seedlings. *Scientific Reports*, 12, 19846. https://doi.org/10.1038/s41598-022-19846-6

[8] Shahzad, Z., & Amtmann, A. (2017). Food for thought: How nutrients regulate root system architecture. *Current Opinion in Plant Biology*, 39, 80–87. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2017.06.008