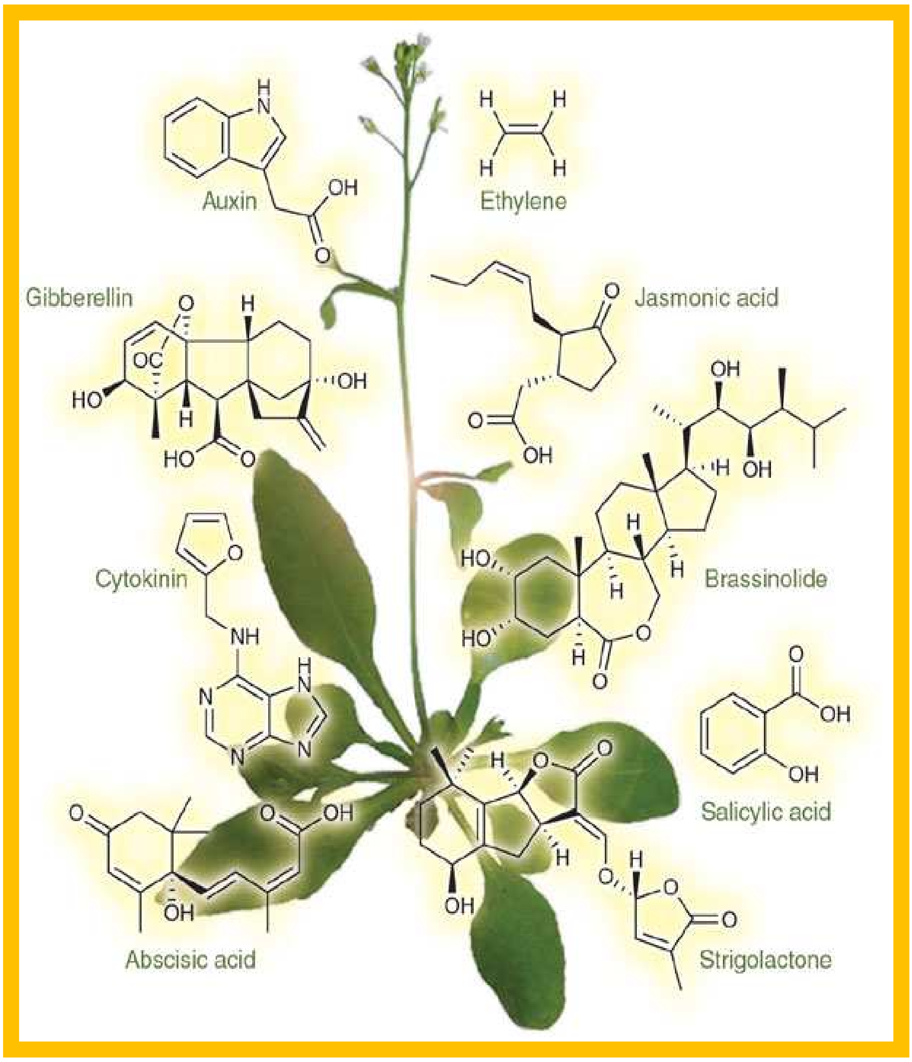
စိုက်ပျိုးရေး၊ မွေးမြူရေးနှင့်ဆည်မြောင်းဝန်ကြီးဌာန
စိုက်ပျိုးရေးဦးစီးဌာန
ဝါနှင့်လျှော်မျှင်ထွက်သီးနှံဌာနခွဲ
နေပြည်တော်



အပင်ဟော်မုန်းများ (Plant Hormones)

ဦးထွန်းဝင်း (ဒု-ညွှန်ကြားရေးမှူး)

၂၀၁၆ ခုနှစ်၊ အောက်တိုဘာလ

အပင်ဟော်မုန်းများ

Plant Hormones

ဟော်မုန်းဟူသောအသုံးအနှုန်းမှာ ဂရိဘာသာစကားမှဆင်းသက်လာပြီး "to excite" ဟု အဓိပ္ပါယ်ရသည်။ (လှုပ်ရှားနိုးကြွလာစေသည်ဟု ဆိုနိုင်ပါမည်)။ အပင်ဟော်မုန်းသည် အပင်၏အင်္ဂါအစိတ်ပိုင်းတစ်ခုမှ ထုတ်လုပ်ဖြစ်ပေါ်ပြီး အပင်အတွင်းရွေ့လျားကာ အလွန်နည်းပါးသောပမာဏဖြင့် အပင်၏ဇီဝကမ္မဖြစ်စဉ်များကို ပြောင်းလဲစေနိုင်သော ဇီဝဓါတု ပစ္စည်းများဖြစ်သည်။ အရွက်၊ အညွန့်မှ ဖြစ်ပေါ်လာသော ဟော်မုန်းသည် အမြစ်၏ ဇီဝကမ္မနှင့် ဖွံ့ဖြိုးမှုကိုထိန်းချုပ်နိုင်စွမ်းရှိသကဲ့သို့ အမြစ်မှထုတ်လုပ်သော ဟော်မုန်းသည်လည်း အပင်ပိုင်းကို လွှမ်းမိုးနိုင်ပါသည်။ ဟော်မုန်းများသည်

- အပင်ပိုင်းဆိုင်ရာကြီးထွားမှုကို မြှင့်တင်ပေးခြင်း၊ နှေးကွေးစေခြင်း၊ ရပ်တန့်စေခြင်း၊ ပြန်လည်ဖွံ့ဖြိုးစေခြင်း။
- အသီးပွင့်များကိုဖြစ်ပေါ်စေခြင်း၊ ဟန့်တားစေခြင်း၊ ကြွေစေခြင်း၊ ကြွေကျမှုကို ဟန့်တားခြင်း၊ အစေ့မပါပဲ အသီးကြီးထွားမှုကို ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ခြင်း။
- အစေ့အပင်ပေါက်စေခြင်း၊ အစေ့ဖူးစေခြင်း၊ အညှောက်ပေါက်ခြင်းကို ဟန့်တား စေနိုင်ခြင်း။
- အမြစ်ကြီးထွားခြင်း၊ အမြစ်သစ်ထွက်စေခြင်း။
- ရိတ်သိမ်းပြီး သီး၊ ရွက်များ အမြန်ရင့်မှည့်စေခြင်း၊ ရင့်မှည့်ခြင်းကို ဟန့်တားထားနိုင်ခြင်း။

