- **સપાટીના વહેણ અને ધોવાણ દ્વારા જમીન અને પાણીના નુકસાનને ઓછું કરો.**
  જમીનના ઢાળની વિરુધ્ધ બાજુએ બંધ-પાળા બાંધી જમીનનું ધોવાણ અટકાવી શકાય. જમીનનો ખાલી પડેલ વિસ્તાર પર અમુક અંતરાલ પર મગફળી તેમજ અન્ય કઠોળ પાકો જેવા કે મગ, અડદ, સોયાબીન વગેરે વાવવાથી જમીનનું ધોવાણ અટકાવી શકાય છે.
- **જંગલોનો નાશ થતો અટકાવવો અને વધુ વૃક્ષો વાવવાં.**
  આગળની ચર્ચા મુજબ જંગલો એ એક કાર્બન સીંક તરીકે વર્તે છે. જેથી જેટલા વધુ જંગલો હશે તેટલા જ સેન્દ્રિય પદાર્થ વધુ પ્રમાણમાં જમીનમાં ભેળવાશે જેથી એટલો જ વધુ કાર્બન જમીનમાં સંગ્રહીત થશે.
- **કૃષિ-વનીકરણને પ્રોત્સાહન આપવું અને પાકની ફેરબદલી કરવી.**
  કૃષિમાં પાક સાથે-સાથે જો શેઢા પાળા ઉપર વિવિધ ફળાઉ વૃક્ષો તેમજ જંગલી વૃક્ષો જેવા કે આમળા, જાંબુ, લીમડો, મલેશીયન નીમ (મીલીયા ડુબીયા) વગેરે વાવવાથી વધારાની આવક પણ મળે છે અને પર્યાવરણનું પણ રક્ષણ થાય છે.

ઉભા પાકમાં પાકના નકામા કચરાનું આચ્છાદન કરવાથી,
- જમીનમાં પુરતો ભેજ જળવાઈ રહે છે.
- નકામું નિંદણનો ઉગાવો ઓછો થાય છે તેમજ
- જમીનમાંના ક્ષારોને ઉપરના સ્તરમાં આવરા રોકી શકાય છે.

લીલો પડવાશ કરવાથી જમીનમાં સેન્દ્રિય ખાતર અને સેન્દ્રિય કાર્બનનો ઉમેરો થવાથી જમીનની ફળદ્રુપતા વધે છે.

કૃષિ વિસ્તરણ પ્રકાશન શ્રેણી : ૩-૧-૫૫ નકલ ૧૦૦૦ કિંમતઃ વિનામૂલ્યે

પ્રાકૃતિક ખેતીમાં સેન્દ્રિય કાર્બનનું મહત્વ

ડો. જી. વી. મારવિયા
ડો. જે. એચ. ચૌધરી
પ્રો. ડી. પી. સાનેપરા
ડો. એમ. એમ. તાજપરા
શ્રીમતિ એચ. એચ. પડસુમ્બીયા
શ્રી એ. બી. ડાભી
શ્રી એસ. આર. રાઠવા

કૃષિ વિજ્ઞાન કેન્દ્ર
જૂનાગઢ કૃષિ યુનિવર્સિટી
તરઘડીયા ૩૬૦૦૨૩ (રાજકોટ.)
વર્ષ : ૨૦૨૨-૨૩

કાર્બન સંચય (Carbon sequestration) એટલે શું ?

કાર્બન સંચય કુદરતી અને કૃત્રિમ પ્રક્રિયા દ્વારા થાય છે. કાર્બન સંચય પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડને વાતાવણમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે અથવા ઉત્સર્જન સ્ત્રોતોમાંથી સમુદ્રો, વાતાવરણમાં (વનસ્પતિ, જમીન અને કાંપ) અને ભૌગોલિક બંધારણોમાં લાંબા સમય માટે સંગ્રહિત થવા દેવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા સીધી કે પરોક્ષ હોઈ શકે છે. વિવિધ પ્રક્રિયાઓ જેવી કે જૈવિક, રાસાયણિક, ભૌગોલિક અથવા ભૌતિક હોઇ શકે છે. જયારે અકાર્બનિક કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પ્રકાશસંશ્લેષણથી અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા જમીનમાં સંગ્રહીત થાય છે તેને કાર્બન ફિક્સેશન કહેવામાં આવે છે. જૈવિક પ્રક્રિયાઓ જે જમીન, ભીની જમીન, જંગલો, મહાસાગરો અને અન્ય નિવશનતંત્રમાં થાય છે તે કાર્બન ડાયોક્સાઇડને સંગ્રહિત કરે છે.

