യോജന, 22(4): 5-7

ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് കാർഷിക വിളകളിൽ

ബി. ശശികുമാർ

ലോക ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക രംഗത്ത് ഒരുകാലത്ത് എൻജിനീയറിംഗിനുണ്ടായിരുന്ന സ്ഥാനവും മാനവും ഇന്ന് ജൈവ സാങ്കേതിക വിദ്യ അഥവാ ബയോടെക്നോളജി കൈയടക്കി കഴിഞ്ഞിരിക്കയാണ്. ബയോടെക്നോളജിയുടെ തന്നെ ഏററവും ശൈശവദശയിലുള്ള ശാസ്ത്ര ശാഖയാണ് ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് (Genetic Engineering) എന്നിരുന്നാലും ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ സങ്കൽപ്പങ്ങൾക്ക് ഇപ്പോഴെ കടിഞ്ഞാണില്ല. ആൽഡസ് ഹക്സ്ലിയുടെ ''ബ്രേവ് ന്യൂ വേൾഡ്''നെ പോലും കടത്തി വെട്ടിയ ഈ ഭാവനയുടെ ഏററവും പുതിയ ദൃഷ്ടാന്തമാണ് ഈ നൂററാണ്ടിലെ ദൃശ്യവിസ്മയം എന്ന് വിശേഷിക്കപ്പെടുന്ന സ്ററീവൻ സ്പീൽബർഗിന്റെ 'ജൂറാസിക് പാർക്ക്'' എന്ന ഹോളിവുഡ് ചിത്രം. ജനിതക ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ സങ്കൽപത്തിന് കലാകാരന്റെ ഭാവന ജീവൻ പകർന്നു. ഈ ചിത്രം ലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ജീവിച്ചിരുന്ന ദിനോസറുകളെ കടിച്ച ശേഷം ദിനോസറിന്റെ രക്തം ഉദരത്തിൽ വഹിക്കവെ തന്നെ ഫോസിലുകളായിപ്പോയ കൊതുകുകളെ കണ്ടെത്തി. അവയുടെ ഉദരത്തിൽ ഉള്ള ദിനോസർ രക്തത്തിൽ നിന്ന് ദിനോസറുകളുടെ ജീവന്റെ സൂക്ഷ്മ ബിന്ദുവായ ജീനുകളെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത് ആ ജീനുകളെ തവളയെപ്പോലുള്ള മററു ജീവികളുടെ ജീനുകളുമായി സംയോജിപ്പിച്ച് ഈ സംയോജിത ജീൻ ചരടിനെ കൃത്രിമമുട്ടകളിൽ നിക്ഷേപിച്ച് ദിനോസർ കുഞ്ഞുങ്ങളെ വിരിയിച്ചെടുക്കുന്ന അതിസങ്കീർണ്ണമായ ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അനന്ത സാദ്ധ്യതകളുടെ നിറം ചേർത്ത ഒരു ദൃശ്യാവിഷ്കരണമാണ്.

സസ്യജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് അഥവാ കാർഷിക ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് ശാസ്ത്രത്തിലെ ഏററവും നൂതനശാഖയാണ്. എൺപതുകളുടെ മദ്ധ്യത്തോടെ രൂപം പൂണ്ട ഈ ശാസ്ത്രശാഖ ഇന്ന് ദ്രുതഗതിയിൽ വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. കാർഷിക രംഗത്ത് വരും കാലങ്ങളിൽ ഒരു പുതിയ വിപ്ലവം, അതായത് ഒരു (gene revolution) തന്നെ സൃഷ്ടിക്കാൻ പര്യാപ്തമാണ് ഈ ശാസ്ത്രമെന്ന് വിദഗ്ദ്ധർ വിധിച്ചു കഴിഞ്ഞു. നമ്മുടെ കാർഷിക വിളകളുടെ വംശോദ്ധാരണ പദ്ധതികൾക്ക് ആക്കവും തൂക്കവും കൂട്ടാനുള്ള ഒരു നൂതന ഉപാധി എന്ന നിലയിലും തനതായും ഈ ശാസ്ത്രശാഖ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു.

