NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE

सब्जी उत्पादन में मल्चिंग तकनीक

[1]डॉ. लालू प्रसाद [2]डॉ. बी. आर. बरैया, [3]डॉ. प्रियंका गुर्जर, [4]नीलम भंडारी

1. प्रस्तावना और भारतीय परिप्रेक्ष्य:

भारत वर्तमान में सब्जी उत्पादन में विश्व स्तर पर द्वितीय स्थान पर है। नवीनतम आंकड़ों के अनुसार, देश में लगभग 10.29 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में सब्जियों की खेती की जाती है, जिससे कुल उत्पादन 176.17 मिलियन टन (MT) प्राप्त होता है। इस उत्पादन क्षमता को और अधिक वैज्ञानिक और संसाधन-कुशल बनाने में 'मल्चिंग' एक अनिवार्य तकनीक सिद्ध हुई है।

मल्चिंग की परिभाषा: यह मृदा की सतह को कृषि अवशेषों या सिंथेटिक प्लास्टिक फिल्मों से ढकने की एक वैज्ञानिक प्रक्रिया है, जिसका उद्देश्य जड़ क्षेत्र के तापमान को अनुकूलित करना, नमी का संरक्षण करना और खरपतवारों का दमन करना है।

ऐतिहासिक विकास: प्राकृतिक मल्चिंग सदियों से प्रचलित रही है, लेकिन 1938 में पॉलीथीन के आविष्कार और 1950 के दशक के आरंभिक व्यावसायिक उपयोग ने प्लास्टिक मल्चिंग (Plasticulture) को वैश्विक स्तर पर स्थापित किया। यह तकनीक न केवल फसल विकास की दर को तीव्र करती है, बल्कि बाजार की मांग के अनुरूप 7-14 दिन पहले कटाई सुनिश्चित कर किसानों को बेहतर वित्तीय लाभ प्रदान करती है।**लैम्पकिन (1990):** एक उत्पादन प्रणाली जो कृत्रिम रूप से यौगिक उर्वरकों, वृद्धि नियंतकों, और पशुधन आहार योजकों के उपयोग से बचती है या बड़े पैमाने पर बहिष्कृत करती है।

2. मल्चिंग के तकनीकी उद्देश्य

वरिष्ठ वैज्ञानिक दृष्टिकोण से मल्चिंग के उद्देश्य केवल नमी संरक्षण तक सीमित नहीं हैं, बल्कि इसके गहरे जैविक और भौतिक लाभ हैं:

- **संसाधन संरक्षण और मृदा लवणीयता प्रबंधन:** प्लास्टिक मल्च जल के प्रति पूर्णतः अपारगम्य (impermeable) होती है, जो वाष्पोत्सर्जन की दर को न्यूनतम कर सिंचाई अंतराल को बढ़ाती है। शुष्क क्षेत्रों में यह केशिका क्रिया द्वारा नमक युक्त पानी के ऊपर आने की प्रक्रिया को रोकती है, जिससे मृदा लवणीयता का प्रभावी प्रबंधन होता है।
- **सूक्ष्म-जलवायु और CO_2 संवर्धन:** मल्च फिल्म के नीचे उच्च सूक्ष्मजीव गतिविधि के कारण कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के स्तर में वृद्धि होती है। यह 'चिमनी प्रभाव' के माध्यम से पौधों के रंध्रों के पास CO_2 की उपलब्धता बढ़ाता है, जिससे प्रकाश संश्लेषण और पौधों की वृद्धि बेहतर होती है।
- **जैविक और वेक्टर नियंत्रण:** यह मृदा जनित रोगजनकों के लिए एक भौतिक बाधा के रूप में कार्य करती है और कीट-जनित विषाणु रोगों (Viral diseases) के प्रसार को कम करती है।
- **मृदा संरचना का संरक्षण:** यह वर्षा की बूंदों के सीधे प्रभाव (kinetic energy) को सोख लेती

[1]डॉ. लालू प्रसाद [2]डॉ. बी. आर. बरैया, [3]डॉ. प्रियंका गुर्जर, [4]नीलम भंडारी
[1]उद्यान विभाग -राजमाता विजयाराजे सिंधिया कृषि विश्व विद्यालय ग्वालियर -कैंपस सीहोर(म.प्र)
[2]पादप कार्यिकी विभाग - राजमाता विजयाराजे सिंधिया कृषि विश्व विद्यालय ग्वालियर -कैंपस सीहोर(म.प्र)
[3]उच्च शिक्षा उत्कृष्टता संस्थान ,भोपाल
[4]पी आई टी एम -पिथौरागढ़ (यू.के)

है, जिससे मृदा अपरदन (soil erosion) **रुकता है और मृदा संघनन (compaction) नहीं होता, जिससे फसल अवधि के दौरान मिट्टी का वातन (aeration) बना रहता है।**

3. मल्चिंग के प्रकार: कार्बनिक बनाम अकार्बनिक

कार्बनिक मल्च

ये प्राकृतिक सामग्री से निर्मित होती हैं जो समय के साथ अपघटित होकर पोषक तत्वों को मिट्टी में वापस लौटाती हैं।

