www.krishipravahika.com

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका, (2022) वर्ष 2, अंक 2, 24-32

Article ID: 142

फसल अवशेषों का वैकल्पिक प्रबंधन

बाबू लाल धायल*, ओम प्रकाश जीतरवाल*, जितेन्द्र सिंह बम्बोरिया, शांति देवी बम्बोरिया***, केशर मल चौधरी******

*चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय हिसार (हरियाणा)

**महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय उदयपुर (राजस्थान)

***भारतीय मक्का अनुसन्धान संस्थान लुधिआना (पंजाब)

****श्री कर्ण नरेंद्र कृषि विश्वविद्यालय जोबनेर (राजस्थान)

भारत में विभिन्न फसलों के उगने से प्रतिवर्ष लगभग 683 मिलियन टन फसल अवशेषों का उत्पादन किया जाता है, जिसका एक बड़ा हिस्सा चारे, ईंधन और विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में उपयोग किया जाता है। इसके बावजूद लगभग 178 मिलियन टन अधिशेष फसल अवशेष देश भर में उपलब्ध रहता हैं। अनुमानित 87 मिलियन टन अधिशेष फसल अवशेष विभिन्न फसल भूमि में जला दिए जाते है। यह विडंबना ही है कि एक ओर जहां हमारे पास पशुओं के चारे, जैव ईंधन और खाद की कमी है, वहीं दूसरी ओर काफी मात्रा में फसल अवशेष या तो बर्बाद हो जाता है या जला दिया जाता है। यह न केवल प्राकृतिक नवीकरणीय संसाधनों का एक बड़ा नुकसान है, बल्कि ग्रीनहाउस गैस (जीएचजी) उत्सर्जन और पर्यावरण प्रदूषण का भी एक स्रोत है। फसल अवशेष दहन से हर साल सर्दियों की शुरुआत के दौरान उत्तरी भारत में बड़े पैमाने पर प्रदूषण होता है। दिल्ली और आसपास के क्षेत्रों में कम हवा के साथ तापमान में गिरावट के कारण प्रदूषण का प्रभाव और तेज हो जाता है।

दिल्ली में विशेषकर नवंबर के पहले 10 दिनों के दौरान पीएम 10 की सघनता में 30 प्रतिशत से 35 प्रतिशत योगदान फसल अवशेष दहन का रहता है। चावल, गेहूं, गन्ना, मक्का, कपास, सोयाबीन एवं सरसों के फसल अवशेष मुख्य रूप से जलाये जाते है। भारत में वार्षिक रूप से फसल अवशेषों को जलाने से लगभग 627 किलो टन पी.एम. 10 और 4677 किलो टन कार्बन मोनोऑक्साइड वायुमंडल में उत्सर्जित होते है। फसल अवशेष जलाने से सल्फर ऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, अमोनिया और वाष्पशील कार्बनिक यौगिक भी निकलते है। विभिन्न फसल अवशेषों की वायु प्रदूषण उत्सर्जन तीव्रता भी भिन्न होती है। विभिन्न प्रकार के फसल अवशेषों के जलने से उत्सर्जित पी.एम 2.5 (ग्राम प्रति किलोग्राम) का क्रम इस प्रकार हैः गन्ना (12.0) > मक्का (11.2) > कपास (9.8) > चावल (9.3) > गेहूं (8.5)।