എന്താണ് സസ്യജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ്? ഒരർത്ഥത്തിൽ എല്ലാത്തരം വിളവംശോദ്ധാരണ പദ്ധതികളും ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് തന്നെയാണെന്ന് പറയാം. എന്നാലും അടുത്ത കാലത്തായി recombinant DNA technology മൂലം കാർഷിക വിളകളുടെ ജനിതക ഘടനയിൽ വരുത്തുന്ന മാററങ്ങളെയാണ് ഈ പദം കൊണ്ട് വിവക്ഷിക്കുന്നത്. ഇനി എന്താണ് r-DNA technology എന്ന ചുരുക്കപ്പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന recombinant DNA technology? ഒററ വാചകത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ slicing and splicing of genes അഥവാ ജീനുകളുടെ മുറിക്കലും കൂട്ടിച്ചേർക്കലും. ഭാവനാസമ്പന്നനായ ഒരു തുന്നൽക്കാരൻ വിവിധതരം തുണിക്കഷണങ്ങൾ തുന്നിച്ചേർത്ത് കമനീയമായ ഒരു വസ്ത്രം ഉണ്ടാക്കുന്നതുപോലെ ജനിതക ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ജീനുകളെ യഥേഷ്ടം മുറിച്ചെടുക്കുകയും കൂട്ടിച്ചേർക്കുകയും ചെയ്യുകയും തൻമൂലം വളരെ കൃത്യമായ, പ്രവചന സാദ്ധ്യമായ മാററങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങളിൽ വരുത്തിത്തീർക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സസ്യ-മൃഗ-സൂക്ഷ്മ ജീവി വ്യത്യാസമില്ലാതെ ഏതു ജീവിയിൽ നിന്നും മററൊന്നിലേക്ക് ജീനുകൾ മാററി സ്ഥാപിക്കാൻ ഇന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർക്ക് കഴിയുന്നുണ്ട്. വളരെ വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് മരിച്ചു കഴിഞ്ഞ് ഫോസിലുകളായിപ്പോയ സസ്യ-മൃഗ-സൂക്ഷ്മ ജീവികളിൽ നിന്നുപോലും ജീനുകൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ സാധിക്കുന്നതാണ്. ഇങ്ങനെയുള്ള ജീനുകളുടെ മുറിക്കലിലും, കൂട്ടിച്ചേർക്കലിലും ജനിതക ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ 'കത്രിക' ആയി വർത്തിക്കുന്നത് restriction enzymes എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു തരം ജൈവരാസപദാർത്ഥങ്ങളാണ്.