- **मुख्य प्रकार:** धान का पुआल, सूखी पत्तियां (गन्ना/केला), जलकुंभी, चूरा (sawdust) और धान की भूसी।
- **वैज्ञानिक विशिष्टता:** चूरा और पुआल जैसे उच्च C:N अनुपात वाली सामग्री के अपघटन के दौरान सूक्ष्मजीवों को अतिरिक्त नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है, अतः इनके उपयोग के समय नाइट्रोजन की अनुपूरक मात्रा देना अनिवार्य है।

अकार्बनिक मल्च

इसमें मुख्य रूप से LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) का उपयोग किया जाता है।

- **LLDPE की श्रेष्ठता:** आर्थिक दृष्टि से LLDPE फिल्म की लागत LDPE की तुलना में **एक-तिहाई से भी कम** होती है, जो इसे व्यावसायिक खेती के लिए अत्यधिक व्यवहार्य बनाती है।
- **अन्य सामग्री:** पत्थरों और बजरी (Rocks/Gravel) का उपयोग मुख्य रूप से ऊष्मा संरक्षण और सौंदर्यीकरण के लिए किया जाता है।

4. प्लास्टिक मल्च के रंगों का गहन विश्लेषण

मल्च के रंग का चयन पौधों के मेटाबॉलिज्म और प्रकाश की तरंग दैर्ध्य (wavelength) के प्रभाव पर आधारित होता है:

- **काला** -यह सौर विकिरण को पूर्णतः अवशोषित करता है, जिससे खरपतवारों का प्रकाश संश्लेषण रुक जाता है। यह मृदा के तापमान को बढ़ाता है और नमी के नुकसान को न्यूनतम करता है।
- **लाल/काला** -विशेष रूप से **टमाटर** की फसल के लिए अनुशंसित। यह विकिरण को परावर्तित कर पादप कैनोपी (canopy) तक पहुँचाता है, जिससे **R:FR (Red to Far-Red)** प्रकाश अनुपात बदल जाता है। यह पौधों के मेटाबॉलिज्म और फूलों के विकास में सकारात्मक परिवर्तन लाता है, जिससे उपज में भारी वृद्धि होती है।
- **सिल्वर/काला** -यह चांदी जैसी सतह से प्रकाश परावर्तित कर एफिड्स (aphids) और थ्रिप्स जैसे कीटों को विकर्षित करता है, जिससे वायरल रोगों का प्रकोप कम होता है।
- **पारदर्शी (Clear):** इसका उपयोग मुख्य रूप से **मृदा सौरीकरण (Soil Solarization)** के लिए किया जाता है ताकि मृदा जनित रोगाणुओं को नष्ट किया जा सके। नर्सरी बेड के लिए यह 100% अंकुरण सुनिश्चित करता है।
- **पीला/काला** -विशिष्ट कीटों को आकर्षित कर उन्हें 'ट्रैप' करने के लिए उपयोग किया जाता है।

- **सफेद/काला** -यह अत्यधिक गर्मी वाले क्षेत्रों में मृदा को ठंडा रखने (Soil cooling) के लिए उपयुक्त है।

5. तकनीकी विनिर्देश और चयन मानदंड

फसल की प्रकृति और अवधि के आधार पर मल्च की मोटाई का चयन अत्यंत महत्वपूर्ण है:

मल्च सामग्री / फसल श्रेणी	अनुशंसित मोटाई / गहराई	विशिष्ट अनुप्रयोग
प्लास्टिक (अल्पकालिक - Annuals)	20-25 माइक्रोन	सब्जियाँ (टमाटर, मिर्च, भिंडी)
प्लास्टिक (द्विवार्षिक - Biennials)	40-50 माइक्रोन	मध्यम अवधि की फसलें
प्लास्टिक (बहुवर्षीय - Perennials)	50-100 माइक्रोन	फलदार वृक्ष और बागान
खाद (Compost)	3-4 इंच	मृदा पोषण हेतु
सूखी पत्तियां (Dry Leaves)	6 इंच	नमी संरक्षण
घास (Grass clippings)	2-3 इंच	खरपतवार दमन

- **डिग्रेडेबल मल्च:** फोटो-डिग्रेडेबल (UV प्रकाश द्वारा अपघटित) और बायो-डिग्रेडेबल (स्टार्च आधारित) फिल्में पर्यावरण अनुकूल विकल्प हैं जो अंततः मिट्टी में मिल जाती हैं।

6. मल्चिंग बिछाने की वैज्ञानिक तकनीक

सब्जियों के लिए: उठी हुई क्यारियां (Raised beds) तैयार कर उर्वरकों की आधार मात्रा डालें। फिल्म के किनारों (10 सेमी) को 7-10 सेमी गहरे खांचे में 45-डिग्री के कोण पर मिट्टी से दबाएं।

