

Les 16

Plantenvoeding

Leerresultaten

- De cursist kent de invloed op groei, ontwikkeling en gezondheid van de volgende elementen: Stikstof (N), Fosfor (P), Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Zwavel (S), IJzer (Fe), Mangaan (Mn), Koper (Cu), Zink (Zn), Molybdeen (Mo), Borium (B).

Instructies voor de trainer

- De trainer deelt theoretische kennis door middel van presentaties.

Basisvereisten: Projector, computer

Vandaag de dag neemt de nauwe relatie tussen gezondheid en voeding met de dag toe. De Covid-19 pandemie, die onlangs over de hele wereld grote sterfgevallen heeft veroorzaakt, is hier een heel goed voorbeeld van. Omdat Covid-19, dat verschillende effecten heeft op gezondheid en voeding, een ziekte van de luchtwegen is en mensen met een zwak immuunsysteem of chronische gezondheidsproblemen meer treft, zijn maatregelen op het gebied van gezondheid en voeding belangrijker geworden. Daarom is het bekend dat de bodem, die de productieomgeving is, eerst goed moet worden herkend. Het is een feit dat plantenvoeding, die de ontwikkeling, opbrengst en kwaliteit van planten beïnvloedt, zeer belangrijk is in termen van plant- en bodembeheer. Daarom is het een noodzaak geworden om de opbrengst van planten te verhogen en chemische inputs te verminderen [93]. Plantenvoeding is de som van chemische elementen en verbindingen die nodig zijn voor de groei en voortplanting van planten en voor het metabolisme van planten. Zonder deze voedingsstoffen kan de plant geen normale levenscyclus voltooien. Planten nemen een groot aantal voedingsstoffen op uit de omgeving waarin ze zich met hun boven- en ondergrondse organen ontwikkelen. Vierenzeventig elementen kunnen door planten worden opgenomen. Slechts enkele van deze elementen zijn echter essentieel voor planten. Deze minerale stoffen die planten nodig hebben voor hun ontwikkeling worden absoluut essentiële plantenvoedingsstoffen genoemd.

Noodzakelijke voedingsstoffen voor planten worden in tweeën gedeeld. Dit zijn macro- en micronutriënten. **Macronutriënten:** koolstof (C), zuurstof (O), waterstof (H), stikstof (N), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca), zwavel (S), magnesium (Mg). **Micronutriënten (of sporenmineralen):** ijzer (Fe), boor (B), chloor (Cl), mangaan (Mn), zink (Zn), koper (Cu), molybdeen (Mo), nikkel (Ni). In recente jaren is gemeld dat natrium (Na), kobalt (Co), vanadium (V) en silicium (Si) ook zijn opgenomen in de classificatie van absoluut essentiële elementen [94].

De rol van elk voedingselement in de plant is verschillend. Daarom is elk element noodzakelijk voor de plant. Wat zijn de voordelen, wat is de schade bij een teveel en wat zijn de veranderingen in de plant bij een tekort? Laten we de belangrijkste één voor één bekijken.

16.1. Stikstof

Stikstof is van vitaal belang voor planten en is een essentiële voedingsstof. Planten hebben altijd stikstof nodig voor een gezonde voortplanting, groei en ontwikkeling [95].

Productie van eiwitten en enzymen: Stikstof is een essentieel onderdeel voor de eiwitsynthese in planten. Planten hebben eiwitten nodig om te groeien en zich te ontwikkelen, en dit maakt de vorming van de celstructuren en organellen van de

plant mogelijk. Het helpt ook bij het reguleren van metabolische reacties door deel te nemen aan de structuur van enzymen.

Synthese van chlorofyl: Chlorofyl is het groene pigment dat voorkomt in chloroplasten, de celorganellen in planten waar fotosynthese plaatsvindt. Fotosynthese is een belangrijk proces waarbij planten zonne-energie gebruiken om kooldioxide en water om te zetten in glucose en zuurstof. Chlorofyl bevat stikstof in zijn structuur en daarom hebben planten stikstof nodig voor fotosynthese.

Vorming van nucleïnezuren: Stikstof zit in de bouwstenen van nucleïnezuren (DNA en RNA) in planten. Nucleïnezuren slaan de erfelijke informatie van planten op en zijn van vitaal belang voor de synthese en overdracht van genetisch materiaal.

Vorming van aminozuren: Stikstof is de bouwsteen van aminozuren in planten. Aminozuren zijn de basisbouwstenen voor eiwitsynthese en zijn cruciaal voor de groei en ontwikkeling van planten.

Plantengroei en productiviteit: Stikstof ondersteunt de ontwikkeling en groei van wortel-, blad- en stengelweefsel van planten.