કાર્બન સંચયમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડનો લાંબા ગાળા માટે સંગ્રહ કરી ગ્લોબલ વાર્મિંગ ઘટાડવામાં મદદરૂપ થાય છે. અશ્મિભૂત ઇંધણના ઉપયોગને કારણે ગ્રીનહાઉસ ગેસના વાતાવરણમાં થતા ઉત્સર્જનને ઘટાડવામાં પણ જમીનમાં કાર્બનના સંચયથી મદદ મળી શકે છે. કૃષિમાં કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ ધ્વારા કાર્બનને વાતાવરણમાં ઉત્સર્જન થાય તે પહેલા કુદરતી પ્રકિયાઓથી જમીનમાં સંચય કરી 'વૈશ્વિક કાર્બન ચક્ર' ને સંતુલિત કરી શકાય છે. આ પ્રકિયામાં જમીન એક કાર્બન ડાયોકસાઈડ અથવા કાર્બન સીંક' તરીકે વર્તે છે. કુદરતી પ્રક્રિયાઓ જેવી કે જૈવિક, રાસાયણિક અને ભૌતિક પ્રકિયાઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો કાર્બન ડાયોકસાઈડ જમીનમાં સંગ્રહિત થાય છે. આમ, કાર્બનનો સંચય પ્રાકૃતિક ખેતીમાં પણ ઘણો ઉપયોગી નીવડે છે.

જમીનમાં કાર્બન સંચય શા માટે જરૂરી છે ?

- **આધુનિક ટેકનોલોજી દ્વારા હવામાંના ગ્રીનહાઉસ ગેસની સાંદ્રતા ઘટાડવા માટે**

  આજના સમયમાં વધતા વાહનો અને ઉદ્યોગોના કારણે હવામાં પ્રદુષકો જેવા કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, કાર્બન મોનોક્સાઇડ, સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ વગેરે જેવા વાયુઓના કારણે પૃથ્વીનું સરેરાશ તાપમાન વધી રહ્યું છે જેના કારણે કૃષિમાં પાક ઉત્પાદન અને જમીનના સ્વાસ્થ્ય ઉપર માઠી અસર પડી રહી છે.

- **પ્રદુષિત તત્વોની માત્રા ઘટાડી જમીનમાં કાર્બનનું પ્રમાણ વધારવા માટે**

  ઔદ્યોગીકરણના વધતા વ્યાપને કારણે જમીન, નદીઓ પ્રદુષિત થવાથી વાતાવરણમાં

પ્રદુષકો ભળવાથી માનવ સ્વાસ્થ્ય ઉપર હાનીકારક અસરો થવાથી માનવજીવનમાં રોગોનું પ્રમાણ વધી રહ્યું છે. આથી હવામાં ભળતા ઝેરી પ્રદુષકોને અટકાવી હવામાં રહેલ કાર્બનને જમીનમાં સંચય કરવો જરૂરી છે.

- **જમીનનો બાંધો તથા જમીન સુધારણા કરી પાક ઉત્પાદન વધારવા માટે**

  સામાન્ય રીતે કોઈપણ છોડની સંરચનામાં મુખ્યત્વે ત્રણ તત્વો જેવા કે, કાર્બન, ઓક્સીજન, હાઇડ્રોજન અનુક્રમે ૪૫%, ૪૫% અને ૬% જેટલો હિસ્સો ધરાવે છે. બાકીના ૪% માં અન્ય તત્વો ભાગ ભજવે છે જે નીચે મુજબ કોષ્ટકમાં આપેલ છે.