1. **फलों के बागों (Orchards) के लिए:** मल्चिंग का क्षेत्रफल वृक्ष की कैनोपी के बराबर होना चाहिए। **कठोर मृदा (Hard Soil)** वाले क्षेत्रों में, मल्चिंग क्षेत्र के चारों कोनों पर **1’x1’x2’ गहरे गड्ढे (trenches)** बनाएं और उन्हें बजरी या पत्थरों से भरें। इसके ऊपर फिल्म बिछाकर अर्ध-गोलाकार छेद करें ताकि सिंचाई का पानी सीधे गड्ढों के माध्यम से जड़ों तक पहुँचे।
2. **सिंचाई प्रबंधन:** ड्रिप लेटरल को हमेशा मल्च के नीचे रखा जाना चाहिए। वैज्ञानिक शोधों के अनुसार, **बिना छिद्र वाली (Unperforated)** मल्च में पानी का वितरण और केशिका गति बेहतर होती है, जबकि जल भराव की स्थिति में छिद्रित मल्च प्रभावी है।
3. **सावधानियां:** फिल्म को बहुत कसकर न खींचें (Shrinkage/Expansion के लिए जगह छोड़ें)। अत्यधिक गर्मी में मल्चिंग न करें, अन्यथा पौधों में **'झुलसने' (Burning/Scorching)** की समस्या आ सकती है।

7. फसल-वार केस स्टडीज और उपज डेटा

विभिन्न PFDC केंद्रों के आंकड़ों से मल्चिंग की प्रभावशीलता स्पष्ट होती है:

वैज्ञानिक अवलोकन: मूंगफली में 15

फसल	स्थान / केंद्र	मल्च विनिर्देश	उपज वृद्धि (%)	अतिरिक्त आय (रु./हे.)
टमाटर	**रायसेन (MP)**	25 माइक्रोन प्लास्टिक	**65.4%**	**43,210**
टमाटर	**राजगढ़ (MP)**	25 माइक्रोन प्लास्टिक	79.2%	22,764
भिंडी	**बरेली (UP)**	25 माइक्रोन प्लास्टिक	54.0%	6,400
मिर्च	**नवसारी (गुजरात)**	50 माइक्रोन ब्लैक	60.1%	10,140
मूंगफली	**अलियारनगर**	**15 माइक्रोन LLDPE**	उच्च पॉड उपज (1337 kg/ha)	7,300
मक्का	**राजेंद्रनगर (AP)**	25 माइक्रोन प्लास्टिक	44.6%	9,800

माइक्रोन LLDPE फिल्म ने 20 और 25 माइक्रोन की तुलना में बेहतर परिणाम दिए, जिससे स्पष्ट होता है कि कम मोटाई भी नमी संरक्षण में उतनी ही प्रभावी है। साथ ही, इससे जड़ों में बेहतर **नोड्यूलेशन (nodulation)** देखा गया है।

8. आर्थिक विश्लेषण: भिंडी (Economic Analysis)

भिंडी की फसल का तुलनात्मक वित्तीय विश्लेषण (60% क्षेत्र कवरेज और 50-माइक्रोन फिल्म के आधार पर):

विवरण	ब्लैक LLDPE मल्च (रु./हे.)	नियंत्रण/बिना मल्च (रु./हे.)
खेती की लागत	16,000	21,000
मल्च फिल्म लागत (120 रु./किग्रा)	16,600	--
कुल मौसमी निवेश	**32,600**	**21,000**
औसत उपज (किग्रा/हे.)	11,660	7,770
शुद्ध आय (6 रु./किग्रा पर)	**37,360**	**25,620**
लाभ-लागत अनुपात (B:C Ratio)	**1.45: 1**	--

9. सीमाएं और भविष्य की सिफारिशें

चुनौतियां: उच्च प्रारंभिक निवेश, मल्च निष्कासन (Removal) में कठिनाई, और प्लास्टिक अवशेषों का पशुओं के लिए हानिकारक होना प्रमुख चिंताएं हैं।

NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE

वैज्ञानिक सिफारिशें:

- **मशीनीकरण:** मल्च बिछाने और निकालने के लिए कम लागत वाली मशीनों (Low-cost machinery) का विकास किया जाना चाहिए।
- **नीतिगत सहायता:** LLDPE के बड़े पैमाने पर उत्पादन और सरकारी सब्सिडी/बैंक ऋण के माध्यम से इसकी पहुँच छोटे किसानों तक बढ़ानी चाहिए।
- **प्रसार:** PFDC (Precision Farming Development Centres) के माध्यम से किसानों के खेतों पर बड़े पैमाने पर प्रदर्शन आयोजित किए जाने चाहिए।

10. निष्कर्ष

बदलती जलवायु और घटते जल संसाधनों के युग में, मल्चिंग भारतीय किसानों के लिए, विशेष रूप से शुष्क क्षेत्रों में, एक अनिवार्य तकनीक है। यह न केवल 20% से 75% तक पानी की बचत करती है, बल्कि लवणीय मृदा के सुधार और गुणवत्तापूर्ण उत्पादन में भी सहायक है। दीर्घकालिक कृषि स्थिरता के लिए इस वैज्ञानिक तकनीक को अपनाना समय की मांग है।