फसल अवशेषों के दहन के मुख्य कारण

धान के भूसे को खेत से हटाना श्रमसाध्य प्रक्रिया है। महात्मा गांधी राष्ट्रीय ग्रामीण रोजगार गारंटी अधिनियम (2006) ने व्यापक स्तर पर रोजगार देकर श्रम संकट को जन्म दिया अतः धीरे-धीरे किसानो को चावल की कटाई हेतु यांत्रिक विधियों को अपनाना पड़ा। यांत्रिक कटाई में भूसे को जमीन से 15 सेमी या इससे ज्यादा ऊंचाई से काटना पड़ता है अन्यथा चावल के दाने का नुकसान होता है। अतः कंबाइन हार्वेस्टर बड़ी मात्रा में खड़े एवं बिखरे हुए भूसे को खेत में छोड़ देता है जिसके कारण खेत गेहूं की फसल लगाने के लिए उपयुक्त नहीं रह पाता है। चावल की फसल की कटाई और गेहूं की बुवाई के बीच संकीर्ण समयरेखा भी किसानों को फसल जलाने के लिए मजबूर करता है। अधिशेष फसल अवशेष से किसानो को कोई आकर्षक मौद्रिक वापसी एवं फायदा नहीं मिल पाता है और फसल अवशेषों के संग्रह में काफी संख्या में श्रम लगती है अतः किसान खेत से अवशेषों को इकट्ठा करने में रूचि न लेकर यथास्थान जलाना ही ठीक समझते है।

फसल अवशेषों के दहन के दुष्परिणाम

फसल अवशेषों के दहन से ग्रीन हाउस गैसों, एरोसोल जैसे कार्बन मोनो ऑक्साइड, मीथेन, नाइट्रोजन ऑक्साइड और अन्य हाइड्रोकार्बन का उत्सर्जन होता है। अवशेष जलाने पर चावल के भूसे में मौजूद कार्बन का 70 प्रतिशत हिस्सा कार्बन डाई ऑक्साइड, 7 प्रतिशत कार्बन मोनो ऑक्साइड और 0.66 प्रतिशत मीथेन के रूप में उत्सर्जित होता है जबकि नाइट्रोजन का 2.09 प्रतिशत हिस्सा नाइट्रस ऑक्साइड के रूप में उत्सर्जित होता है। साथ ही फसल अवशेष जलाने से बड़ी मात्रा में पार्टिकुलेट का भी उत्सर्जन होता है। बायोमास धुएं में पाए जाने वाले कई प्रदूषक ज्ञात या संदिग्ध कार्सिनोजेन्स हैं और विभिन्न वायु जनित एवं फेफड़ों के रोगो को को जन्म दे सकते हैं। फसल अवशेषों को जलाने से विशेष रूप से उत्तर-पश्चिमी भारत में वायु गुणवत्ता पर भारी प्रभाव पड़ता हैं जिससे स्वास्थ्य संबंधी शिकायते होती है, परिवहन माध्यम में व्यवधान आ जाती है एवं स्कूल बंद करनी पड़ जाती है। अतः फसल अवशेष दहन से देश की अर्थव्यवस्था पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

फसल अवशेष जलाने से मिट्टी के कार्बन और उर्वरता पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है एवं मृदा उत्पादकता में कमी हो जाती है। एक टन धान के भूसे को जलाने से अनुमानतः 5.5 किलोग्राम नाइट्रोजन, 2.3 किलोग्राम फास्फोरस, 25 किलोग्राम पोटेशियम और 1.2 किलोग्राम सल्फर एवं कार्बन की हानि होती है। अवशेषों को जलाने से निकलने वाली गर्मी मिट्टी के तापमान को बढ़ा देती है जिसके कारण लाभकारी मृदा जीवों की मृत्यु हो जाती है। बार-बार अवशेष जलने से सूक्ष्मजीव आबादी का पूर्ण नुकसान भी हो सकता है। फसल दहन से ऊपर की 0-15 सेमी भूमि में नाइट्रोजन एवं कार्बन के स्तर में कमी हो जाती है जिससे फसल के विकास पर नकारात्मक प्रभाव होता। मिट्टी में बायोमास की वापसी न करने से मिट्टी की गुणवत्ता और दीर्घकालिक उत्पादकता पर गलत प्रभाव पड़ता है।