ક્રમ	તત્વ	હિસ્સો	ક્રમ	તત્વ	હિસ્સો
૧.	નાઇટ્રોજન	૧.૫%	૪.	મેગ્નેશિયમ	૦.૨%
૨.	પોટેશિયમ	૧.૦%	૫.	ફોસ્ફરસ	૦.૨%
૩.	કેલ્શિયમ	૦.૫%	૬.	સલ્ફર	૦.૧%

જમીનમાં કાર્બન કેટલો સંગ્રહ (સંચય) કરી શકાય?

- સામાન્ય રીતે જંગલની જમીનમાં લગભગ ૩-૫% થી લઈને કૃષિની જમીનમાં ૦.૫% થી ઓછા પ્રમાણમાં સેન્દ્રિય કાર્બન હોય છે.
- જમીનના ઉપરના સ્તરમાં સેન્દ્રિય કાર્બન ઉચ્ચતમ પ્રમાણમાં હોય છે. જો ૩૦ સે.મી. સુધીની જમીનની ઊંડાઈ પર ૧% સેન્દ્રિય કાર્બન હોય, તો ૧ હેક્ટર જમીનમાં સંગ્રહિત સેન્દ્રિય કાર્બન નું વજન લગભગ ૪૨ ટન હોઈ શકે છે.
- જમીનમાં ઉપલબ્ધ સેન્દ્રિય કાર્બનની વાસ્તવિક માત્રા ઘણા પરિબળો પર આધારિત છે, જેમ કે વ્યવસ્થાપન પદ્ધતિઓ, જમીનનું ધોવાણ, રસાયણોનો વધુ પડતો ઉપયોગ, વરસાદ, તાપમાન, જમીનનો ભેજ વગેરે.

કાર્બન સંચયના વિવિધ સ્ત્રોત :

- વાતાવરણમાં કાર્બન દૂર કરવા માટે મુખ્યત્વે બે સ્ત્રોત છે. કુદરતી મહાસાગરો અને વનસ્પતિઓ અને અન્ય સજીવ છે જે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા વાતાવરણમાંથી કાર્બનને બાયોમાસમાં સામેલ કરીને દૂર કરવા માટે કરે છે. મહાસાગરો વિશ્વમાં અત્યાર સુધીમાં સૌથી મોટા પ્રમાણમાં કાર્બનનો સંગ્રહ કરે છે. ૯૩ ટકા જેટલા કાર્બન ડાયોક્સાઈડનો સંચય શેવાળ, વનસ્પતિ અને કોરલ સમુદ્રમાં થાય છે. પરંતુ મહાસાગરો અશ્મિભૂત

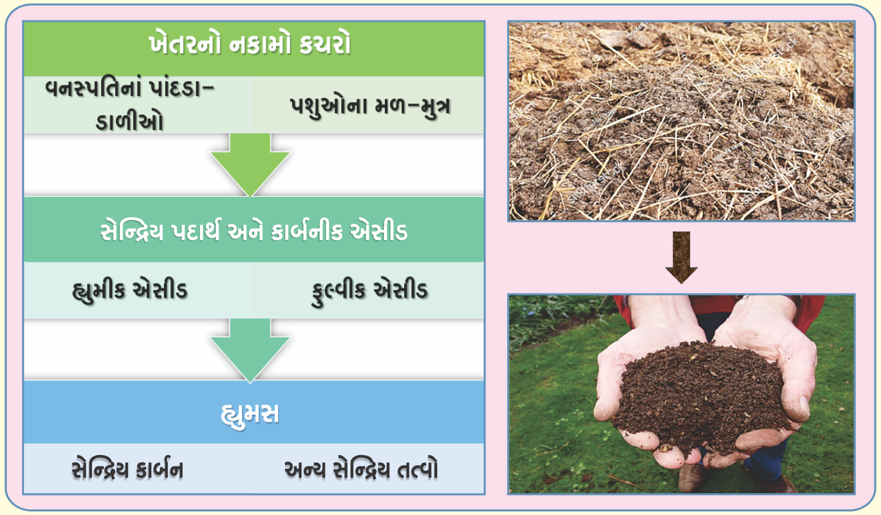
ઇંધણના બળતણથી મુક્ત થતાં તમામ કાર્બન ડાયોક્સાઇડને શોષી શકતા નથી.