16.1.1. Stikstoftekort en -overschot

Stikstoftekort komt vooral voor in jonge bladeren. De bladeren ontwikkelen een lichtgroene kleur, bij verdere progressie worden de bladeren geel en wordt er een gebrek aan fotosynthese waargenomen. Chlorose (vergeling) treedt eerst op in oude bladeren en daarna in jonge bladeren. De celgrootte en celdeling nemen af en planten worden belemmerd. Bij een teveel aan stikstof wordt vroegtijdige veroudering van de bladeren waargenomen.

16.2. Fosfor

Fosfor is een essentieel voedingselement dat van vitaal belang is voor planten. Planten hebben fosfor nodig voor groei, energieoverdracht, celstructuur en de vorming van genetisch materiaal [96]. De belangrijkste functies van fosfor in planten zijn als volgt:

Energieoverdracht: In planten vindt de energieoverdracht in de cel plaats via ATP-moleculen (adenosinetriphosfaat). Fosfor is een van de basiscomponenten van ATP-moleculen en planten hebben fosfor nodig wanneer energie nodig is voor hun cellulaire activiteiten en biochemische reacties.

DNA- en RNA-synthese: Fosfor is een van de bouwstenen van DNA en RNA in planten. DNA en RNA slaan het genetisch materiaal van planten op en zijn van vitaal belang voor de eiwitsynthese en de overdracht van genetische informatie.

Structuur van celmembranen: Fosfor is betrokken bij de basisstructuur van celmembranen in planten. Celmembranen zijn belangrijke structurele componenten die het inwendige van de cel scheiden van de externe omgeving en fosfor speelt een belangrijke rol bij de vorming van deze membranen.

Fotosynthese Fosfor speelt een belangrijke rol in de regulatie van fotosynthetische reacties en energieoverdracht in planten. Fotosynthese is een cruciaal proces waarbij planten zonne-energie gebruiken om kooldioxide en water om te zetten in glucose en zuurstof.

Plantengroei en -ontwikkeling: Fosfor ondersteunt de ontwikkeling van de wortel-, blad- en stengelweefsels van planten. Een tekort aan fosfor heeft een negatieve invloed op de wortelontwikkeling in planten en vertraagt de groei van planten.

Reactiekatalysator: Fosfor fungeert als katalysator voor biochemische reacties in planten. Het regelt metabolische reacties door deel te nemen aan de structuur van enzymen en biedt planten fysiologische functies.

Fosforgebrek of -overschot in de plant is een van de belangrijke problemen die de gezondheid van planten negatief beïnvloeden. Beide kunnen de ontwikkeling van de plant negatief beïnvloeden en opbrengstverliezen veroorzaken. Dit zijn de effecten van fosforgebrek en -overschot in de plant:

16.2.1. Fosfortekort

Problemen in wortelontwikkeling: Fosforgebrek heeft een negatieve invloed op de wortelontwikkeling van planten. Wortels verzwakken en krijgen niet genoeg voedingsstoffen en water.

Trage groei: De groeisnelheid van planten vertraagt door fosforgebrek. Planten kunnen kleinere en zwakkere bladeren hebben.

Opbrengstverlies: Fosforgebrek vermindert de opbrengst van planten. Vooral de vrucht- en zaadvorming kan worden beïnvloed.

Kleurveranderingen: Bladeren kunnen paars of donkergroen worden en bladranden kunnen roodachtig zijn.

Vertraagde rijping: Door fosfortekort kan het rijpen van vruchten of zaden van planten worden vertraagd.

Problemen met zaadvorming: Fosforgebrek kan de zaadvorming van planten beïnvloeden en de zaadkwaliteit verminderen.

16.2.2 Fosforoverschot

Onbalans in mineralen: Een teveel aan fosfor kan leiden tot een onevenwichtige minerale balans in planten en de opname van andere voedingsstoffen belemmeren.

Giftigheid: Een teveel aan fosfor kan leiden tot plantentoxiciteit en symptomen veroorzaken zoals verbranding of chlorose (vergeling van de bladeren).

Vergiftiging door voedingsstoffen: Een teveel aan fosfor kan de biologische beschikbaarheid van andere voedingsstoffen in de bodem verminderen en schade toebrengen aan planten.

Milieuvervuiling: Een teveel aan fosfor kan leiden tot milieuvervuiling in landbouwvelden en irrigatiewater. Het weglekken van overtollig fosfor in waterlichamen kan negatieve gevolgen hebben voor aquatische ecosystemen en leiden tot algenbloei.

Daarom is het belangrijk om te zorgen voor een evenwichtige toevoer van fosfor in de plant. In het geval van een tekort aan fosfor kunnen meststoffen met voldoende fosfor worden toegediend aan de planten. In het geval van een fosforoverschot moeten maatregelen worden genomen om de bodem te verbeteren en fosfor in balans te brengen met andere voedingsstoffen. Het is belangrijk om regelmatig bodemanalyses uit te voeren en te zorgen voor een goede balans van voedingsstoffen om de gezondheid van de planten te beschermen.