फसल अवशेषों के प्रबंधन के विभिन्न अवसर

1) अवशेषों का मिट्टी में समावेश

कंबाइन द्वारा कटाई के बाद मिट्टी पर फैले हुए भूसे को प्रतिवर्ती मोल्ड बोर्ड हल या रोटावेटर चलाकर खेत में मिला दिया जाता है। रोटावेटर कटी हुयी फसल के डंठल/ठूंठ को छोटे टुकड़ों में काट देता है और बचे हुए अवशेषों को मिट्टी में मिलाता है। इससे न केवल जुताई के संचालन में कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है, बल्कि यह पिछली फसल के अवशेषों को भी मिट्टी में अच्छी तरह मिलाते हैं। फसल अवशेषों के मिट्टी में समावेशन से कार्बनिक पदार्थ एवं पोषक तत्व की मृदा में पुनरावर्ती होती है जिससे मृदा की उर्वरता बढ़ती है एवं इससे रासायनिक उर्वरकों की बचत होती है। अवशेष निगमन से मिट्टी के जल प्रतिधारण क्षमता बढ़ती है और मिट्टी की भौतिक और रासायनिक स्थिति में सुधार होता है। फसल अवशेषों को मृदा में मिलाने की यह प्रथा अवशेषों के दहन को रोककर जीएचजी उत्सर्जन और वायु प्रदूषण को कम करती है। अवशेषों के आसानी से अपघटन के लिए खेत में नाइट्रोजन डालकर सिंचाई करनी चाहिए। भूसे के समावेश से आगामी फसल की बुवाई में 2-3 सप्ताह की देरी हो जाती है और अवशेषों के शीघ्र अपघटन के लिए अतिरिक्त सिंचाई और नाइट्रोजन की आवश्यकता है जो उत्पादन लागत में बढ़ोतरी करते है।

2) फसल अवशेषों का मिट्टी की सतह पर प्रतिधारण

जीरो टिल खेती में जुताई प्रतिबद्धित रहती है जिससे यह मृदा सतह पर अवशेष प्रतिधारण की अनुमति देती हैं। कम्बाइन द्वारा फसलों की कटाई के बाद उनके अवशेषों को खेत में गुच्छो के रूप में छोड़ दिया जाता है। जीरो टिल ड्रिल और हैप्पी सीडर इत्यादि उपकरण इन बिखरे हुए अवशेषों में आगामी फसल की बुआई कर देते है। फसल अवशेष का मिट्टी पर प्रतिधारण हवा और बारिश के कटाव से मिट्टी को सुरक्षा प्रदान करता है, कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ाते हैं, नमी संरक्षित करते है और मिट्टी में

पानी क प्रवेश और वातन को बढ़ाते है। इसके अतिरिक्त फसल अवशेष मिट्टी की संरचना में सुधार करते हैं, वाष्पीकरण को कम करते हैं और मिट्टी में कार्बन डाई ऑक्साइड की मात्रा को ठीक करने में मदद करते हैं।

जीरो टिल ड्रिल

3) पशुओं के लिए चारा

कृषि तथा पशुपालन एक दूसरे के पूरक है। प्राचीन काल से ही कृषि से प्राप्त होने वाले अवशेषों (भूसे) को पशुओं हेतु चारे के उपयोग में लिया जाता आ रहा है। कृषि योग्य भूमि और चरागाह संसाधनों में कमी के साथ, फसल अवशेष पशुओं के चारे का एक महत्वपूर्ण घटक बनते जा रहे हैं। भारत में जुगाली करने वाले पशु अपनी अधिकांश ऊर्जा जरूरतें फसल अवशेषों से प्राप्त करते हैं। भूसे के अलावा कपास के डंठल, पत्ते और कच्चे बीजकोषों, गन्ने के अवशेष, मूंगफली और मटर का छिलका, दालों की खाली फली, मक्का का छिलका आदि का उपयोग भी पशुओं को खिलाने के लिए किया जाता है। दलहनों का भूसा अधिक पौष्टिक, स्वादिष्ट (अरहर, दाल और चना को छोड़कर) और सुपाच्य प्रोटीन का काफी अच्छा स्रोत है। आदर्श रूप से सूखे चारे में 8-10 प्रतिशत प्रोटीन होनी चाहिए, लेकिन अनाज के भूसे में सामान्यतः प्रोटीन अपर्याप्त मात्रा में पायी जाती है (तालिका 1)। प्रोटीन के अलावा भी अनाजीय फसलों से प्राप्त भूसा, दलहनी तथा तिलहनी फसलों से प्राप्त भूसे से मेटाबोलाइट ऊर्जा, विटामिन और खनिज में भी कम होता है तथा इसकी पाचन क्षमता (45 से 50 प्रतिशत) और सेवन दर (ढ2 प्रतिशत) भी कम होती है। अतः नाइट्रोजन या प्रोटीन युक्त पदार्थ मिलाकर इस भूसे की गुणवत्ता को सुधारना आवश्यक है। गेंहू का भूसा 4-6 रूपये प्रति किग्रा के हिसाब से बिकता है अतः इन फसल अवशेषो को आसपास के चारा समस्या वाले क्षेत्रो में बेचकर अतिरिक्त आय प्राप्त की जा सकती है।