စသည့် နည်းလမ်းများစွာဖြင့် စိုက်ပျိုးရေးတွင် အသုံးချနိုင်ပါသည်။

ရာသီဥတုပြောင်းလဲမှုဖြစ်စဉ်အရ ရေငတ်ခြင်း၊ ရုတ်တရက်ရေ လွှမ်းခြင်း၊ ရေငတ်/ ရေဝပ်ကာလများကြာရှည်ခြင်း၊ အပူချိန်ပြောင်းလဲမှု စသည်ဖြင့် ပါတ်ဝန်းကျင်အခြေအနေ ဆိုးရွားမှုများတွင် သီးနှံစိုက်ခင်းများ စိုက်ပျိုးထုတ်လုပ်ရာ၌ ဟော်မုန်းများ သုံးစွဲတတ်လျှင် အခက်အခဲများစွာကို ဖြေရှင်းပေးနိုင်သဖြင့် ဟော်မုန်းများနှင့်ပါတ်သက်သော အသိပညာ၊ သုံးစွဲနိုင်ခြင်းတို့ လိုအပ်လာပြီဖြစ်ပါသည်။ သို့သော် စားသုံးသီးနှံများတွင် အဆင်အခြင်မဲ့သုံးစွဲခြင်းသည် အန္တရာယ်ကြီးလှသဖြင့် စားသုံးသီးနှံ ထုတ်လုပ်သူများ အနေဖြင့် ပို၍ပင် သိနားလည်ထားသင့်ပါသည်။

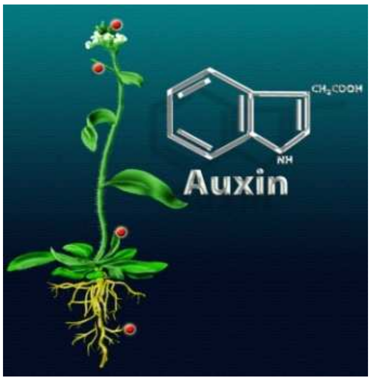
ဓါတုဖွဲ့စည်းပုံရုပ်ထွေးခြင်း၊ အာနိသင်အမျိုးမျိုးရှိခြင်းကြောင့် ဟော်မုန်းများကို စာအုပ်အမျိုးမျိုးတွင် အုပ်စုအမျိုးမျိုးခွဲခြားဖော်ပြထားပြီး တိကျစွာခွဲခြားထားခြင်း မတွေ့ ရသေးပါ။ ဝါသီးနှံထုတ်လုပ်မှုအတွက် လိုအပ်ချက်အရ အောက်ပါ အုပ်စု(၅)စုနှင့် ၎င်းအုပ်စုဝင်ဟော်မုန်းများအကြောင်းကို အကျဉ်းမျှ ဖော်ပြအပ်ပါသည်။

1. Auxins အောက်ဇင်များ
2. Cytokinins ဆိုက်တိုကင်နင်များ
3. Gibberellins ဂျစ်ဘရယ်လင်များ
4. Abscisic Acid အက်ဘစက်စစ်အက်စစ်
5. Ethylene အီသိုင်လင်း

ဟူ၍ အုပ်စု(၅)စုအကြောင်းကို တင်ပြအပ်ပါသည်။

၁။ Auxins - အောက်ဇင်များ

၁၈၈၀ခုနှစ်တွင် နာမည်ကျော်ဇီဝဗေဒပညာရှင်ချားလ်စ်ဒါဝင်နှင့် ၎င်း၏သား ဖရန်စစ်ဒါဝင်တို့မှ နောင်တွင် Auxins ဟော်မုန်း ရှာဖွေတွေ့ရှိမည့် လမ်းစဖြစ်သော oat seedling ၏ ထိပ်ပိုင်းကြီးထွားမှုကို လေ့လာမှုများပြုလုပ်ရာမှ အပင်ဟော်မုန်း သုတေသန လုပ်ငန်းများစတင်ခဲ့သည်။ အဆင့်ဆင့်လေ့လာမှုများပြုလုပ်ခဲ့ပြီး (၁၉၂၆)တွင် ဒတ်ချ်လူမျိုး အပင်ဇီဝကမ္မပညာရှင် F.Went မှ အပင်ထိပ်ပိုင်းမှ ကြီးထွားစေသော အရာကိုရှာဖွေတွေ့ရှိခဲ့ပြီး Auxin ဟု အမည်ပေးခဲ့သည်။ (ဂရိစကားလုံး Auxein= "to increase" or "to grow") ၎င်း၏ Chemical name မှာ Indole-3-Acetic Acid ဖြစ်သည်။



အဆင့်ဆင့်တိုးတက်ရှာဖွေရာမှ Indole Butyric Acid (IBA)နှင့် Napthalene Acetic Acid(NNA)ကိုတွေ့ရှိခဲ့ပြီးငင်းတို့ကို အမြစ်ပေါက်ဟော်မုန်းများအဖြစ်တွင် ကျယ်စွာ အသုံးပြုနေပြီ ဖြစ်သည်။