16.3. Kalium

Kalium is een belangrijk macronutriënt voor planten en is van vitaal belang voor de groei, ontwikkeling en stofwisseling van planten [97]. De belangrijkste functies van kalium in planten zijn als volgt:

Waterbalans en osmoregulatie: Kalium regelt de waterhuishouding in plantencellen. Kaliumionen in de cel regelen de turgordruk (spanning) van de cel door de watertoevoer naar de cel te regelen. Hierdoor kunnen planten de opname en het verlies van water reguleren, wat zorgt voor een regelmatig watertransport.

Fotosynthese en ademhaling: Kalium beïnvloedt de processen van fotosynthese en ademhaling in planten. In chloroplasten (het organel waar fotosynthese plaatsvindt) is kalium betrokken bij de structuur van chlorofylmoleculen en

fotosynthetische enzymen. Daarom regelt het fotosyntheseprocessen en stelt het planten in staat om voedsel te produceren met behulp van zonne-energie.

Eiwitsynthese en enzymactiviteit: Kalium speelt een belangrijke rol bij de eiwitsynthese en activering van enzymen. Het regelt de metabolische processen van planten door de activiteit van enzymen te verhogen.

Celdeling en groei: Kalium beïnvloedt de celdeling en groeiprocessen in planten. Het ondersteunt de ontwikkeling van wortel-, blad- en stengelweefsel van planten.

Weerstand tegen ziekten: Kalium verhoogt de weerstand van planten tegen ziekten. Het helpt de wanden van plantencellen dikker en sterker te maken en voorkomt zo dat zieke organismen de plant binnendringen.

Rijping en vruchtvorming: Kalium beïnvloedt de vruchtvorming van planten en de rijping van vruchten. Dit verhoogt de opbrengst en de kwaliteit van de planten.

Een tekort of teveel aan kalium in de plant is één van de belangrijke problemen die de gezondheid van planten negatief beïnvloeden. Beide kunnen de ontwikkeling van de plant negatief beïnvloeden en opbrengstverlies veroorzaken. Dit zijn de effecten van een tekort of teveel aan kalium in de plant:

16.3.1. Kaliumtekort

Bij kaliumtekort lijken de randen op oudere bladeren verbrand.

Trage groei: Kaliumtekort heeft een negatieve invloed op de groeisnelheid van planten. Planten kunnen kleinere en zwakkere bladeren hebben.

Bladvergeling: Als gevolg van kaliumtekort kunnen de bladeren vergelen (chlorose). Vergelde bladeren worden het eerst aangetast vanaf de randen.

Gevoeligheid voor uitdroging: Kaliumtekort verzwakt het vermogen van planten om de waterbalans te reguleren en kan ervoor zorgen dat planten gevoeliger zijn voor uitdroging.

Opbrengstverlies: Kaliumtekort vermindert de opbrengst van planten. De vrucht- en zaadvorming kan worden beïnvloed, waardoor de opbrengst kan afnemen.

Uitdroging van bladpunten: Kaliumtekort kan leiden tot uitdroging en brandplekken op de bladpunten.

Planten worden vatbaar voor insecten en ziekten.

16.3.2. Kaliumoverschot

Onbalans in mineralen: Een teveel aan kalium kan de mineralenbalans van planten verstoren en de opname van andere voedingsstoffen belemmeren.

Giftigheid: Een teveel aan kalium kan leiden tot plantentoxiciteit en symptomen veroorzaken zoals verbranding of chlorose (vergeling van de bladeren).

Vergiftiging door voedingsstoffen: Een teveel aan kalium kan de biologische beschikbaarheid van andere voedingsstoffen in de bodem verminderen en schade toebrengen aan planten.

16.4. Calcium

Calcium is een essentiële voedingsstof voor planten en is van vitaal belang voor hun groei, ontwikkeling en gezond functioneren [98]. De belangrijkste functies van calcium in planten zijn:

Celwandvorming: Calcium speelt een belangrijke rol in de structuur van de celwanden van planten. Celwanden zorgen voor de structurele ondersteuning van planten en bepalen de vorm en stijfheid van de cellen.

Celdeling: Calcium regelt de celdeling in planten en ondersteunt de ontwikkeling van wortel-, blad- en stengelweefsel.

Ionenbalans: In planten regelt calcium de ionenbalans binnen en buiten de cel. Calciumionen in de cel regelen de werking van het celmembraan en de waterbeweging.

Activering van enzymen: Calcium speelt een cruciale rol bij de activering van veel enzymen in planten. Enzymen zijn betrokken bij de regulatie van metabolische reacties in planten en calcium activeert deze reacties.

Celsignalering: Calcium is een belangrijk onderdeel van celsignalering in planten. Het calciumgehalte in de cel kan veranderen als reactie op omgevingsstimuli en hormonale signalen, waardoor planten kunnen reageren.

