DEBARKING MACHINE FOR JIGAT TREE

By

JAZAL K.T

(2023-18-001)

ABSTRACT

Submitted in partial fulfilment of the

requirement for the degree of

MASTER OF TECHNOLOGY

IN

AGRICULTURAL ENGINEERING

(Farm Machinery and Power Engineering)

Faculty of Agricultural Engineering and Technology

Kerala Agricultural University

DEPARTMENT OF FARM MACHINERY AND POWER ENGINEERING

KELAPPAJI COLLEGE OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGY, TAVANUR - 679573

KERALA, INDIA

2026

ABSTRACT

Jigat (*Litsea glutinosa*) bark is widely used as a natural binding material in the agarbatti industry. The traditional method of debarking is labor-intensive, time-consuming, and often results in operator fatigue and inconsistent bark removal. Therefore, mechanization of the debarking process has become necessary to improve productivity and reduce human effort. Basic information on the morphological characteristics and machine parameters of Jigat trees, along with cutting force requirements, is essential for the design and development of an efficient debarking machine. Hence, this study was undertaken to design, develop, and evaluate the prototype of a portable debarking machine for Jigat trees.

The morphological properties of Jigat trees such as height, girth, bark thickness, hardness, and moisture content were determined. The average tree height was found to be 22.26 m, average girth 123 cm, and average bark thickness 1.2 cm. The hardness of bark was measured as 490 N, and the average moisture content was 58.4 percent. An experimental setup was developed to determine the piercing force required for bark insertion using different blade thicknesses and rake angles. The results indicated that blade thickness and rake angle significantly influenced cutting force and insertion depth.

A lightweight, battery-operated, backpack-type debarking machine was developed and tested under laboratory and field conditions of Dept. of FMPE, KCAEFT, Tavanur. Developed debarking machine consists of two main units: backpack unit and debarking unit. Backpack unit houses two 12 V batteries, DC–DC buck converter, speed controller, and DC motor. Debarking unit comprises reciprocating shaft, cutting wheel shaft, chisel, two cutting wheels, stopper, two compression springs, handles, switch, chain and sprocket drive, and cam and roller follower mechanism.

When power switch is turned ON, power from DC motor is transmitted to reciprocating shaft through flexible shaft. Cam and roller follower mechanism converts rotary motion of reciprocating shaft into reciprocating motion of chisel, enabling

chiseling action required for bark removal. Simultaneously, power is transmitted from reciprocating shaft to cutting wheel shaft through chain and sprocket arrangement, driving two cutting wheels that perform lateral cuts on either side of bark. Stopper regulates the depth of cut during operation, thereby preventing damage to the tree and ensuring uniform debarking. Combined action of reciprocating chisel and lateral cutting wheels facilitates efficient debarking of Jigat tree.

The machine performance was evaluated by varying blade thickness, blade shape, rake angle, and cutting speed. The material removal rate ranged from 0.41 to 5.3 g s^{-1}, and the specific power index varied from 0.08 to 0.39 A g^{-1}. The single-bevel edge blade showed superior performance compared to other blade geometries. The optimum operating condition was observed at a blade thickness of 2mm, rake angle of 40°, and cutting speed of 600 rpm, which resulted in a material removal rate of 4.82 g s^{-1}.

The developed prototype weighed 1.5 kg and achieved a debarking capacity of 17.35 kg h^{-1}. Economic analysis showed an operating cost of Rs. 6.23 per kg, payback period of 4.85 months, and benefit cost ratio of 5.82. The machine was found to be simple, efficient, economical, and suitable for debarking with reduced manual labor and increased material removal without any damage to the cambium of the tree.

സംഗ്രഹം

ജിഗറ്റ് മരത്തിൽ നിന്ന് തൊലി അടർത്തി എടുക്കാനുള്ള യന്ത്രം

വിദ്യാർത്ഥി :-ജസൽ കെ.ടി (2023-18-001)

മുഖ്യ ഉപദേശകൻ :- ഡോ.ജയൻ പി. ആർ പ്രൊഫ. & ഹെഡ് (എഫ്.എം.പി.ഇ)