Auxins သည် Cellများကို ရှည်ထွက်ကြီးထွားစေနိုင်သည်။ သို့သော် Auxin သည် ထိပ်ဖျားပိုင်းလွှမ်းမိုးမှု (Apical dorminance) ရှိသည်။ ထိပ်ဖျားပိုင်း Cell များကို ရှည်ထွက်ကြီးထွားစေသော်လည်း ဘေးဖူးများ (Lateral buds) များ၏ ကြီးထွားမှုကို ဟန့်တားသည်။ အစာရေကြောစည်း Cellများကွဲပွားမှုကိုလည်း အားပေးသည်။ အသားတိုးလွှာ (cambium) ဆဲလ်ကွဲပွားမှုများကိုလည်း အားပေးသည်။ စပါးခင်းနှင့်ပြောင်းခင်းများတွင် အသုံးများသော ပေါင်းသတ်ဆေး နှစ်မျိုး(2-4-D နှင့် 2-4-5-T)မှာ Auxin အုပ်စုဝင်အပင်ဟော်မုန်းများဖြစ်သည်။ ၎င်းတို့ကို သာမန် ပြင်းအားထက် တိုးမြင့်သုံးစွဲခြင်းဖြင့် ရွက်ပြန့်ပင် (Dicots) များသည် သေကြေပျက်စီးသွားကြသည်။ ရွက်ကြောပြိုင်ပင်များ (Monocots - ဥပမာ- စပါး၊ ပြောင်း၊ ဂျုံ) သည် ၎င်းအာနိသင်ကို ခံနိုင်ရည်ရှိသည်။ သို့ဖြစ်၍ ရွက်ကြောပြိုင်စိုက်ခင်းပေါင်းများ နှိမ်နင်းရာတွင် များစွာထိရောက်သည်။ ၎င်းပေါင်းသတ်ဆေးများသည် အလွန်ပြင်းအား ပျော့သောအခြေအနေတွင် ရွက်ပြန့်ပင်များ ကြီးထွားမှုကို အားပေးသည်။ သို့ဖြစ်၍ အချို့သော အပင်အားဆေးဆိုသော ဆေးများတွင် ၎င်းနည်းဖြင့် လွဲမှားစွာ အသုံးချမှုများရှိလာသည်။ အပင်အားဆေးဖျန်းသူများအနေဖြင့် မိမိဝါခင်းကို ပိုကောင်းစေလိုသဖြင့် အားဆေးပမာဏကို တိုးမြင့်သုံးစွဲရာမှ အပင်ကြီးထွားမလာဘဲ ၎င်းပေါင်းသတ်ဆေးတွင် ပါဝင်သော phenoxy အုပ်စုများ၏ အဆိပ်သင့်မှုကြောင့် ဝါရွက်ထိပ်ညွန့်ပိုင်းများပုံပျက်ကာ အပင်ပျက်စီးသွားတတ်သည်။

Phenoxy အုပ်စုများ၏ အဆိပ်သင့်မှုကြောင့် ဝါရွက်ထိပ်ညွန့်ပိုင်းများပုံပျက်ကာ အပင်ပျက်စီးခြင်း

Auxins အုပ်စုဝင်ဟော်မုန်းတစ်မျိုးဖြစ်သော Napthoxy acetic Acid (NOA)သည် အစေ့မဲ့အသီးများ ထုတ်လုပ်ရာတွင် ကျယ်ပြန့်စွာသုံးစွဲနေပြီဖြစ်သည်။

Auxins အုပ်စုဝင် ဟော်မုန်း NAAသည် သီးပွင့်အင်္ဂါများနှင့် အရွက်များကို ကြွေစေသော Abscission ဖြစ်ပေါ်မှုကို ဟန့်တားနှေးကွေးစေခြင်းဖြင့် သီးပွင့်အင်္ဂါ၊ အရွက်များ၊ သီးကင်းများကြွေခြင်းကို တားဆီးနိုင်သည်။ ဝါစိုက်ခင်းများတွင် မိုးအုံ့ပြီး အစိုဓါတ်များ၍ သီးပွင့်အင်္ဂါနှင့်သီးကင်းများ ကြွေလေ့ရှိသောကြောင့် ၎င်းအခြေအနေမျိုးတွင် NAA ဖျန်းပေးခြင်းဖြင့် အပိန့်နှင့် သီးကင်းများ ကြွေကျခြင်းကို သက်သာစေနိုင်သည်။

၂။ Cytokinins - ဆိုက်တိုကင်နင်များ

ဆိုက်တိုကင်နင်အုပ်စုဝင် ဟော်မုန်းများသည် ဆဲလ်ကွဲပွားခြင်းကို အားပေးသည်။ Protein ချက်လုပ်မှုကို တိုးမြင့်စေသည်။ အရွက်များ၏ အိုမင်းရင့်ရော်ခြင်းကို နှောင့်နှေးစေခြင်းဖြင့် အစာချက်လုပ်မှုကို တိုးမြင့်စေသည်။ Auxin နှင့်တွဲဘက်၍ လုပ်ငန်းစဉ်များစွာတွင် ပါဝင်ပါတ်သက် ပါသည်။

အပင်တစ်ရှူးဓါတ်ခွဲခန်းတွင် တစ်သျှူးတုံး(callus) သည် Auxin အလုံအလောက်ရှိသော်လည်း ဆက်လက်ဖွံ့ဖြိုးမှုမရှိဘဲ ကြီးထွားမှုရပ်တန့်ခဲ့သည်။ အာဟာရပြင်တွင် အုန်းနို့ (သို့) တစေးစစ်ထုတ်ရည် (Yeast Extract) ထည့်သွင်းပေးခဲ့ရာမှ ဆဲလ်ကွဲပွားမှု ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ဆဲလ်ကွဲပွားမှုကို ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်စေခဲ့သော အစွမ်းရှိပစ္စည်းကို (Yeast Extract) မှ ခွဲထုတ်နိုင်ခဲ့ပြီး Kinetin ဟုခေါ်သည်။ ဟာရင်ငါး၏ သုတ်ပိုး (Herring sperm) DNA မှ ၎င်းကဲ့သို့ အစွမ်းရှိပစ္စည်းကို ထပ်မံတွေ့ရှိခဲ့ပြီး ၎င်းသည် ppm ပြင်းအားပမာဏဖြင့်ပင် ဆဲလ်ကွဲပွားကြီးထွားမှုကို ဖြစ်စေနိုင်သည်။ နောက်ပိုင်းတွင် ၎င်းကဲ့သို့အစွမ်းရှိဓါတ်ပစ္စည်းများကို Cytokinin ဟုခေါ်ဝေါ်ခဲ့သည်။