Stomatale controle: Huidmondjes zijn kleine gaatjes in de bladeren van planten die de uitwisseling van gassen en het verlies van waterdamp mogelijk maken. Calcium maakt deel uit van de mechanismen die het openen en sluiten van de huidmondjes en het waterverlies regelen.

Weerstand tegen ziekten: Calcium verhoogt de weerstand tegen ziekten in planten en activeert de verdedigingsmechanismen van planten tegen pathogenen (ziekteverwekkende organismen).

Deze functies van calcium in de plant zijn van vitaal belang voor een gezonde groei en ontwikkeling van planten. Calciumgebrek kan problemen veroorzaken in planten zoals zwakke celwanden, randkrullen van bladeren en slechte weerstand tegen ziekten. Het is daarom belangrijk in de land- en tuinbouw om planten te voorzien van voldoende calcium. Planten worden meestal gevoed met calciumhoudende meststoffen om aan hun calciumbehoefte te voldoen. Daarnaast verhoogt calcium de fixatie van stikstof uit de lucht door bacteriën en verhoogt het de beschikbaarheid van molybdeen.

16.4.1. Calciumgebrek

Bij calciumtekort worden de uiteinden van de groeiende wortels en bladeren bruin en sterven ze af. De kwaliteit van de vruchten wordt ook aangetast. De kwaliteit van de vruchten wordt ook aangetast en de vruchten ontwikkelen bloemneusrot.

Problemen in wortelontwikkeling: Calciumgebrek heeft een negatieve invloed op de wortelontwikkeling van planten. Wortels verzwakken en er kunnen niet genoeg water en voedingsstoffen worden opgenomen.

Zwakte van de celwand: Calcium is betrokken bij de structuur van celwanden en daarom zorgt een calciumtekort ervoor dat de celwanden van planten verzwakken. Dit vermindert de structurele ondersteuning van de planten en er kan instorting en verzakking van de planten optreden.

Bladstoornissen: Calciumgebrek kan symptomen veroorzaken zoals randkrullen, necrose (weefseldood) en het omkrullen van bladeren.

Vruchtrot Calciumgebrek kan rotting en vervorming van vruchten veroorzaken. Er kan kwaliteitsverlies optreden, vooral bij vruchten met een korst.

Stomatale controle stoornis: Calciumgebrek verhindert dat huidmondjes (bladgaten) normaal functioneren en kan het waterverlies in planten verhogen.

16.4.2. Calciumoverschot

Het kan de opname van andere voedingsstoffen belemmeren: Een teveel aan calcium kan de opname van andere voedingsstoffen in de bodem verminderen en een tekort aan voedingsstoffen bij planten veroorzaken.

Zoutgehalte en toxiciteit: Een teveel aan calcium kan zoutgehalte en een hoge pH-waarde in de bodem veroorzaken. Dit kan toxiciteit veroorzaken bij planten en de wortelontwikkeling negatief beïnvloeden.

Onbalans in voedingsstoffen: Een teveel aan calcium kan de balans van andere voedingsstoffen verstoren en leiden tot een onevenwichtige minerale balans in planten.

16.5. Magnesium

Magnesium is een macronutriënt dat van vitaal belang is voor planten [99]. De belangrijkste functies van magnesium in planten zijn als volgt:

Synthese van chlorofyl: Magnesium is een essentieel bestanddeel van chlorofylmoleculen in planten. Chlorofyl is het groene pigment waarmee planten water en koolstofdioxide omzetten in glucose en zuurstof met behulp van zonne-energie in het proces van fotosynthese. Zonder magnesium in de structuur van chlorofyl kan fotosynthese niet plaatsvinden en kunnen planten geen voedingsstoffen produceren.

Energieoverdracht: Magnesium is een essentieel bestanddeel van ATP-moleculen (adenosinetriphosfaat) in planten. ATP is de belangrijkste molecule die gebruikt wordt voor de energieoverdracht van cellulaire activiteiten in planten. Magnesium zorgt voor een efficiënte synthese van ATP en cellulaire energieoverdracht.

Activering van enzymen: Magnesium speelt een cruciale rol bij de activering van vele enzymen in planten. Enzymen spelen een belangrijke rol bij de regulering van metabolische reacties en de synthese van voedingsstoffen in planten. Magnesium is betrokken bij de structuur en functie van deze enzymen en helpt veel biochemische reacties in planten tot stand te brengen.

Eiwitsynthese: Magnesium speelt een belangrijke rol bij de eiwitsynthese in planten. Planten hebben eiwitten nodig om te groeien, zich te ontwikkelen en hun levensfuncties te vervullen. Magnesium speelt een actieve rol in ribosomen (structuren van de eiwitsynthese).

Synthese van nucleïnezuren: Magnesium is betrokken bij de synthese van DNA en RNA (nucleïnezuren) in planten. Nucleïnezuren zijn essentieel voor de opslag en overdracht van genetisch materiaal in planten. Magnesium speelt een belangrijke rol in de regulatie van deze processen.