കളനാശിനികളെ ചെറുക്കാൻ കഴിവുള്ളതോ, കീട-രോഗങ്ങളെ ചെറുക്കാൻ ശക്തിയുള്ളതോ ആയ ജീനുകളെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത്, അവ ഉപയോഗിച്ച് കാർഷിക വിളകളിൽ ജനിതക വ്യതിയാനം സാധിക്കാമെന്നും, തദ്വാര കീട-രോഗ പ്രതിരോധ ശേഷിയുള്ള പുതിയ ഇനങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തിയെടുക്കാമെന്നും ഇതിനകം തന്നെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടിരിക്കയാണ്. എവിടെനിന്നാണ് ഇത്തരം ജീനുകൾ ലഭിക്കുക? മുമ്പു പറഞ്ഞതുപോലെ പലപ്പോഴും സൂക്ഷ്മാണുക്കളോ, നമ്മുടെ വിളകളുമായി ഒട്ടുംതന്നെ ബന്ധമില്ലാത്ത മററു സസ്യങ്ങളോ, മൃഗങ്ങളോ ആകാം ഈ ജീനുകളുടെ സ്രോതസ്സ്. ജൈവമണ്ഡലം സംരക്ഷിക്കണമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരും പ്രകൃതിസ്നേഹികളും പറയുന്നതിന്റെ പ്രസക്തി ഇവിടെയാണ്. പരമ്പരാഗത രീതിയിലുള്ള വംശോദ്ധാരണ പ്രക്രിയയിലൂടെ നമ്മുടെ കാർഷിക വിളകളിലേക്ക് ഈ ജീനുകളെ സംയോജിപ്പിക്കുവാൻ ഒരു പക്ഷേ, ഒരിക്കലും കഴിയുമായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ ജനിതക എൻജിനീയറിംഗിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടെ ജീനുകളുടെ 'തിരിമറികൾ' ഏററവും എളുപ്പമായി തീർന്നിരിക്കുകയാണ്. ഇപ്രകാരം പല ജീനുകളും നമ്മുടെ കാർഷിക വിളകളിലേക്ക് 'പറിച്ചു നട്ടു' കഴിഞ്ഞു. പരുത്തി, പുകയില, തക്കാളി, എണ്ണക്കുരുക്കൾ തുടങ്ങി നാൽപത്തിയെട്ടോളം കാർഷിക വിളകളിൽ ഇതിനകം തന്നെ ഇത്തരം പരീക്ഷണങ്ങൾ സഫലമായിട്ടുണ്ട്. B. T. (ബി. റി.) എന്ന ചുരുക്കപ്പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന Bacillus thuringensis എന്ന ബാക്ടീരിയയിൽനിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത കീടപ്രതിരോധ ശക്തിയുള്ള ജീൻ ഉപയോഗിച്ച് ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് നടത്തി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത പരുത്തിച്ചെടികൾ ഇന്നു കൃഷിചെയ്തുവരുന്നുണ്ട്. (Bacillus thuringensis എന്ന ബാക്ടീരിയ പരുത്തിച്ചെടിയുടെ ഒരു പ്രധാന ശത്രുവായ boll worm (കായ്പുഴു) ന്റെ പ്രകൃതിദത്ത ശത്രുവാണ്). മേൽ പറഞ്ഞ പരുത്തിച്ചെടികൾ bollworm ന് എതിരെ പ്രതിരോധ ശക്തിയുള്ളവയാണ്. ഇവയ്ക്ക് കീടനാശിനി തളിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. അതുപോലെ അധികകാലം കേടുകൂടാതെ സൂക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്ന തക്കാളി ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന തക്കാളിച്ചെടികൾ ഇത്തരത്തിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. കൂടാതെ കളനാശിനികൾക്കെതിരെ പ്രതിരോധ ശക്തിയുള്ള പല ഇനങ്ങളും. കളനാശിനി പ്രതിരോധ ശക്തിയുള്ള പല ധാന്യ ഇനങ്ങളും. കളനാശിനി പ്രതിരോധ ജീനുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് നടത്തി രൂപപ്പെടുത്തി എടുത്തിട്ടുണ്ട്. ഈ ഇനം ധാന്യങ്ങൾ കൃഷിചെയ്യുന്ന പാടങ്ങളിൽ തൻമൂലം കളനാശിനികൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള കളനിയന്ത്രണം സാദ്ധ്യമായിത്തീർന്നിരിക്കുകയാണ്. സാധാരണയായി കളനാശിനികൾ കളകളോടൊപ്പം വിളകളെയും നശിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ട് മുൻകാലങ്ങളിൽ അവയുടെ ഉപയോഗം പരിമിതമായിരുന്നു.