तालिका 1: फसल के भूसे का खाद्य मूल्य

फसल अवशेष	प्रोटीन (प्रतिशत)	रेशें (प्रतिशत)	मेटाबोलाइजेबल ऊर्जा (मेगा कैलोरी / किग्रा)
गेंहूँ	3	35.2	1.4
जौ	4	47.4	1.7
धान	4.6	42.2	1.4
मक्का	5	35.0	—
ज्वार	5.67	38.9	—
मूंगफली	15	27.6	1.9
अरहर	10.7	36.2	1.5
चना	10.1	28.8	1.7

प्रोटीन की अपर्याप्तता तथा लिग्निन एवं सिलिकॉन (चावल में) की प्रचूरता भूसे को अपौष्टिक एवं अपाच्य बनाती है। अतः यूरिया, अमोनिया, सोडियम हाइड्रॉक्साइड जैसे क्षारीय पदार्थो द्वारा रासायनिक उपचार करके भूसे की पाचनशक्ति और गुणवत्ता को सुधारा जा सकता है। ये पदार्थ लिग्निन, हेमिसेलूलोज और सेल्युलोज के बीच पाए जाने वाले एस्टर बॉन्ड को तोड़ते हैं। विकासशील देशों में विभिन्न क्षारीय पदार्थो में से चारे उपचार हेतु यूरिया का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। क्योंकि यह अपेक्षाकृत सस्ता एवं सुरक्षित है तथा चारे को नाइट्रोजन में प्रचुर बनाता है। शोध में पाया गया है की चावल के भूसे के पाचन को सुधारने हेतु 3 प्रतिशत यूरिया एवं 4 प्रतिशत चूने का मिश्रण मिलाकर भूसे को 50 प्रतिशत नमी पर 3 सप्ताह के लिए रखना चाहिए।

4) ईंधनः

ग्रामीण एवं पिछड़े क्षेत्रों में जहां एलपीजी कनेक्शन उपलब्ध नहीं हैं, खाना पकाने के लिए ईंधन के रूप में फसल अवशेषो का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। अरहर, कपास, सरसों, सूरजमुखी, जूट के डंठल को आमतौर पर ईंधन की लकड़ी के रूप में पसंद किया जाता है। अन्य फसलों का भूसा कम घनत्व तथा खराब थर्मल दक्षता के कारण कम ऊर्जा उत्पादित करता है एवं भारी वायु प्रदूषण फैलाता है। अतः फसल अवशेषो की ईंधनीय गुणवत्ता बढ़ाने हेतु कार्बोनीकरण एवं घनीकरण की जरुरत होती है। कार्बोनीकरण हेतु भूसे को 450-500 डिग्री सेल्सियस तापमान पर ऑक्सीजन की कमी वाले वातावरण में गर्म करते है जिससे पानी और वाष्पशील पदार्थ निकल जाते हैं तथा कार्बन युक्त (85-98 प्रतिशत) झरझरा, भंगुर और कुशल ईंधन बन जाता है। यह कार्बनीकृत भूसा जलने पर कम धुआं, राख और चिंगारी पैदा करता है और लंबे समय तक जलता है। खाना पकाने और लॉन्ड्रिंग के अलावा कार्बनीकृत भूसे का उपयोग चाय की दुकान पर ब्रॉयलर में और होटलों में तंदूर चूल्हों में ईंधन के स्रोत के रूप में किया जा सकता है।