- પ્રાણીઓ દ્વારા પણ કાર્બન સમગ્ર જીવનકાળ દરમિયાન સંચય થાય છે જેમ કે સૂર્યના પ્રકાશના કારણે પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દ્વારા કાર્બન ડાયોક્સાઈડને હવામાંથી ખેંચી છોડ પોતાનો ખોરાક બનાવે છે. ખાદ્ય ચક્ર દ્વારા છોડમાં જે કાર્બન બને છે તેમને અન્ય પ્રાણીઓ ખાય છે તે પ્રાણીઓ તેમના ખોરાકમાંથી પણ કાર્બન મેળવે છે.જે પ્રાણીઓના ઉત્સર્જન દ્વારા પાછો જમીનમાં ભળી જાય છે.
- કાર્બન સંચયમાં જંગલો મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. જંગલને કાર્બન સિંક ગણવામાં આવે છે. કારણ કે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા કાર્બન વાતાવરણમાંથી શોષાય છે. તે જંગલમાં બાયોમાસ (એટલે કે ડાળીઓ, શાખાઓ, મૂળ અને પાંદડા) માં શર્કરા રૂપે જમા થાય છે અને આ બાયોમાસ જમીનમાં ભળતાં સડીને સેન્દ્રિય પદ્યર્થમાં રૂપાંતર થાય છે. આમ, આ રીતે કાર્બન પાછો જમીનમાં ભળી જાય છે.
- એટલે કે વધુ વૃક્ષો વાવવાથી અને સામાજીક વનીકરણ અપનાવવાથી વાતાવરણમાં રહેલા હાનીકારક સ્તરના કાર્બનને ઘટાડી પરોક્ષ રીતે જમીનમાં સંચય કરી શકાય તેમ છે.
- આથી ઉપરોક્ત ચર્ચાથી ચરિતાર્થ થાય છે કે જમીનમાં જેમ સેન્દ્રિય પદાર્થ વધુ હશે તેમ જમીનમાં સેન્દ્રિય કાર્બન પણ વધુ હશે અને તેથી જમીનનું સ્વાસ્થ્ય પણ સારુ હશે. આપણને એક પ્રશ્ન થાય કે આ સેન્દ્રિય પદાર્થ એટલે શું અને તે ક્યાંથી મળે? તો, મિત્રો આગળની ચર્ચામાં આપણે સેન્દ્રિય પદાર્થ વીશે જાણીશું.

સેન્દ્રિય પદાર્થ અને સેન્દ્રિય કાર્બન

- પશુ-પક્ષીઓના મૃતદેહો, અવશેષો અને વનસ્પતિઓના અવશેષો વિવિધ સુક્ષ્મ જીવાણુંઓની મદદથી જ્યારે સડે છે ત્યારે તે વિઘટન પામી જમીનમાં તેના કણો છુટા પડે છે. જે સેન્દ્રિય પદ્યર્થ તરીકે ઓળખાય છે.
- આવા સેન્દ્રિય પદાર્થના સડવાથી જે પણ પેદાશ બને છે તેમાંથી વિવિધ જૈવ-રાસાયણીક પ્રક્રિયાથી જમીનમાં કાર્બન છુટો પડી સંગ્રહિત થાય છે.જેને સેન્દ્રિય કાર્બન કહેવાય છે. જે વનસ્પતિના મુળ દ્વારા શોષણ થઇ પાક ઉત્પાદનમાં મહત્વની ભુમિકા ભજવે છે.
- હંમેશાં જમીનનું સ્વાસ્થ્ય ઉચ્ચ કાર્બનિક દ્રવ્યોની સામગ્રી અને ઉચ્ચ સેન્દ્રિય કાર્બન જમ્ થવાની ક્ષમતા ઉપર આધાર રાખે છે.

- વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ દ્વારા ઉત્પાદીત કચરો જેવો કે ડાળીઓ-પાંદડા, પશુઓનું મળ-મૂત્ર વગેરે વિવિધ તબક્કામાં સડે છે. જેમાંથી વિવિધ પ્રકારના કાર્બનીક એસીડ્સ જેવા કે **હ્યુમીક એસીડ, ફુલ્વીક એસીડ, હ્યુમીન** વગેરે જમીનમાં ઉમેરાય છે તેમજ અન્ય છોડના વિકાસ માટે ગ્રોથ પ્રમોટર જેવા કે **ઓક્ઝીન્સ, જીબરેલીન્સ, ઈથીલિન** બને છે અને જમીનમાં સંગ્રહીત થાય છે અને પાક ઉત્પાદનમાં મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.
- આશરે જમીનમાં રહેલો ૬૦% સેન્દ્રિય પદાર્થ કાર્બનનો બનેલો છે, જ્યારે બાકીનો ૪૦% સેન્દ્રિય પદાર્થ કેલ્શિયમ, હાઇડ્રોજન, ઓક્સિજન અને નાઇટ્રોજન વગેરે જેવા અન્ય મહત્વપૂર્ણ તત્વો ધરાવે છે.
- યોગ્ય કૃષિ વિજ્ઞાનની પદ્ધતિઓ અપનાવવાથી જમીન કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુની જમ્રી માટે સિંક તરીકે કામ કરવામાં મદદ મળી શકે છે.



વિશ્વમાં કૃષિક્ષેત્રમાં કાર્બનનું યોગદાન

- વિશ્વભરમાં, લગભગ ૮૦% સેન્દ્રિય કાર્બન પ્રથમ મીટર જમીનની ઊંડાઈમાં સંગ્રહિત થાય છે.
- જમીનમાં રહેલા સેન્દ્રિય પદાર્થ એ જમીનની ઉત્પાદકતા માટે પાયાનું અંગ છે અને તે વાતાવરણ, વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ અને જમીન દ્વારા રિસાયકલ થાય છે. જે કોઈપણ

પાકની તંદુરસ્તી અને ઉત્પાદન માટે જવાબદાર છે તેમજ સૂક્ષ્મજીવાણુઓ અને અન્ય જમીનમાં રહેલા સજીવો માટે ખોરાક પૂરા પાડે છે અને છોડને પાણી, હવા અને પોષક તત્વોના પુરવઠાને નિયંત્રિત કરે છે.

- સ્વસ્થ જમીન આબોહવા પરિવર્તન (ક્લાયમેટ ચેન્જ) સામે લડવામાં મદદરૂપ થઈ શકે છે કારણ કે વધારે પ્રમાણમાં સેન્દ્રિય પદાર્થ ધરાવતી જમીનમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડ સંચયની વધારે ક્ષમતા હોય છે. જેનાથી હવામાંનો કાર્બન ડાયોક્સાઈડ જમીનમાં સંચય કરી કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું પ્રદુષણ ઘટાડી શકાય છે.
- વધુ પડતા રસાયણોના ઉપયોગ અને આડેધડ પાક વ્યવસ્થાપન પદ્ધતિઓના પરિણામે જમીનમાં કાર્બનનો મોટા પ્રમાણમાં વ્યય થયો છે. જેની ઘણી બધી આડ-અસરો આજે જોવા મળી રહી છે.

જમીનમાં સેન્દ્રિય કાર્બનનું પ્રમાણ વધારવા માટે લેવાતા જરુરી પગલા

- **નો-ટીલેજ અથવા ન્યૂનતમ ખેડાણ અપનાવવું તથા પાક અવશેષોનું વ્યવસ્થાપન કરવું.**

  નો-ટીલ એક સંરક્ષણ ખેડાણ પ્રથા છે જેમાં કાપણીના અવશેષને ત્યાં જ ખેતરમાં જ છોડી દેવામાં આવે છે, જે માટીમાં ન્યૂનતમ વિક્ષેપ ઉત્પન્ન કરે છે. પાકની કાપણી કર્યા પછીના પાકના બાકી રહેલા અવશેષોને બાળવા કરતાં અવશેષોને જમીનમાં દાટી જમીનમાં સેન્દ્રિય પદાર્થ ઉમેરાય છે. જે જમીનની ફળદ્રુપતા વધારે છે અને પાક ઉત્પાદન વધારે છે.
- **સેન્દ્રિય ખાતરો જેવા કે છાણિયું ખાતર, કમ્પોસ્ટ ખાતર, બાયોફર્ટીલાઈઝરનો વધુ ઉપયોગ કરવો તેમજ સંકલીત પોષણ વ્યવસ્થાપન અપનાવવું.**