എങ്ങനെയാണ് ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് ചെയ്യുന്നത് എന്ന് പരിശോധിക്കാം. കാർഷിക വിളകളിൽ ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗ് നടത്തുന്നതിന് ഇന്ന് പല മാർഗ്ഗങ്ങളും ഉണ്ട്. നേരിട്ടുള്ള DNA ആഗിരണം, ഇലക്ട്രോപൊറേഷൻ' സോണിക്കേഷൻ, പാർട്ടിക്കിൾ ബോംബാർഡ്മെൻറ് (particle bombar dement) തുടങ്ങി മാർഗ്ഗങ്ങൾ പലതാണ്. എങ്കിലും അഗ്രോബാക്ടീരിയം (Agrobacterium) എന്ന ബാക്ടീരിയയാണ് ഇന്നും സസ്യജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിലെ ചൂടപ്പം, പ്രത്യേകിച്ചും ദ്വിബീജ പത്ര സസ്യങ്ങളിൽ. ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിന്റെ ഫലമായി ഇന്ന് ലഭ്യമായിട്ടുള്ള കാർഷിക വിളകളിൽ ഭൂരിഭാഗവും അഗ്രോബാക്ടീരിയ ഉപയോഗിച്ച് ജനിതക വ്യതിയാനം വരുത്തിയിട്ടുള്ളവയാണ്. അഗ്രോബാക്ടീരം ട്യൂമിഫേഷ്യൻസ് (Agrobacterium tumee faciens) എന്ന മണ്ണിൽ കാണുന്ന ബാക്ടീരിയകളെ പ്രകൃതിയുടെ genetic engineer എന്നു വിളിക്കുന്നതിൽ തെററില്ല. എന്തെന്നാൽ ആദ്യമായി ഈ സൂക്ഷ്മ ജീവികളാണ് മനുഷ്യന് ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിന്റെ ബാലപാഠങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാൻ ഉപകരിച്ചത്. അതാകട്ടെ തികച്ചും ആകസ്മികമായ മറെറാരു കണ്ടുപിടിത്തമായി. തണുപ്പുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ വളരുന്ന ചെടികളിൽ 'ക്രൗൺഗാൾ' എന്ന ട്യൂമർ (ക്യാൻസർ) രോഗം ഉളവാക്കുന്നതിന്റെ ഹേതുഭൂതമായ അഗ്രോബാക്ടീരിയകളെക്കുറിച്ച്, ഒരു രോഗകാരിയായ ബാക്ടീരിയം എന്ന നിലയിൽ, ശാസ്ത്രലോകം വളരെ മുമ്പു തന്നെ പഠിച്ചു തുടങ്ങിയിരുന്നു. എങ്ങനെയാണ് ഈ ബാക്ടീരിയം സസ്യങ്ങളിൽ 'ക്രൗൺ ഗാൾ ട്യൂമർ' ഉണ്ടാക്കുന്നത് എന്ന് ചുഴിഞ്ഞിറങ്ങി വിശകലനം ചെയ്തവെയാണ് ആകസ്മികമായി ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിന്റെ അകത്തളങ്ങളിലേക്കുള്ള കവാടം ശാസ്ത്രലോകത്തിന് മുന്നിൽ തുറന്നു കിട്ടിയത്. ചുരുക്കത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഈ സൂക്ഷ്മജീവി സ്വന്തം DNA തൻമാത്രയുടെ ഒരു ഭാഗം സസ്യകോശങ്ങളിലേക്ക് സംക്രമിപ്പിക്കുന്നതുമൂലം ആണ് സസ്യങ്ങളിൽ ട്യൂമർ രോഗം ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് മനസ്സിലായി. ഈ അറിവിന്റെയും സങ്കൽപ്പത്തിന്റെയും, നിഗമനങ്ങളുടെയും കുറെയൊക്കെ ഭാവനയുടെയും പിൻബലത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ പുതിയ പുതിയ ശ്രേണിയിലേക്ക്, പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങൾക്കായി, ചെന്നെത്തി. അങ്ങനെ ഈ ശാസ്ത്ര ശാഖ വളർന്നു.

അഗ്രോബാക്ടീരിയകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന Ti പ്ളാസ്മിഡ് (Ti = Tumar inducing; ട്യൂമർ ഉളവാക്കുന്ന) എന്ന വൃത്താകാരത്തിലുള്ള ഒരു പ്രത്യേക ജനിതക പദാർത്ഥമാണ് (genetic material) ജീനുകളുടെ വാഹകർ (veetors) ആയി വർത്തിക്കുന്നത്. ഈ പ്ളാസ്മിഡിലെ T-DNA എന്ന ഭാഗവും, 'വിർ'ഭാഗവും ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മുഖ്യമായ ഭാഗങ്ങളാണ്. T-DNA ലാണ് മററു ജീവികളിൽനിന്നെടുത്ത ജീനുകൾ 'തിരുകിവെയ്ക്കുന്നത്'. T-DNA യുടെ ഘടന ഇപ്രകാരം ജീനുകൾ തിരുകിവയ്ക്കുന്നതിന് ഏററവും യോജിച്ചതാണ്. T-DNA യിൽ അടക്കം ചെയ്ത ഏതു ജീനും സസ്യകോശത്തിൽ എത്തിക്കുന്ന പണി അഗ്രോബാക്ടീരിയകൾ സ്വയമേവ, അറിയാതെയാണെങ്കിലും, ചെയ്തുകൊള്ളും. പുതുതായി കൂട്ടിച്ചേർത്ത ജീൻ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന T-DNA അടങ്ങുന്ന Ti plasmid നെ വഹി

(ശേഷം പേജ് 34-ൽ)