၁၉၆၄ ခုနှစ်တွင် Dr. Letham က sweet corn ပြောင်းစေ့တွင် အစွမ်းထက်သော Kinetin ကိုတွေ့ရှိခဲ့ပြီး ၎င်းကို Zeatin ဟုခေါ်ဝေါ်ခဲ့သည်။ အပင်အတွက်လိုအပ်သော Cytokinin အများစုကို အပင်၏အမြစ်ထိပ်ဖျားပိုင်းများတွင် ချက်လုပ်ပြီး အပင်၏အခြားအစိတ်အပိုင်းများသို့ ပို့ဆောင်သည်။ သို့ဖြစ်၍ အမြစ်ထိပ်ဖျားပိုင်းများ ပြတ်လျှင် အပင်ထိပ်ဖျားပိုင်း ကြီးထွားမှုနှေး(သို့) ရပ်သွားပြီး အမြစ်သစ်များ ပြန်လည်စုစည်းပြီး Cytokinin ပြန်လည်ထုတ်လုပ်နိုင်မှုရှိမှသာ ကြီးထွားမှု ဆက်လက်တည်မြဲသည်။

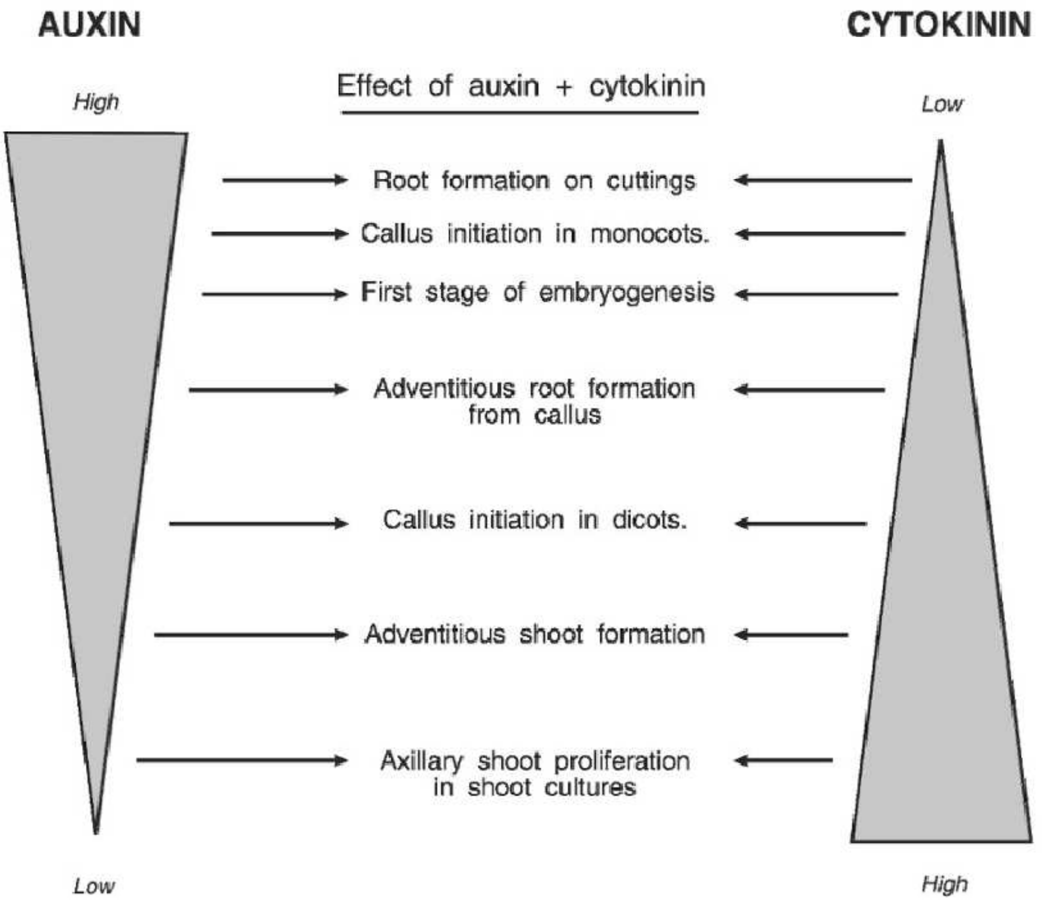
Cytokinin ကို အပင်၏ အမြစ်များ၊ ရေကြောဆဲလ်များ၊ အရွက်နုများနှင့်ဖွံ့ဖြိုးကြီးထွားနေသော အစေ့များ၏ Endosperms၊ အသွောက်ပေါက်နေသော အစေ့များ အပင်၏ (tumour tissue) တွင် တွေ့ရသည်။ အထူးသဖြင့် အုန်း၊ ထန်းမျိုးရင်းဝင် အသီးများ၏ Endosperm တွင် သိသာထင်ရှားစွာတွေ့ရသည်။Cytokinin သည် respiration effect အပေါ်တွင် အခြေအနေပေါ်မူတည်၍ ဆန့်ကျင်ဘက် အာနိသင်(၂)မျိုး ဖြစ်ပေါ်သည်။ တစ်သျှူးတွင် respiration ကို အားပေးပြီး ဆဲလ်ကွဲပွားမှုကိုဖြစ်စေသည်။ သို့သော် ၎င်းဟော်မုန်းကိုပင် ရင့်ရော်လာသော သစ်ရွက်တွင် ဖျန်းပေးပါက သစ်ရွက်၏ respiration rate ကို ကျဆင်းစေပြီး Chorophyll ယိုယွင်း လာမှုကို ဟန့်တားပြီး Chorophyll ဖြစ်ပေါ်မှုကိုအားပေးသည်။ သို့ဖြစ်၍ သစ်ရွက်ကြွေကျခြင်း၊ အိုမင်းခြင်းတို့ကို ဟန့်တားပေးသည်။