അഗർബത്തി വ്യവസായത്തിൽ ജിഗറ്റ് മരത്തിന്റെ തൊലി പ്രകൃതിദത്ത ദൃഢത നൽകുന്ന വസ്തുവായി (ബൈൻഡിങ്ങ് മെററിരിയൽ) വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. പരമ്പരാഗത രീതിയിൽ തൊലി നീക്കം ചെയ്യുന്നതിന് കൂടുതൽ തൊഴിലാളികളുടെ പ്രവൃത്തിയും, സമയവും ആവശ്യമാണ്. കൂടാതെ ഇവയുടെ തൊലി, മരത്തിൽ നിന്നും നിശ്ചിത കനത്തിൽ മരത്തിന് മുറിവ് ഉണ്ടാക്കാതെ നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ, അനായാസമായി ഉത്പ്പാദന ക്ഷമത വർദ്ധിപ്പിക്കാൻ യന്ത്രവൽക്കരണം അനിവാര്യമാണ്. ഈ ഉദ്ദേശത്തോടുകൂടി ജിഗറ്റ് മരത്തിൽ നിന്നും തൊലി എളുപ്പമായി വേർപ്പെടുത്താനുള്ള ഒരു യന്ത്രം രൂപകൽപ്പന ചെയ്ത് വികസിപ്പിക്കുകയും അതിന്റെ പ്രവർത്തനക്ഷമത വിലയിരുത്തുകയും ചെയ്തു.

ഈ യന്ത്രത്തിന്റെ രൂപകല്പ്പനക്കായി ജിഗറ്റ് മരത്തിന്റെ ഉയരം, ചുറ്റളവ്, തൊലിയുടെ കനം, ബലം, ഈർപ്പം തുടങ്ങിയ ഘടനാപരമായ സവിശേഷതകൾ നിർണ്ണയിച്ചു. സാധാരണയായി ഇത്തരം മരങ്ങൾക്ക് ശരാശരി ഉയരം 22.2 മീറ്ററും, ചുറ്റളവ് 123 സെന്റീമീറ്ററും, തൊലിയുടെ കനം 1.2 സെന്റീമീറ്ററുമാണ്. ഈർപ്പനില 58.4 ശതമാനമായിരിക്കുമ്പോൾ തൊലിക്ക് 490 ന്യൂട്ടൺ ബലമുള്ളതായി കണ്ടെത്തി.

ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തൊലി നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനായി ഭാരം കുറവുള്ളതും, ബാറ്ററിയിൽ പ്രവൃത്തിക്കാവുന്നതും, ബാക്ക്പാക്ക് മാതൃകയിലുള്ളതുമായ തൊലി നീക്കൽ യന്ത്രം വികസിപ്പിച്ചു. ഈ യന്ത്രം തൃശ്ശൂർ പീച്ചിയിലുള്ള കേരള വന ഗവേഷണ സ്ഥാപനത്തിലുള്ള ജിഗറ്റ് മരത്തിൽ നിന്ന് തൊലി നീക്കം ചെയ്യാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി.

വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത യന്ത്രത്തിൽ പ്രധാനമായും ബാക്ക് പാക്ക് യൂണിറ്റും, ഡീബാർക്കിംഗ് യൂണിറ്റുമാണുള്ളത്. ബാക്ക് പാക്ക് യൂണിറ്റിൽ രണ്ട് 12 വോൾട്ട് ബാറ്ററികൾ, ഡിസി മോട്ടോർ, ഡിസി - ഡിസി കൺവർട്ടർ, സ്പീഡ് കൺട്രോളർ എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഡീബാർക്കിംഗ് യൂണിറ്റിൽ ഒരു റസിപ്രോക്കേറ്റിംഗ് ഷാഫ്റ്റ്, കട്ടിംഗ് വീൽഷാഫ്റ്റ്, ചിസൽ, രണ്ട് കട്ടിംഗ് വീലുകൾ, സ്റ്റോപ്പർ, രണ്ട് കംപ്രഷൻ സ്പ്രിങ്ങുകൾ, ഹാൻഡിൽ, ഒരു സ്വിച്ച്,ചെയിൻ ആന്റ് സ്പ്രോക്കറ്റ്, ഒരു ക്യാം-റോളർ ഫോളോവർ സംവിധാനം എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്നു. പവർ, സ്വിച്ച് ഓൺ ചെയ്യുമ്പോൾ, ഡിസി മോട്ടോറിൽ നിന്നുള്ള പവർ ഫ്ലക്സിബിൾ ഷാഫ്റ്റ് വഴി റെസിപ്രോക്കേറ്റിംഗ് ഷാഫ്റ്റിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്നു.