എന്നു തീരുമാനിക്കുവാനുള്ള സ്വാതന്ത്ര്യം പ്രേക്ഷകനുണ്ട്. പ്രേക്ഷകന്റെ വ്യക്തിത്വം അനുസരിച്ചാണ് ടെലിവിഷന്റെ സ്വാധീനം ഉണ്ടാകുന്നത്. ടെലിവിഷൻ വീട്ടിലെ ഒരു സ്ഥിരം അംഗമാണെന്നതോ അതു കാണാൻ ചെലവഴിക്കുന്ന സമയത്തിന്റെ അളവോ അല്ല സ്വാധീനശക്തിക്കു കാരണമാകുന്നത്. സ്വാധീനം ചെലുത്തത്തക്ക വ്യക്തിത്വമാണോ പ്രേക്ഷകനുള്ളത് എന്നതാണ് പ്രധാന വസ്തുത. ഭിന്നരുചിക്കാരായ പ്രേക്ഷകരെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തത്തക്കവണ്ണമാണ് ടെലിവിഷൻ പരിപാടികൾ സാധാരണയായി സംവിധാനം ചെയ്യാറുള്ളത്. ദൂരദർശൻ ചെയ്യുന്നതും സ്റ്റാർ ടി വി ചെയ്യുന്നതും ഇതൊക്കെത്തന്നെ. പുസ്തകവ്യാപാരിയുടെ, തിയേററിന്റെ, പാഠശാലയുടെ, സ്പോർട്ട്സ് സ്റ്റേഡിയത്തിന്റെ, രാഷ്ട്രീയവേദിയുടെ, പഠനമുറിയുടെ, കമ്പോളത്തിന്റെ— ഒക്കെ ചുമതലകൾ ഈ മാധ്യമം ഏറ്റെടുത്തു നടത്തുന്നു. പ്രേക്ഷകന് ആവശ്യമായവ തിരഞ്ഞെടുക്കണമെന്നു മാത്രം. ഈ തെരഞ്ഞെടുപ്പിന് പ്രേക്ഷകനും, പൂർണ്ണമായ സ്വാതന്ത്ര്യവുമുണ്ട്. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ സമൂഹത്തിൽ അയാൾക്കുള്ള സ്ഥാനം, അഭിരുചി, വ്യക്തിത്വം, രാഷ്ട്രീയ ചായ്‌വ്, ജീവിതപശ്ചാത്തലം, ജീവിതത്തിലെ ലക്ഷ്യം, ജീവിത വീക്ഷണം എന്നീ കാര്യങ്ങൾ സ്വാധീനിക്കും. ടെലിവിഷൻ വ്യക്തിത്വത്തെ സ്വാധീനിക്കുകയല്ല, മറിച്ച് അയാൾക്കു മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന അഭിപ്രായങ്ങളേയും വിശ്വാസങ്ങളേയും ഉറപ്പിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അച്ചടിമാധ്യമങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന വാർത്തകളുടെ നിജസ്ഥിതി അറിയാൻ ടി വിയല്ലാതെ മറ്റേതൊരു മാധ്യമമാണുള്ളത്? ജനതയെ ബോധവൽക്കരിക്കുന്നതിന് ഇതിനെക്കാൾ ശക്തമായ മറ്റൊരു മാധ്യമമില്ലതന്നെ. പക്ഷേ അതു വേണ്ട രീതിയിൽ തെരഞ്ഞെടുക്കണമെന്നുമാത്രം.

ഉപഗ്രഹചാനലുകളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ ഇന്ത്യക്കാവില്ല. സ്റ്റാർപോലുള്ള ചാനലുകളുടെ സ്വാധീനത്തിന്റെ വലയത്തിൽനിന്നും പ്രേക്ഷകരെ പൂർണ്ണമായും മുക്തരാക്കുവാനും ഗവൺമെന്റിന് കഴിയുകയില്ല. ഇവിടെ ഒന്നു ചെയ്യാം. ഭാരതീയ സംസ്കാരത്തിനുതകുന്ന ഇന്ത്യൻ പൗരന്റെ അഭിരുചികളിണങ്ങുന്ന നമ്മുടെ പൈതൃകം നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കാൻ സഹായകമാകുന്ന പരിപാടികൾ, തയ്യാറാക്കി സംപ്രേക്ഷണം ചെയ്യാൻ ദൂരദർശൻ ശ്രമിക്കുകയും വേണം. ഇന്ത്യൻ പൗരന്റെ കൈ ദൂരദർശൻ ചാനലിന്റെ സ്വിച്ചിൽ തന്നെ ചെന്നെത്തും.