5) बिछावन सामग्रीः

बारीक कटे हुए फसल अवशेष का पशुओं हेतु बिछावन सामग्री में इस्तेमाल किया जाता है। यह लागत प्रभावी, स्थानीय रूप से उपलब्ध और आरामदायक बिछावन सामग्री है। इसमें अच्छे तापीय गुण होते हैं जो इसे बिछावन के लिए एक आदर्श विकल्प बनाते हैं। फसल अवशेष पशु मूत्र को अवशोषित करके जानवरों को सूखा और साफ रखते है तथा अपघटन के बाद ये जैविक खाद में रूपांतरित हो जाते है। मोटे एवं गाढ़े डंठल वाले भूसे (जैसे सरसों के भूसे) को नीचे की परत में लगाया जाना चाहिए तथा पतले एवं कोमल भूसे को ऊपरी

सतह पर बिछाना चाहिए। शोध में पाया गया है की सर्दियों के दौरान मवेशियों हेतु धान के भूसे के बिछावन से दूध की गुणवत्ता और मात्रा में सुधार होता है। धान के पुआल के बिस्तर जानवरों को खुद को गर्म रखने और शरीर से गर्मी के नुकसान की उचित दर बनाए रखने में मदद करते है। यह स्वच्छ, शुष्क, आरामदायक और फिसलन रहित वातावरण भी प्रदान करता है जो चोट और लंगड़ापन की संभावना को रोकता है तथा थन को भी रोगमुक्त रखता है। स्वस्थ पैर और खुर पशुओं के दूध उत्पादन और प्रजनन क्षमता में वृद्धि सुनिश्चित करते हैं। बिस्तर के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले धान के भूसे को बाद में बायोगैस संयंत्रों में इस्तेमाल किया जा सकता है।

6) छप्पर और बाड़ लगानाः

अधिकांशतः जनजातीय घरों और झोंपड़ियों की छतें सस्ते और प्रचुर मात्रा में उपलब्ध फसल अवशेषो द्वारा बनाई जाती हैं। चावल, गेहूं, बाजरा और ज्वार इत्यादि के अवशेष विशेष तौर पर छापर बनाने के लिए उपयोग में लिए जाते है। बाड़ लगाने के लिए अक्सर जूट की छड़ें और ज्वार के भूसे का उपयोग किया जाता है।