Een tekort of teveel aan magnesium in de plant is een van de belangrijke problemen die de gezondheid van planten negatief beïnvloeden. Beide kunnen de ontwikkeling van de plant negatief beïnvloeden en opbrengstverlies veroorzaken. Dit zijn de effecten van een tekort of teveel aan magnesium in de plant:

16.5.2. Magnesiumtekort

Bij magnesiumtekort worden in oude bladeren van planten de interveinale nerven geel en blijven de nerven groen (interveinale chlorose).

Vergeelde bladeren: Vergeeling van de bladeren (chlorose) kan het gevolg zijn van een magnesiumtekort. De vergelende bladeren worden eerst aangetast aan de randen en kunnen na verloop van tijd alle bladeren bedekken.

Trage groei Een tekort aan magnesium heeft een negatieve invloed op de groeisnelheid van planten. Planten kunnen kleinere en zwakkere bladeren hebben.

Afname in fotosynthese-efficiëntie: Aangezien magnesium aanwezig is in de structuur van chlorofylmoleculen, heeft een tekort aan magnesium een negatieve invloed op het fotosyntheseproces. Dit vermindert het vermogen van planten om voedingsstoffen te produceren met behulp van zonne-energie.

Afname van bloem- en vruchtvorming: Magnesiumtekort kan de bloem- en vruchtvorming van planten beïnvloeden en een lage opbrengst veroorzaken.

Problemen bij de wortelontwikkeling: Magnesiumtekort kan de wortelontwikkeling van planten negatief beïnvloeden en de opname van voedingsstoffen en water verstoren.

16.5.2. Magnesiumoverschot

Het kan de opname van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan magnesium kan de opname en het transport van andere voedingsstoffen in planten belemmeren. Dit kan leiden tot een onevenwichtige minerale balans in planten.

Cellulaire verstoringen: Een teveel aan magnesium kan leiden tot aantasting en toxiciteit in plantencellen. Er kunnen verstoringen van celmembranen en organelstructuren gezien worden.

Verminderde fotosynthese: Een teveel aan magnesium kan ook een negatieve invloed hebben op de efficiëntie van de fotosynthese en de productie van voedingsstoffen door planten verminderen.

Remming van de wortelontwikkeling: Een teveel aan magnesium kan de wortelontwikkeling van planten negatief beïnvloeden en de groei van wortels remmen.

16.6. Zwavel

Zwavel is een micronutriënt voor planten en is essentieel voor een gezonde groei en ontwikkeling van planten [100]. De belangrijkste functies van zwavel in planten zijn als volgt:

Vorming van aminozuren en eiwitten: Een van de belangrijkste functies van zwavel is zorgen voor de vorming van aminozuren en eiwitten in planten.

Synthese van chlorofyl: Zwavel speelt een belangrijke rol bij de synthese van chlorofyl in planten.

Synthese van plantenhormonen: Van zwavel wordt gedacht dat het effectief is bij de synthese van sommige plantenhormonen in planten.

Deelname aan de celmembraanstructuur: Zwavel neemt deel aan de structuur van het celmembraan in planten en ondersteunt de sterkte en functionaliteit van het celmembraan.

Activeert de afweermechanismen van planten: Zwavel activeert de afweermechanismen van planten tegen ziekten en schadelijke organismen. Het verhoogt vooral de weerstand van planten tegen sommige ziekten.

Een tekort of teveel aan zwavel in de plant is een van de belangrijke problemen die de gezondheid van planten negatief beïnvloeden. Beide kunnen de ontwikkeling van de plant negatief beïnvloeden en opbrengstverliezen veroorzaken. Dit zijn de effecten van een tekort of teveel aan zwavel in de plant:

16.6.1. Zwaveltekort

Bij zwaveltekort blijft de interveinale gele kleur tussen de nerven en de nerven groen (interveinale chlorose).

Trage groei: Zwaveltekort heeft een negatieve invloed op de groeisnelheid van planten. Planten kunnen kleinere bladeren hebben en hun ontwikkeling kan traag zijn.

Bladvergeeling: Vergeeling van de bladeren (chlorose) kan optreden door zwaveltekort. De jonge delen van de bladeren worden aangetast en de bladeren kunnen lichtgroen of geel worden.

Verminderde eiwit- en aminozuursynthese: Zwaveltekort vermindert de eiwit- en aminozuursynthese in planten. Deze situatie heeft een negatieve invloed op de normale groei en ontwikkeling van planten.

Problemen in de synthese van chlorofyl: Chlorofyl is het pigment dat planten nodig hebben voor fotosynthese. Een tekort aan zwavel kan de fotosynthese-efficiëntie van planten verminderen door de chlorofylsynthese aan te tasten.