ക്യാം– റോളർ ഫോളോവർ സംവിധാനം റെസിപ്രോക്കേറ്റിംഗ് ഷാഫ്റ്റിന്റെ ഭ്രമണ ചലനത്തെ ചിസലിന്റെ ആവർത്തന ചലനമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. ഇതിലൂടെ തൊലി നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അതോടോപ്പം റെസിപ്രോക്കേറ്റിംഗ് ഷിഫ്റ്റിൽ നിന്നുള്ള പവർ, ചെയിൻ ആന്റ് സ്പ്രോക്കറ്റ് സംവിധാനത്തിലൂടെ കട്ടിംഗ് വീൽ ഷാഫ്റ്റിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി രണ്ട് കട്ടിംഗ് വീലുകളും പ്രവർത്തിച്ച് തൊലിയുടെ ഇരുവശങ്ങളും അടർത്തിയെടുക്കാൻ സാധ്യമാകുന്നു. മരത്തിന് കേടുപാടുകൾ സംഭവിക്കാതെ അടർത്തിയെടുക്കുന്നതിനാണ് സ്റ്റോപ്പർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ചിസലിംഗ് സംവിധാനത്തിന്റെയും, കട്ടിംഗ് വീലുകളുടെയും സംയോജിത പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ജിഗറ്റ് മരത്തിന്റെ തൊലി കാര്യക്ഷമമായും എകീകൃതമായും നീക്കംചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നു.

വിവധ കനത്തിലും (2 എം എം, 3 എം എം), ടൈപ്പുകളിലും (സിംഗിൾ, ബെവൽ എഡ്ജ്, ഡബിൾ ബെവൽ എഡ്ജ്, സ്റ്റാറ്റേർഡ്), റേക്ക് കോണുകളിലുമുള്ള (40 ഡിഗ്രി, 50 ഡിഗ്രി) ബ്ലേഡുകൾ ഉപയോഗിച്ച് തൊലി അടർത്തിയെടുക്കുന്നതിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുകയും പ്രവർത്തന ക്ഷമത വിലയിരുത്തുകയും ചെയ്തു.

മേൽ പറഞ്ഞ ബ്ലേഡുകൾ ഉപയോഗിച്ചപ്പോൾ തൊലിനീക്കം, സെക്കന്റിൽ 0.41 മുതൽ 5.3 ഗ്രാം വരെ വ്യത്യാസ മുള്ളതായി കാണപ്പെട്ടു. സിംഗിൾ ബെവൽ എഡ്ജ് ബ്ലേഡുകൾ മറ്റ് ബ്ലേഡുകളെക്കാൾ മികച്ച പ്രവർത്തനക്ഷമത ലഭിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് രേഖപ്പെടുത്തി. 2 മില്ലീമീറ്റർ കനം, 40 ഡിഗ്രി റേക്ക് കോണുമുള്ള ബ്ലേഡുകൾ മിനിറ്റിൽ 600 ഭ്രമണ വേഗത്തിൽ കറങ്ങുമ്പോൾ തൊലി അടർത്തുന്നതിന് ഏറ്റവും അനുയോജ്യമാണെന്ന് കണ്ടെത്തി. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ ഒരു സെക്കന്റിൽ 4.82 ഗ്രാം എന്ന നിരക്കിൽ തൊലി നീക്കം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നു.

1.5 കിലോഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഈ യന്ത്രം ഉപയോഗിച്ച് മണിക്കൂറിൽ 17 കിലോഗ്രാം തൊലി നീക്കം ചെയ്യാൻ കഴിയും. ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനചിലവ് കിലോഗ്രാമിന് 6.23 രൂപയാണ്. ഈ യന്ത്രത്തിന് 17,000/- രൂപയാണ് ഏകദേശ വില. ലളിതവും, കാര്യക്ഷമവും, അനായാസമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കാമെന്നതും, മരത്തിന്റെ കാതലിന് കൂടുതൽ കേടുപാടുകൾ വരുത്താതെ തൊലി ഇളക്കിയെടുക്കാൻ അനുയോജ്യമാണെന്നതുമെല്ലാം ഈ യന്ത്രത്തിന്റെ സവിശേഷതകളാണ്.