  સામાન્ય રીતે છાણીયું ખાતર અથવા પાક અવશેષોનું યોગ્ય રીતે વ્યવસ્થાપન કરી કમ્પોષ્ટ ખાતર બનાવી શકાય. તેમજ વિવિધ નાઈટ્રોજન માટે રાઈઝોબીયમ, એઝેટોબેક્ટર, એઝોસ્પાઈરીલમ, એસીટોબેક્ટર; ફોસ્ફરસ માટે બેસીલસ, સ્યુડોમોનાસ; પોટાશ, ઝીંક માટે જીવાણું કલ્ચર (બાયોફર્ટીલાઈઝર) નો ઉપયોગ કરવો. તેમજ પ્રાકૃતીક કૃષિ માટે જીવામૃત, બીજામૃત, ઘન જીવામૃત વગેરેનો ઉપયોગ કરવો.

- **યોગ્ય ખેતી પ્રણાલી અપનાવવી (પશુપાલન આધારિત).**

  ખેતરમાં સંપુર્ણ વિસ્તારમાં એક જ પાક ન વાવતાં અલગ-અલગ પાક લેવામાં આવે તેમજ માત્ર કૃષિ ઉપર અધાર ન રાખતાં પશુ-પાલન પણ સાથે કરવામાં આવે તો પશુ-પાલનની આડપેદાશ જેવા કે છાણીયું ખાતર, મળ-મુત્ર તેમજ દેશી ગાય આધારીત જીવામૃત, બીજામૃત, ઘન જીવામૃત પણ ઘર આંગણે બનાવી શકીએ.
- **કવર પાકો/લીલો પડવાસ/ક્રોપ રોટેશનનો સમાવેશ કરવો.**

  પાકની ફેરબદલીમાં કઠોળ પાકોનો સમાવેશ કરવાથી જમીનમાં નાઈટ્રોજનનું સ્થીરીકરણ થવાથી જમીનની ફળદ્રુપતા જળવાઈ રહે છે.

  દા.ત. મગફળી(ચોમાસુ)-ચણા (શિયાળુ)-બાજરી (ઉનાળુ)

  તલ+મગફળી (ચોમાસુ)-ઘઉં+ચણા (શિયાળુ)-મગ (ઉનાળુ)

  સામાન્ય રીતે લીલો પડવાશ ત્રણ પધ્ધતિથી કરી શકાય.

  ૧) ખેતરમાં કઠોળ વર્ગના પાકને ઉગાડીને ફુલ આવવાની અવસ્થાએ તે જ ખેતરમાં જમીનમાં દબાવી દેવો.

  ૨) ખેતર બહારના વૃક્ષ, ક્ષુપના પાંદડા અને કુમળી ડાળીઓ લાવી ખેતરની જમીનમાં દબાવી દેવા.

  ૩) લીલા પડવાશના પાકોને ખેતરમાં ઉગાડી, તેનું કમ્પોષ્ટ બનાવી ખેતરમાં ઉપયોગ કરવો.

  લીલા પડવાશ માટે **શણ, ઈક્કડ, ગુવાર, ચોળા, અડદ, ગ્લિશરીડીયા** વગેરે પાકો વાવી શકાય.
- **પાકમાં વચ્ચેની ખુલી જગ્યામાં પાક અવશેષોના કચરાનું આચ્છાદન કરવું.**

  વાવેતરની કામગીરી પહેલાં અને તે દરમિયાન, જમીનની સપાટી પરના પાછલા વર્ષના પાકના અવશેષો છોડી જમીનને ઢાંકી કવર પુરું પાડે છે. જે ખેતરની અન્ય કામગીરી જેવી કે નિંદામણ, આંતરખેડ વગેરે ઘટાડીને જમીનને બચાવે અને પવનથી બચાવવા કવચની જેમ એક રક્ષણાત્મક કવચ તરીકે વર્તે છે. ઉપરાંત, પાકના અવશેષો જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખે છે અને નિંદામણનો ઉગાવો અટકાવે છે તેમજ જમીનમાંના ક્ષારોને ઉપર આવતા અટકાવી જમીનની ગુણવત્તા જાળવી રાખે છે.