16.6.2. Zwaveloverschot

Kan de **opname van andere voedingsstoffen** remmen: Een teveel aan zwavel kan de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen in planten (zoals calcium en kalium) remmen. Dit kan leiden tot minerale onevenwichtigheden in planten en tot tekorten aan andere voedingsstoffen.

Giftigheid: Een teveel aan zwavel kan toxiciteit veroorzaken bij planten. Symptomen zoals brandplekken op bladeren, omkrullen van bladranden en plantsterfte kunnen worden waargenomen.

16.7. IJzer

IJzer is een micronutriënt dat van vitaal belang is voor planten [101]. De belangrijkste functies van ijzer in planten zijn als volgt:

Chlorofyl synthese: IJzer is een essentieel onderdeel van de structuur van chlorofylmoleculen in planten.

Neemt deel aan de elektronentransportketen: IJzer is betrokken bij de structuur van belangrijke eiwitten en enzymen zoals cytochromen in de elektronentransportketen in planten. Deze keten zorgt voor het transport van elektronen in energieproductieprocessen zoals fotosynthese en ademhaling.

Nitraatreductie: IJzer speelt een belangrijke rol bij de omzetting van nitraat in nitriet en vervolgens in ammoniak in planten. Dit proces is belangrijk voor planten om stikstof op te nemen en eiwitten en andere verbindingen te vormen.

DNA- en RNA-synthese: IJzer speelt een belangrijke rol bij de DNA- en RNA-synthese in planten. DNA en RNA zijn essentieel voor de opslag en overdracht van genetisch materiaal in planten.

Activering van enzymen: IJzer speelt een cruciale rol bij de activering van veel enzymen in planten.

Een tekort of teveel aan ijzer in de plant is een van de belangrijke problemen die de gezondheid van planten negatief beïnvloeden. Beide kunnen de ontwikkeling van de plant negatief beïnvloeden en opbrengstverliezen veroorzaken.

16.7.1. IJzertekort

Chlorose (bladvergeling): IJzertekort tast de chlorofylsynthese in planten aan en veroorzaakt vergeling van de bladeren (chlorose). De vergeling van de bladeren verschijnt eerst op de jonge bladeren en tussen de bladnerven. In ernstige gevallen kan de hele plant lichtgroen zijn.

Trage groei: IJzertekort heeft een negatieve invloed op de groeisnelheid van planten. Planten kunnen kleinere bladeren en minder vertakte stengels hebben.

Beperkte fotosynthese en productie van voedingsstoffen: IJzertekort vermindert de fotosynthese-efficiëntie van planten door de chlorofylsynthese te verminderen en beperkt de productie van voedingsstoffen.

Ademhalingsproblemen: IJzertekort kan de regulatie van ademhalingsprocessen in planten beïnvloeden en de energieproductie van planten aantasten, wat de groei negatief beïnvloedt.

16.7.2. IJzeroverschot

Voedselvergiftiging Een teveel aan ijzer kan leiden tot voedselvergiftiging bij planten. Hoge ijzergehalten kunnen vergiftigingsverschijnselen veroorzaken bij planten en vlekken, uitdroging en brandplekken op bladeren veroorzaken.

Onbalans van mineralen: Een teveel aan ijzer kan leiden tot een onevenwichtige minerale balans in planten doordat het de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen beïnvloedt.

Negatieve invloed op de wortelontwikkeling: Een teveel aan ijzer kan de wortelontwikkeling van planten negatief beïnvloeden en verhinderen dat de wortels gezond groeien.

Bij een teveel aan ijzer worden de bladeren bruin en verschijnen er kleine bruine vlekjes op de bladeren.

16.8. Mangaan

Mangaan is een belangrijke micronutriënt voor planten en heeft verschillende functies in planten [102]. De belangrijkste functies van mangaan zijn als volgt:

Chlorofyl synthese: Mangaan is aanwezig in de structuur van chlorofylmoleculen in planten en speelt een belangrijke rol bij de chlorofylsynthese. Chlorofyl is het groene pigment dat planten in staat stelt voedingsstoffen te produceren door zonne-energie te gebruiken in het fotosyntheseproces.

Antioxidant activiteit: Mangaan is betrokken bij de activering van antioxidantenzymen in planten. Deze enzymen helpen planten oxidatieve stress te bestrijden en schade aan cellen te voorkomen.

Activering van enzymen: Mangaan speelt een belangrijke rol bij de activering van veel enzymen in planten. Het is vooral betrokken bij de structuur van enzymen die redoxreacties katalyseren en het metabolisme van planten regelen.

Nitraatreductie: Mangaan speelt een belangrijke rol bij de reductie van nitraat tot nitriet en vervolgens tot ammoniak in planten.

Fosforzuurmetabolisme: Mangaan speelt een belangrijke rol in het fosforzuurmetabolisme in planten en reguleert de fosforopname en het fosfortransport door planten.