သစ်ရွက်ပျိုတစ်ရွက်ကို အပင်မှခူး၍ ရေထဲတွင် ရွက်ညှာနှစ်ထားပါက တဖြည်းဖြည်း အဝါရောင် ပြောင်းလာပြီးနောက် သေသွားမည်ဖြစ်သည်။ သို့သော် ၎င်းအရွက်အား Cytokinin ဖျန်းပေးပါက အရွက်ဝါမှု သိသိသာသာ နှောင့်နှေးသွားပြီး အရွက်သက်တမ်း ရှည်စေသည်။ ၎င်းကို Richmond and Lang’s effect ဟူ၍ ရှာဖွေတွေ့ရှိသူများ၏ အမည်ကိုအစွဲပြု၍ ခေါ်ဝေါ်သည်။

အပင်အတွင်း Cytokinin level မြင့်တက်လာလျှင် Auxin ၏ထိပ်ဖူးပိုင်း စိုးမိုးမှုကို တွန်းလှန်ပြီး ကြားဖူးများနိုးကြားလာစေပြီး အပင်အကိုင်းအခက်များ စေသည်။ Cytokinin သည် အပင်ဆဲလ်များ အိုမင်းခြင်းကို နှေးကွေးစေသည်။ ပရိုတင်းပြိုကွဲမှုကို ဟန့်တားပြီး RNA နှင့် protein ချက်လုပ်မှုကို လှုံ့ဆော်ပေးနိုင်သည်။ အချို့သော ပတ်ဝန်းကျင် အခြေအနေဆိုးများကြောင့် ကြားဖူး(auxillary buds) များ အချိန်ကြာမြင့်စွာ ငုတ်လျှိုးနေခြင်းကို Cytokinin သုံး၍ ပြန်လည်နိုးကြားစေနိုင်သည်။

Skoog and Miller (1957) တို့က Auxin နှင့် Cytokinin တို့ပူးတွဲ၍ လုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက်ခြင်းကို တွေ့ရှိပြီး tissue culture တွင် Auxin နှင့် Cytokinin ပါဝင်မှုအချိုးအရ အပင်ပိုင်းအမြစ်ပိုင်းကြီးထွားဖွံ့ဖြိုးမှုကို အောက်ပါ Diagramဖြင့် ဖော်ပြခဲ့သည်။

ဈေးကွက်တွင် Auxin နှင့်Cytokinin ရောစပ်ပြီး ဟော်မုန်းကို "ပံ" ကုမ္ပဏီမှ အားဆေးအမည်ဖြင့် ရောင်းချခဲ့ဘူးကြောင်းသိရှိရပြီး တွင်ကျယ်စွာသုံးစွဲသည်ကို မတွေ့ရပါ။ ငုတ်လျှိုးနေသောကြားဖူးများကို နိုးကြားစေနိုင်သည်။ သစ်ခွပင် ကက်တလီယာ၊ ဒင်ဒရိုဘီယမ်များ၏ အဖူးများကို ၎င်းဆေးရည် သုတ်လိမ်းပေးခြင်းဖြင့် လျှင်မြန်စွာ အတက်ဖြစ်စေသည်။



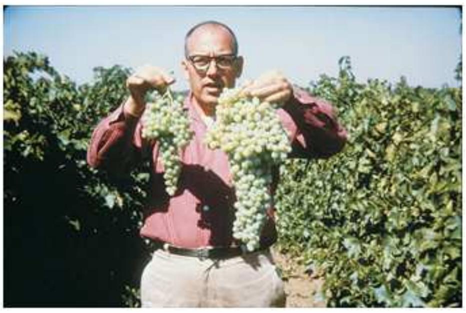
၃။ Gibberellins - ဂျစ်ဘရယ်လင်များ

ဂျပန်လူငယ် ဇီဝကမ္မပညာရှင် E.Kurosawaသည် စပါးပင်တွင် ကျရောက်သော Bakanaebyo ရောဂါ (foolish seedling disease) ကို လေ့လာရာမှ ၁၉၂၆ ခုနှစ်တွင် ဤဟော်မုန်းကို စတင်တွေ့ရှိခဲ့သည်။ ဤရောဂါ ကျရောက်ပါက စပါးပင်သည် ပုံမှန်ထက် နှစ်ဆကျော်ရှည်လျားပြီး ပင်စည်သေးသွယ်လွန်းသဖြင့် ယိုင်လဲသွားကြသည်။ ၎င်းရောဂါဖြစ်စေသော မှို *Fusarium moniliforme* ၏ sexual or perfect stage ဖြစ်သော *Gibberella fujikorai* မှ ထုတ်လွှတ်သောဓါတ်တစ်မျိုးကြောင့် ယင်းသို့ ပင်စည် အလွန်ရှည်လာခြင်းဖြစ်သည်။ ၎င်းမှို၏ pure culture မှ စစ်ထုတ်ရရှိသောအရည်ကို ပက်ဖျန်းရာတွင် အခြားစပါးပင်များပါ ပုံမှန်ထက် လွန်စွာပိုမိုရှည်လျားကြောင်း စမ်းသပ်တွေ့ရှိခဲ့ကြသည်။ ၁၉၃၈ခုနှစ်တွင် Yabuta နှင့် Sumiki တို့သည် ၎င်းစစ်ထုတ်ရည်မှ အစွမ်းရှိ Crystal

နှစ်မျိုးကိုထုတ်ယူနိုင်ခဲ့သည်။ Gibberella မှိုမှ ထုတ်ယူရရှိသဖြင့် Gibberellin A နှင့်B ဟု ခေါ်ဆိုခဲ့ကြသည်။ ယနေ့အချိန်တွင် Gibberellin အမျိုးပေါင်း ၁၁၀ အထိရှာဖွေ တွေ့ရှိခဲ့ပြီးဖြစ်ပါသည်။ (GA_1..., GA_2..., GA_3,..., GA_{110}) ဓါတုဖွဲ့စည်းပုံအရ အလွန်မကွာလှသော်လည်း ဇီဝဗေဒလုပ်ဆောင်ချက်များမှာ သိသာစွာ ကွာခြားကြသည်။