7) बायो-गैस उत्पादनः

बायो-गैस फसल अवशेषों के अवायवीय पाचन द्वारा निर्मित ऊर्जावान गैस है (चित्र 1)। इसका उपयोग खाना पकाने, बिजली उत्पादन या परिवहन ईंधन के रूप में किया जा सकता है। बायोगैस बनाने की प्रक्रिया में तरल उप-उत्पाद प्राप्त होता है जिसको पादप पोषक तत्व में प्रचुर होने के कारण जैविक खाद की तरह उपयोग में लिया जा सकता है। मीथेन तथा कार्बन डाई ऑक्साइड बायोगैस के मुख्य घटक है जो कच्चे बायोगैस का क्रमशः 60 एवं 30-40 प्रतिशत हिस्सा बनाते है। फसल अवशेष बायोगैस उत्पादन के लिए सस्ता और आसानी से उपलब्ध कार्बनिक पदार्थ माना जाता है। बायोगैस उत्पादन के लिए ठोस सांद्रता और उचित कार्बन/नाइट्रोजन अनुपात बहुत महत्वपूर्ण है। लगभग 8-10 प्रतिशत ठोस सांद्रता बायोगैस उत्पादन के लिए आदर्श है। गाढ़ा मिश्रण (झ40 प्रतिशत ठोस) एसिटिक एसिड के संचय को बढ़ाता है जिससे किण्वन प्रक्रिया रुक जाती है, जबकि पतला मिश्रण प्रति यूनिट मात्रा में बायोगैस उत्पादन को कम करता है। बायोगैस उत्पादन के लिए इष्टतम कार्बन/नाइट्रोजन अनुपात 30ः1 है। फसल अवशेष के उच्च सी/एन अनुपात, अधिक लिग्निन मात्रा और इसकी जटिल एवं स्थिर संरचना जैव-गैसीकरण की दर को धीमी कर देते है। अतः फसल अवशेष का नाइट्रोजन समृद्ध सामग्री जैसे पशु खाद या हरे कचरे (खरपतवार/रसोई अपशिष्ट) के साथ सह-अपघटन किया जाना चाहिए। शोध से ज्ञात हुआ है की पूर्व उपचार एवं अपघटन के दौरान यूरिया एवं कैल्शियम ऑक्साइड से परिवर्धन भी बायोगैस उत्पादन को बढ़ाते हैं। चावल के भूसे के प्रबंधन के लिए पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना में एक बायोगैस संयंत्र डिजाइन किया गया है जो 0.4 टन गोबर और 1.6 टन भूसे (1:4) का पूर्ण-पाचन लगभग 90-120 दिन में कर सकता है। एक बैच तीन महीने के लिए प्रति दिन 4-5 घन मीटर बायोगैस का उत्पादन कर सकता है। नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय, भारत सरकार ने 2018 में कृषि अपशिष्ट/अवशेषों से ऊर्जा के रूप में बायोगैस-बायो-सीएनजी, समृद्ध बायोगैस/शक्ति बनाने वाले सयंत्रो को वित्त सहायता प्रदान करने के लिए एक कार्यक्रम शुरू किया। इस परियोजना के तहत शहरी और कृषि अपशिष्ट (धान का भूसा, कृषि प्रसंस्करण उद्योग अवशेष, हरा घास आदि) पर आधारित सयंत्र पूंजीगत सब्सिडी और सहायता अनुदान के लिए पात्र है।

तालिका 2: बायोगैस उत्पादन के लिए विभिन्न पदार्थों के लक्षण

पदार्थ	ठोस सांद्रता (प्रतिशत)	कार्बन / नाइट्रोजन अनुपात
चावल का भूसा	89	80–140:1
गेहूँ का भूसा	82	80:1
गाय का गोबर	16	10–30:1
कुक्कुट अपशिष्ट	25	5–8:1
भेड़ और बकरी अपशिष्ट	30	30:1

8: कम्पोस्ट तैयार करनाः

फसल अवशेष अपशिष्ट न होकर बहुत ही मूल्यवान प्राकृतिक संसाधन है। ये पोषक तत्व के अच्छे स्रोत हैं क्योकि अनाज फसलों द्वारा ग्रहण किया गया 25 प्रतिशत नाइट्रोजन और फास्फोरस, 50 प्रतिशत सल्फर और 75 प्रतिशत पोटेशियम इन्ही में रहता है। फसल अवशेष की खाद बायोमास जलाने और कृषि में रासायनिक उर्वरकों के अनुप्रयोग से जुड़े पर्यावरण प्रदूषण को संबोधित करने के लिए एक लागत प्रभावी और टिकाऊ दृष्टिकोण है। यह मूल्य वर्धित जैव-उत्पाद मिट्टी के गुणों में सुधार और पौधों की वृद्धि में योगदान देता है। कम्पोस्ट बनाने हेतु कार्बन एवं नाइट्रोजन का अनुपात 30ः1 से कम होना चाहिए। अनाजीय फसलों से प्राप्त फसल अवशेषों में यह अनुपात 100ः1 से ज्यादा होता है। इस कारण इनको कम्पोस्ट में परिवर्तित होने में बहुत समय लगता है। कार्बन एवं नाइट्रोजन के बीच संतुलन बनाने के लिए तथा जल्द से कम्पोस्ट तैयार करने हेतु, कार्बन समृद्ध सामग्री (फसल अवशेषो) को नाइट्रोजन युक्त सामग्री (हरा कचरा, गोबर, कुक्कुट अपशिष्ट इत्यादि) या यूरिया के साथ मिश्रित किया जाना चाहिए। इसके अलावा सेलूलोज को गलाने वाले जीवाणु (एजोटोबैक्टर क्रोकॉकम) एवं कवक (प्लुरोटस साजोर-काजू, पहनेरोचैते क्रिसोस्पोरियम, ट्राइकोडर्मा हर्जियानम, एस्परगिलस नाइजर) द्वारा फसल अवशेषों का पूर्व अपघटन करवाने से खाद बहुत जल्द तैयार हो जाती है।