Verhoogt de beschikbaarheid van P en Ca in planten.

16.8.1. Mangaan tekort

Chlorose (bladvergeling): Bij een tekort aan mangaan is chlorose (geelgroen) te zien in de bladeren van planten. Tussenliggende nerven van bladeren en jonge bladeren worden aangetast. Mangaangebrek is vergelijkbaar met ijzertekort bij planten. Er verschijnen grijze vlekken en strepen op de bladeren. Als het ernstig is, worden planten belemmerd.

Afname in fotosynthese-efficiëntie: Mangaangebrek kan de productie van voedingsstoffen verminderen door het fotosyntheseproces in planten negatief te beïnvloeden.

Groeivertraging: Mangaangebrek heeft een negatieve invloed op de normale groei en ontwikkeling van planten. Planten kunnen kleinere bladeren en slecht vertakte stengels hebben.

16.8.2. Mangaanoverschot

Giftigheid: Een teveel aan mangaan kan giftigheid voor planten veroorzaken. Hoge mangaangehaltes kunnen vlekken, verbranding en uitdroging van bladeren veroorzaken. Oudere bladeren vertonen een chlorotische zone en bruine vlekken omgeven door een cirkel.

Het kan de absorptie van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan mangaan kan leiden tot minerale onevenwichtigheden in planten doordat het de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen remt.

16.9. Koper

Koper is een van de micronutriënten die in sporenhoeveelheden nodig zijn voor planten en heeft verschillende functies in planten [103]. De belangrijkste functies van koper zijn:

Activering van enzymen: Koper speelt een belangrijke rol bij de activering van veel enzymen in planten. Het is vooral betrokken bij de structuur van enzymen die redoxreacties katalyseren en het metabolisme van planten regelen.

Ondersteuning van celwand- en weefselstructuur: Koper helpt de celwanden en weefselstructuur in planten te ondersteunen. Dit is belangrijk voor het behoud van de structurele integriteit van planten.

Fosformetabolisme: Koper reguleert het fosformetabolisme in planten, waardoor planten fosfor kunnen opnemen en transporteren.

Chlorofyl synthese: Koper is aanwezig in de structuur van chlorofylmoleculen in planten en draagt bij aan de chlorofylsynthese. Chlorofyl is het groene pigment dat planten in staat stelt voedingsstoffen te produceren door zonne-energie te gebruiken in het fotosyntheseproces.

Het is een katalysator voor de ademhaling. Zorgt voor een evenwichtige waterbeweging in de plant.

16.9.1. Kopertekort

Bij kopertekort vertraagt de plantengroei en beginnen planten achteruit te gaan. Jonge bladeren en het afsterven van het groeipunt worden ervaren. Bij kopertekort is chlorose (geelgroen) te zien in de bladeren van planten. Dit komt door het effect van de chlorofylsynthese.

Trage groei en ontwikkeling: Kopergebrek kan de groeisnelheid en ontwikkeling van planten negatief beïnvloeden. Planten kunnen kleinere bladeren en slecht vertakte stengels hebben.

16.9.2. Koperoverschot

Giftigheid: Een teveel aan koper kan giftigheid voor planten veroorzaken. Hoge kopergehalten kunnen vlekken, brandplekken en verdroging van bladeren veroorzaken.

Het kan de absorptie van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan koper kan leiden tot minerale onevenwichtigheden in planten doordat het de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen (zoals Fe) remt.

16.10. Zink

Zink is een van de micronutriënten die in sporenhoeveelheden nodig zijn voor planten en heeft verschillende belangrijke functies in planten [104]. De belangrijkste functies van zink zijn

Activering van enzymen: Zink speelt een belangrijke rol in de structuur en activering van veel enzymen in planten.

Hormoonregulatie: Zink speelt een belangrijke rol in de regulatie van sommige hormonen in planten. Het reguleert de concentratie van het hormoon auxine.

Eiwitsynthese: Zink speelt een belangrijke rol bij de eiwitsynthese in planten.

Chlorofyl synthese: Zink is aanwezig in de structuur van chlorofylmoleculen in planten en is een belangrijke component in chlorofylsynthese.

Celdeling bevordert scheutverlenging. Het zorgt voor de vorming van bloemogen en een goede ontwikkeling van vruchten.

16.10.1. Zinktekort

Chlorose (bladvergelting): Bij zinktekort is chlorose (geelgroen) te zien in de bladeren van planten. Tussenliggende nerven van bladeren en jonge bladeren worden aangetast. Als het tekort voortschrijdt, worden de bladeren wit.

Korte, gekrulde en smalle bladeren: Een tekort aan zink kan bij planten leiden tot kortere, gekrulde en smallere bladeren dan normaal.

Problemen in wortelontwikkeling: Een tekort aan zink kan de wortelontwikkeling van planten negatief beïnvloeden en een gezonde wortelgroei verhinderen.