Gibberellin သည် အပင်ဆဲလ်များကို အလျားလိုက်ရှည်စေသည်။ ပန်းပွင့်ရန် ခက်ခဲသောအပင်များကို ပန်းပွင့်စေနိုင်သည်။ အပင်အချို့ကို စော၍ ပန်းပွင့်စေနိုင်သည်။ ဝတ်မှုန်အညှောက်ပေါက်ခြင်းကို လှုံ့ဆော်နိုင်သကဲ့သို့ ဝတ်မှုန်ပြွန်ဖြစ်ပေါ်မှုကိုလည်း အားပေးသည်။ ကြီးထွားနှုန်းနှေးသော သစ်ခွပင်ငယ်ကလေးများကိုလည်း ဖျန်းပေးခြင်းဖြင့် ကြီးထွားမှု ပိုမိုစေသည်။

စပျစ်ပင်တွင်သုံးပါက အသီးတစ်လုံးချင်းသာမက သီးခိုင်ကိုပါ ရှည်လျားစေသည်။ စပျစ်ပန်းခိုင်များ ဝတ်မှုန်ကူးပြီးစတွင် GA ဖျန်းပေးခြင်းဖြင့် အစေ့မဲ့ကမ္ဘာကျော် Thompon's seedless grape ကိုဖန်တီးခဲ့ကျသည်။ ဤကဲ့သို့ အစေ့မဲ့စေသော parthenocarpy ဖြစ်စဉ်ကို ယခုအခါ ခရမ်းချဉ်၊ သခွားသီး၊ ပန်းသီး၊ သစ်တော်သီး များတွင်ပါသုံးလာကြပြီဖြစ်ပါသည်။



GA ကို မျိုးစေ့များ၊ အစေ့ငုတ်ခြင်းကိုဖြိုခွဲရာတွင် သုံးသည်။ ထို့အပြင် အစေ့အညှောက်ဖေါက်ခြင်းလုပ်ငန်း များတွင်လည်း သုံးသည်။ ပျိုးပင်ငယ်မဖွံ့ဖြိုးမီ အစေ့တွင်းသိုလှောင်စာကို သုံးစွဲရသည်။ သိုလှောင်စာ starch ကို glucose အဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲသောဖြစ်စဉ်တွင် အဓိကပံ့ပိုးပေးသည်။ အလင်းရောင်ရမှ အပင်ပေါက်လေ့ရှိသော အစေ့များကို GA ဟော်မုန်းစိမ်ပေးခြင်းဖြင့် အပင်ပေါက်နိုင်သည်။

သခွားမျိုးရင်းပင်များတွင် အဖိုပွင့်ဖြစ်ပေါ်စေသဖြင့် သခွားမျိုးစပ်လုပ်ငန်းတွင် GA ကိုသုံး၍ အဖိုပွင့် မွေးလေ့ရှိသည်။ အပင်ရိုးတံကိုစားသော စားသုံးသီးနှံနှင့် ကြံပင်တို့တွင် GA သုံး၍ အထွက်ကောင်းရယူနိုင်သည်။

အာလူး၊ သစ္စာပန်းစသည့် ဥများတွင် အဖူးငုတ်ခြင်း (bud dormancy) ပယ်ဖျက်ရာတွင်လည်း GA သုံးနိုင်သည်။ ၎င်းဥများသည် ငုတ်လျှိုးချိန်ရှိသဖြင့် GA သုံး၍ အပင်ပေါက်ချိန်စောစေနိုင်သည်။ GAနှင့် Cytokinin ကိုရောစပ်ထားသော promalin ဟော်မုန်း သည် ပန်းသီးများကို ဖောင်းပေါ်ပြီးအလုံးရှည်စေသဖြင့် ဈေးကွက်ကို လိုက်၍ ပန်းသီးပုံပြုပြင်ရာတွင် သုံးသည်။ဝါပင်တွင် GA (100 ppm) ကို ပန်းပွင့်များသို့ တိုက်ရိုက်ပက်ဖျန်းပါက (ဝတ်မှုန်ကွဲချိန် ရှောင်ရန်) ဝါသီးတင်မှုအားကောင်းစေသည်။ GA သုံးခြင်းဖြင့် ဝါပင်ရှည်၍ သီးကိုင်းများပြီး သီးလုံးအရေအတွက် တိုးပွားလာနိုင်သော်လည်း သီးလုံးသေးသွားလေ့ရှိသည်။

၄။ Abscisic Acid - အက်ဘစက်စစ် အက်စစ်

၁၉၆၃ခုနှစ်တွင် F.Addicott နှင့် အဖွဲ့မှ ဝါပိန့်/သီးများ ကြွေကျမှုကို လေ့လာရာမှ ဓါတ်ပေါင်းနှစ်မျိုးကို ရှာဖွေတွေ့ရှိခဲ့သည်။ abscisin I နှင့် abscisin II တို့ ဖြစ်သည်။ တပြိုင်တည်းပင် အခြားပညာရှင်အုပ်စုနှစ်စုမှလည်း အပင်ကြီးများ၏ သစ်ဖူးငုတ်ခြင်းကို လေ့လာရာမှ တွေ့ရှိခဲ့ကြပြီး abscising II ကို Abscisic Acid (ABA) ဟု ခေါ်ဆိုခဲ့သည်။ ABA ၏ အဓိကဆောင်ရွက်မှုမှာ အပင်များ၏ ကြီးထွားမှုကို နှေးကွေးစေခြင်းဖြစ်ပြီး ကြီးထွားစေသော ဟော်မုန်း Auxin, Cytokinin နှင့် Gibberellin တို့၏ ဆောင်ရွက်ချက်နှင့် ဆန့်ကျင်သည်။ အပင်ကြီးထွားစေသော ဟော်မုန်းနှင့် ABAအချိုးတို့ တုန့်ပြန်မှုအရ ဇီဝကမ္မ ဖြစ်စဉ်များ ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသည်။