9: मशरूम की खेतीः

भारत में विषेशतः तीन तरह की मशरुम ऊगाई जाती है - बटन, ऑयस्टर और स्ट्रॉ मशरूम। बटन मशरूम मुख्य रूप से अनाजीय अवशेष, गन्ना खोई, नमक एवं चावल/गेहूं की भूसी के मिश्रण पर उत्पादित किया जाता है। ऑयस्टर और स्ट्रॉ मशरूम उगने हेतु कम लिग्निन और उच्च सेल्युलोज वाले कार्बनिक पदार्थ लाभकारी पाए गए है। अतः चावल, गेहूं, मक्का, बाजरा, सूरजमुखी, जूट और कपास के भूसे, सूखे घास, केले के पत्ते आदि को ऑयस्टर और स्ट्रॉ मशरूम उगाने के लिए उपयोग किया जा सकता है। ये सेल्युलोज समृद्ध कार्बनिक पदार्थ एंजाइमों के उत्पादन को बढ़ाकर मशरूम की बेहतर पैदावार देते हैं। मशरूम उत्पादन के बाद उपयोग किए गए फसल अवशेष को जैविक खाद में रूपांतरित कर सकते है। एक किलोग्राम धान की भूसी से क्रमशः 300, 120-150 और 600 ग्राम बटन, स्ट्रॉ एवं ओएस्टर मशरूमों का उत्पादन होता है।

10: ऊर्जा उत्पादनः

फसल अवशेष आसानी से उपलब्ध, सस्ते और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत जिनके प्रत्यक्ष दहन, गैसीकरण, पायरोलिसिस और किण्वन से ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। फसल अवशेषों से निर्मित जैव ईंधन को और जैव ईंधन के साथ मिश्रित करके जीवाश्म ईंधन के दोहन को बचाया जा सकता है, जिससे जीएचजी उत्सर्जन कम होगा है और जलवायु परिवर्तन को कम करने में मदद मिलेगी। परंपरागत संसाधनों के बजाय फसल अवशेषों के उपयोग के लाभ यह हैं कि इस तरह के अवशेष नवीकरणीय हैं, आसानी से उपलब्ध हैं और 99 प्रतिशत दक्षता

के साथ बॉयलर में जलाकर सफलतापूर्वक उपयोग किया जा सकता है। इसके अलावा, ये कोयले की तुलना में कम लागत पर उपलब्ध हैं, और साथ ही कोयले (4200 किलो कैलोरी/कग्रा) और धान के भूसे (3,590 किलो कैलोरी/किग्रा) दोनों का कैलोरी मान तुलनीय है। भूसे की बिक्री से किसानों को अतिरिक्त आय प्राप्त होती है। साथ ही, इसमें शामिल संस्थाए/राज्य भी विकसित देशों से कार्बन क्रेडिट नीति का लाभ उठा सकते हैं। वर्तमान में, भारत में कुल चावल अवशेषों का केवल 10 प्रतिशत जैव ऊर्जा उत्पादन के लिए उपयोग किया जाता है।