16.10.2. Zinkoverschot

Giftigheid: Een teveel aan zink kan giftigheid veroorzaken in planten. Hoge zinkgehalten kunnen vlekken, brandplekken en uitdroging van bladeren veroorzaken.

Het kan de absorptie van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan zink kan de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen remmen, wat kan leiden tot een onevenwichtige minerale balans in planten.

16.11. Molybdeen

Molybdeen is een micronutriënt dat in sporenhoeveelheden nodig is voor planten en belangrijke functies heeft in de plant. De belangrijkste functie van molybdeen is het spelen van een cruciale rol in stikstofomzettingsprocessen in planten [105]. De functies van molybdeen in planten zijn:

Stikstoffixatie: Molybdeen speelt een belangrijke rol bij de stikstoffixatie in planten. Molybdeen is betrokken bij de structuur van enzymen (nitrogenases) die effectief zijn bij stikstoffixatie en planten helpen stikstof in de atmosfeer te benutten.

Het helpt de stikstofbinding door rhizobiumbacteriën. Wortelknobbelbacteriën hebben ook Mo nodig.

Reductie van nitraat: Molybdeen is ook betrokken bij de omzetting van nitraat in eenvoudigere verbindingen, zoals ammoniak, in planten.

Verhoogt de beschikbaarheid van P en S in de bodem. Neemt deel aan de vitamine synthese.

16.11.1. Molybdeentekort

De symptomen van molybdeentekort lijken vaak op die van stikstoftekort. Oudere en middelste bladeren krijgen eerst chlorose. In sommige gevallen worden bladkrullen, groei en bloemvorming beperkt.

Problemen in stikstoffixatie en nitraatreductie: Molybdeendeficiëntie vermindert de efficiëntie van stikstoffixatie en nitraatreductie in planten. Daarom kunnen de stikstofopname en de eiwitsynthese van planten beïnvloed worden.

Trage groei en ontwikkeling: Een tekort aan molybdeen kan een trage groei en ontwikkeling van planten veroorzaken. De bladeren van planten kunnen klein en bleek van kleur zijn.

16.11.2. Molybdeen Overmaat

Giftigheid: Een teveel aan molybdeen kan giftigheid veroorzaken in planten. Hoge molybdeengehaltes kunnen vlekken en brandvlekken op bladeren veroorzaken (chlorose met oranje kleur en pigmentatie).

Het kan de absorptie van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan molybdeen kan leiden tot minerale onevenwichtigheden in planten doordat het de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen remt.

Een tekort aan molybdeen komt meestal voor als de pH van de bodem hoog is of als de grond waarin de planten groeien een tekort aan molybdeen heeft.

16.12. Boor

Borium is een micronutriënt dat in sporenhoeveelheden nodig is voor planten en heeft verschillende belangrijke functies in planten [106]. De belangrijkste functies van boor zijn:

Bijdrage aan de celwandstructuur: Borium draagt bij aan de regulatie van de doorlaatbaarheid van de celwandstructuur in planten.

Celdeling en celstrekking: Borium speelt een belangrijke rol in de celdeling en celstrekking in planten.

Koolhydraat- en eiwitmetabolisme: Borium is betrokken bij de koolhydraat- en eiwitstofwisseling in planten en reguleert de processen van energieproductie en de synthese van voedingsstoffen.

Activering van hormonen: Borium kan effectief zijn bij de activering van sommige hormonen in planten. Deze hormonen reguleren processen zoals de groei en bloei van planten.

Het zorgt voor **het transport van** fotosyntheseproducten van de bladeren.

16.12.1. Boortekort

Abnormale ontwikkeling van groeipunten (meristematisch weefsel) treedt op en apicale groeipunten worden belemmerd en sterven af bij een tekort aan boor. Bloem- en vruchtvorming treedt niet op. Voor sommige granen en vruchten zijn de opbrengst en kwaliteit aanzienlijk minder.

Zwakte van de celwand: Een tekort aan boor kan leiden tot verzwakking van de celwand en structurele problemen in planten. Dit kan de groei en ontwikkeling van planten negatief beïnvloeden.

Vlekvorming op bladeren: Een tekort aan boor kan de vorming van bruine vlekken op de bladeren van planten veroorzaken.

Trage groei en ontwikkeling: Een tekort aan boor kan leiden tot langzame groei en ontwikkeling bij planten. Planten kunnen kleinere bladeren en slecht vertakte stengels hebben.

16.12.2. Booroverschot

Een teveel aan boor kan giftigheid veroorzaken in planten. Hoge boorgehaltes kunnen brandwonden en uitdroging van bladeren veroorzaken. Het kan de opname van andere voedingsstoffen remmen: Een teveel aan boor kan leiden tot minerale onevenwichtigheden in planten doordat het de absorptie en het transport van andere voedingsstoffen remt.