ABAသည် မျိုးစေ့ငုတ်ခြင်းကို ဖြစ်စေသည်။ မျိုးစေ့သည် အပင်ပေါက်ရန် သင့်တော်သော အခြေအနေရမှ အပင်ပေါက်ခြင်းဖြင့် ရှင်သန်မှုကို သေချာစေမည်ဖြစ်သည်။ မျိုးစေ့ရင့်မှည့်သောကာလတွင် ABA ပါဝင်မှုမှာ အဆ (၁၀၀)အထိ တိုးမြင့်နေပြီး အပင်ပေါက်ခြင်းကို ဟန့်တားသည်။ Protein ထုတ်လုပ်မှုကို ဖြစ်ပေါ်စေပြီး ရင့်မှည့်ကာလတွင် ရေဓါတ်ဆုံးရှုံးမှုကိုခံနိုင်ရည်ရှိစေသည်။

ABA ကိုဟန့်တားခြင်း ဖယ်ရှားခြင်းပြုပါက မျိုးစေ့ကို အပင်ပေါက်စေမည်ဖြစ်သည်။ အပင်မျိုးကိုလိုက်၍ ကွာခြားသည်။ သဲကန္တာရပင်များတွင် မိုးသီးထန်စွာရွာပြီး မျိုးစေ့တွင်းရှိ ABAများကို ရေဖြင့်ဆေးချသကဲ့သို့ဖြစ်၍ အစေ့အပင် ပေါက်သည်။ အချို့အပင်မျိုးစေ့များမှာ ကြာရှည်စွာ အအေးခံရခြင်း၊ အလင်းရောင် ရခြင်းကြောင့် ABA အာနိသင်မဲ့ပြီး အပင်ပေါက်သည်။

ABA နှင့်Gibberellin အချိုးကိုလိုက်၍ အပင်ပေါက်သည်။ ABAများက အစေ့ငုတ်ပြီး GAများလျှင် အပင်ပေါက်မည်ဖြစ်သည်။ အပင်ရေငတ်ပါက ABA က အပင်ညှိုးရန် စေ့ဆော်ပြီး ရေဆုံးရှုံးမှု သက်သာစေသည်။ အရွက်ရှိ stomata ပိတ်၍ ရေဆုံးရှုံးမှုကို တားသည်။ ABA ကို အပင်ပိုင်းအစိတ်အပိုင်းများ၊ အရွက်ရှိ chloroplast တွင် ထုတ်လုပ်သည် (ရေငတ်သောအခြေအနေ) Auxin ကဲ့သို့ ဦးတည်လားရာ (polarity) သတ်မှတ်ချက်မရှိဘဲ အစာရေကြောစည်းများမှတဆင့် အဘက်ဘက်သို့ပြန့်သည်။ ရေရရှိမှုနည်းသော အခြေအနေတွင် အမြစ်မှ အပင်ပိုင်းသို့ အချက်ပြပြီး ABA ဖြစ်ပေါ် စေသည်။ Stomata ပိတ်ခြင်း၊ အပင်ညှိုးလျော်စေပြီး အမြစ်တွင် ABA လျော့ကျစေပြီး အမြစ်ကြီးထွားခြင်းကို ဖြစ်စေသည်။ ABA သည် အစေ့တွင်းစာ protein ချက်လုပ်မှုကို တိုးမြင့်စေသည်။ GA၏ လုပ်ငန်းများကို ဟန့်တားသည်။

၅။ Ethylene - အီသိုင်လင်း

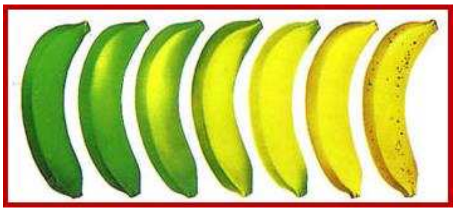
အီသိုင်လင်းသည် အပင်ဟော်မုန်းများတွင် ထူးခြားစွာဓါတ်ငွေ့အဖြစ် တွေ့ရသော ဟော်မုန်းအမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ ရှေးတရုတ်ပြည်တွင် အမွှေးတိုင်ထွန်းထားသော အလုံပိတ် အခန်းများတွင် သစ်တော်သီးများ လျှင်မြန်စွာ မှည့်လေ့ရှိကြောင်း စတင်သိရှိခဲ့ပြီး ၁၈၆၄တွင် ကျောက်မီးသွေးဓါတ်ငွေ့သုံး လမ်းမီးတိုင်များတွင် ဓါတ်ငွေ့ယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ရာမှ အနီးနားရှိ အပင်များ ကြီးထွားမှုရပ်တန့်ခြင်း၊ အပင်များတွန့်လိမ်ခြင်းနှင့် ပင်စည်များ တုတ်ခိုင်လာခြင်း စသည့် သုံးမျိုးစပ်လက္ခဏာ (triple response) ကိုတွေ့ရှိခဲ့သည်။ ၁၉၀၁ ခုနှစ်တွင် ရုရှားသိပ္ပံပညာရှင် D. Neljubow က ဤဖြစ်ရပ်၏ အဓိကအစွမ်းထက်ပစ္စည်းသည် Ethylene ဖြစ်ကြောင်း ဖော်ပြနိုင်ခဲ့သည်။

အပင်များ ထိခိုက်မှု၊ ဖိစီးမှု(Stress) ခံရသောအခြေအနေ (ဥပမာ- ရေငတ်ခြင်း၊ ထိခိုက်ဒဏ်ရာရခြင်း၊ ပိုးမွှားရောဂါကျရောက်ခြင်း၊ ပတ်ဝန်းကျင်ဆိုးများ)တွင် Ethylene ထုတ်လွှတ်ပြီး ၎င်းမှ အရွက်/အသီးနုများတွင် Abscission ဖြစ်ပေါ်စေ၍ အပိုများကို ချွေချပေးခြင်းဖြင့် အပင်ကို သက်သာရာရစေသည်။