□

ജനിതക എൻജിനീയറിംഗ് കാർഷികവിളകളിൽ

(പേജ് 6-ൽ നിന്നും തുടർച്ച)

കുന്ന അഗ്രോബാക്ടീരിയ മുറിവുള്ള സസ്യകോശങ്ങളുമായി സമ്പർക്കത്തിലെത്തുമ്പോൾ, സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് പുറപ്പെടുന്ന ചില സിഗ്നലുകളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ഉത്തേജിതമാകുന്ന 'വിർ' ജീനുകളുടെ നിയന്ത്രണത്തിന് വിധേയമായി പുതിയ ജീൻ ഉൾപ്പെടുന്ന TDNA' Ti പ്ലാസ്മിസിൽനിന്ന് തനിയെ ഇളകി സസ്യകോശത്തിൽ പ്രവേശിക്കയും, ജീനുകൾ സസ്യങ്ങളുടെ ക്രോമസോമുകളിൽ സംയോജിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഫലമോ? മാതൃചെടിയിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തചെടി. Ti പ്ലാസ്മിസിൽനിന്ന് ഇളകിമാറിയ TDNAയുടെ സ്ഥാനത്ത് ബാക്ടീരിയയിൽ പുതിയ TDNA ഉടനെതന്നെ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യും.

ടിഷ്യു കൾച്ചർ സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിച്ചാണ് ഈ പുതിയ സസ്യങ്ങളെ വളർത്തി എടുക്കുന്നത്. പക്ഷേ, സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ടിഷ്യു കൾച്ചർ മീഡിയ (പോഷകക്കൂട്ട്) യ്ക്കു പകരം അഗ്രോ ബാക്ടീരിയമൂലം ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിന് വിധേയമാക്കിയ കോശങ്ങളെ ചില പ്രത്യേക ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രത്യേക മീഡിയത്തിലൂടെയാണ് വളർത്തി എടുക്കുന്നത്. കനാമൈസിൻ (Kanamycin) ഹൈഗ്രോമൈസിൻ (Hygromycin) തുടങ്ങിയ ആന്റി ബയോട്ടിക്കുകളാണ് ഇതിനായി ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇത്തരം ആന്റി ബയോട്ടിക്കുകൾ Selective markers (സെലക്ടീവ് മാർക്കേഴ്സ്) എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. അതായത് ജനിതക എൻജിനീയറിംഗിന് വിധേയമാക്കിയ കോശങ്ങളിൽ ഈ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകളെ പ്രതിരോധിക്കുവാനുള്ള ജീനുകൾ മററു പുതിയ ജീനിനൊപ്പം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട്, അത്തരം കോശങ്ങൾക്കു മാത്രമേ ഈ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ ഉൾപ്പെടുന്ന മീഡിയത്തിൽ വളരാൻ കഴിയുകയുള്ളു. സാധാരണ കോശങ്ങളുടെ വളർച്ചയെ ഈ ആന്റിബയോട്ടിക്കുകൾ അമർച്ച ചെയ്യുകയും, ജനിതകവ്യതിയാനം സംഭവിച്ച കോശങ്ങൾമാത്രം വളരാൻ അനുവദിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഇവയെ Selective markers എന്ന് വിളിക്കുന്നത്.

ഇന്ന് കാർഷികരംഗത്ത് നമ്മളെ തുറിച്ചുനോക്കുന്ന പല പ്രശ്നങ്ങൾക്കും വരുംകാലങ്ങളിൽ ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിൽകൂടി പ്രതിവിധി കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞേക്കും. പക്ഷേ, ഈ ശാസ്ത്രശാഖ ഒട്ടു വളരെ അത്ഭുതങ്ങൾ വാഗ്ദാനം ചെയ്യുന്നുണ്ടെങ്കിലും, ജനിതക എഞ്ചിനീയറിംഗിന്റെ വിനാശകരങ്ങളായ ചില പാർശ്വഫലങ്ങളെപ്പററി ഇപ്പോഴേതന്നെ ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രകൃതിസ്നേഹികളും മുന്നറിയിപ്പ് നൽകുന്നുണ്ട്. അത് എന്തായാലും, ഈ പാർശ്വഫലങ്ങൾ ഏതു വിധത്തിലായിരിക്കുമെന്നോ ആർക്കുംതന്നെ വ്യക്തമായ ഒരു രൂപമില്ല ഇപ്പോൾ.