Ethylene သည် အပင်နှင့်၎င်း၏အစိတ်အပိုင်းများကို သက်တမ်းအလိုက် ကြီးထွားရင့်ရော်စေခြင်း၊ အသီးများ ရင့်မှည့်ခြင်းကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ အပင်ငယ်များ ကြီးထွားစဉ် အမြစ်အတွင်း အတားအဆီးများဖြစ်လာပါက (ဥပမာ- ကျောက်တုံး၊ အောက်ခံမြေမာ) အမြစ်ဖျားသည် အမာခံကို ထိုးဖေါက်ရာတွင် အပင်တွင်း Ethylene ကို ထုတ်လုပ်စေသည်။ ထိုကြောင့် အပင်ကြီးထွားမှုရပ်တန့်ခြင်း၊ ပင်စည်တုတ်ခိုင်ခြင်း၊ တွန့်ခေါက်ခြင်း (Triple response) ကို တွေ့ရသည်။ အတားအဆီးကို အမြစ်ဖြတ်ကျော်ပြီးနောက် ပုံမှန်ဖြစ်သွားသည်။ နောက်တစ်ဖန်ထပ်မံတွေ့ရှိပါက Ethylene ကို ထပ်မံထုတ်လွှတ်ပြီး ယခင်အတိုင်း တုံ့ပြန်ပါသည်။

Auxin သည် အပင်ကြီးထွားစေသော ဟော်မုန်းဖြစ်သော်လည်း ၎င်းပြင်းအား များလွန်းသော အခြေအနေတွင် Ethylene ထုတ်လွှတ်မှုကိုဖြစ်စေပြီး အပင်ကြီးထွားမှုကို ပြန်လည်ဟန့်တားသည်။ Auxin အုပ်စုဝင် ပေါင်းသတ်ဆေးများ ဖြစ်သော 2-4–D နှင့် 2-4-5-T တို့ကို ရော်ဘာစိုက်ခင်းများတွင်သုံးစွဲရာ ပေါင်းရှင်းသည့်အပြင် ရော်ဘာစေး (၂)ဆခန့် တိုးတက်ဖြစ်ပေါ်စေသည်ကို တွေ့ရပါသည်။ 2-4-D နှင့် 2-4-5-T တို့က အပင်တွင် Ethylene ဟော်မုန်းကို တိုးပွားစေခြင်းကြောင့် အစေးထွက်ပိုလာခြင်း ဖြစ်သည်။ နောင်တွင် အစေးထွက်ပိုရန် Ethylene ထွက်စေသော ဓါတုပစ္စည်းကို သီးခြားသုံးစွဲလာသည်။

ပန်းသီး၊ ငှက်ပျောသီးနှင့် ခရမ်းချဉ်သီးများသည် ရင့်မှည့်ကာလရောက်လျှင် Ethylene ထုတ်လွှတ်မှု မြင့်တက်လာသည်။ ထို့ကြောင့် အစိမ်းရောင် Chloroplyll ယိုယွင်းပျက်စီးပြီး အခြားသောရောင်ချယ်များ ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ သီးခြားကွဲပြားသောအရောင် (typical colour) ကို မျိုးအလိုက် ဖြစ်ပေါ်စေသည်။



ရင့်မှည့်မှုနှင့်ဆက်စပ်နေသော အင်ဇိုင်းများ၏လုပ်ငန်းစဉ်များကို တိုးမြင့်စေသည်။ Starch, Organic acids အချို့တို့သည် သကြားအဖြစ်သို့ ပြောင်းသည်။ Pectins ကို ယိုယွင်းသွားစေပြီး သစ်သီးများ နူးညံ့ပျော့ပြောင်းသွားသည်။ ဤဖြစ်စဉ် အတွက် အောက်စီဂျင် များစွာလိုအပ်ပါသည်။ အောက်စီဂျင်မဲ့သောအခြေအနေတွင် ဤဖြစ်စဉ်ကို ဖြစ်စေမည့် Ethylen ဖြစ်ပေါ်မှုကို လုံးဝထိမ်းချုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ သို့ဖြစ်၍ သစ်သီးသိုလှောင်ခန်းအတွင်း လေမဲ့စေခြင်း (Oxygen) သို့မဟုတ် CO_2 မြင့်တင်ထားခြင်းဖြင့် သစ်သီးများရင့်မှည့်မှုဖြစ်စဉ်ကို အချိန်ဆွဲ ထားနိုင်ပါသည်။ CO_2 သည် Ethylene ဖြစ်မှုကို ထိမ်းချုပ်ထားနိုင်ရုံမျှမက ထပ်မံဖြစ်ပေါ်မည့် ဖြစ်စဉ်ကိုလည်း ကာကွယ်ထားနိုင်သည်။

Ethyleneသည် အပင်များကို သက်တမ်းအလိုက် ရင့်ရော်စေခြင်း၊ ပန်းပွင့် အရောင်များညှိုးမှိန်စေခြင်း၊ ပွင့်ဖတ်လွှာ ကြွေစေခြင်းတို့ဖြစ်စေသည်ဆိုသော်လည်း နာနတ်သီးပင်တွင် ဆန့်ကျင်ဘက်တွေ့ရသည်။ နာနတ်သီးပင်တွင် Ethylene သည် ပန်းပွင့်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို အားပေးကြောင်းတွေ့ရသည်။

Ethylene ထုတ်လုပ်သော ဓါတုပစ္စည်းအဖြစ် အသုံးအများဆုံး ဈေးကွက်ဝင်ပစ္စည်းမှာ 2-Chloro-Ethyl Phosphonic Acid ဖြစ်ပြီး ပြင်းအား(၃)%မှ (၃၉)%အထိ အမျိုးမျိုးဖော်စပ်ရောင်းချကြသည်။