10.1: प्रत्यक्ष-दहनः बायोमास को ऑक्सीजन की उपस्थिति में सीधे जलाकर संग्रहीत ऊर्जा से ऊष्मा और बिजली का उत्पादन किया जा सकता है। बायोमास को ऊष्मा में परिवर्तित करने के लिए प्रत्यक्ष दहन सबसे अच्छी तरह से स्थापित और सबसे अधिक इस्तेमाल की जाने वाली तकनीक है। फसल अवशेषों का कम घनत्व, आर्द्रताग्राही और जैव-अपघटनीय प्रकृति एवं कम ऊष्मीय मूल्य प्रत्यक्ष-दहन विधि द्वारा ऊर्जा उत्पादन में बाधा डालते है। इसलिए, इनके ईंधन गुणों में सुधार के लिए छर्रों बनाकर (पेलेटाइजेशन) फसल अवशेषों के घनत्व को बढ़ाने की आवश्यकता रहती है। पेलेटाइजेशन एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें फसल अवशेषों को बारीक पीसकर उच्च दबाव में संकुचित किया जाता है, जिससे बायोमास से समान आकार के छर्रे बनते है। पेलेटाइजेशन बायोमास के आयतन को कम करता है और उच्च कैलोरी मान के साथ कुशल ठोस ईंधन का उत्पादन करता है। इसके अलावा यह प्रक्रिया बायोमास के घनत्व, प्रवाह-क्षमता और ऊष्मीय मूल्य को बढ़ाता है और परिवहन और भंडारण लागत को कम करता है। पेलेटाइजेशन बायोमास को अधिक प्रवाह योग्य और सजातीय बनाता है जिससे बायोमास एक समान जलता है। पेलेटाइजेशन द्वारा बने छर्रों का उपयोग खाना पकाने/कमरे को गर्म करने या बिजली उत्पादन के लिए कोयले के साथ सह-दहन में किया जा सकता है। केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण, भारत सरकार ने 2019 में कोयले से चलने वाले बॉयलर में से बिजली उत्पादन के लिए बायोमास के उपयोग हेतु नीति परामर्श जारी किया। एनटीपीसी ने शोध में पाया की कोयले के साथ 7 प्रतिशत तक बायोमास छर्रों का मिश्रण सफलतापूर्वक उपयोग में कर सकते है। बायोमास छर्रों के उपयोग को बढ़ावा देने के लिए सभी सार्वजनिक और निजी कोयला आधारित तापीय सयंत्रो को बायोमास छर्रों (मुख्य रूप से कृषि अवशेष) के 5-10 प्रतिशत मिश्रण का उपयोग करने की सलाह दी गयी है। इस निति के तहत सालाना 53.5 मिलियन फसल अवशेष का उपयोग बिजली बनाने में किया जा सकता है जो देश में कुल वार्षिक अधिशेष फसल अवशेष का लगभग 30 प्रतिशत है। जलाने के अलावा, छर्रों का उपयोग पशुओ हेतु बिछावन के लिए भी किया जा सकता है क्योंकि एक ग्राम फसल अवशेष के छर्रे लगभग 3.4-ग्राम नमी को अवशोषित कर सकते हैं। छर्रों को जलाने से उत्पन्न राख पौधों के विकास के लिए महत्वपूर्ण तत्वों का समृद्ध स्रोत है, इसलिए इसे खनिज उर्वरक के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।

10.2: पायरोलिसिसः इसमें ठोस बायोमास को ऑक्सीजन रहित अवस्था में 450-600 डिग्री सेल्सियस तापमान पर रखा जाता है जिसके परिणाम स्वरुप ज्वलनशील तेल (बायो-ऑयल), सिनगैस और बायोचार का निर्माण होता है। इस जैव-तेल का उपयोग कच्चे तेल के स्थान पर परिवहन ईंधन के रूप में किया जा सकता है। डीजल की तुलना में इसका उष्मीय मूल्य लगभग 55 प्रतिशत होता है। इसे पेट्रोलियम आधारित उत्पाद की तरह संग्रहित, पंप और परिवहन किया जा सकता है और बॉयलर, गैस टर्बाइन और धीमी और मध्यम गति डीजल में सीधे दहन करके गर्मी और बिजली उत्पादन एवं परिवहन में काम लिया जा सकता है। इसका सहउत्पाद बायोचार एक बारीक दानेदार ठोस है जो हजारों वर्षों तक बिना अपघटित हुए मृदा में रह सकता है। बायोचार एक कार्बन समृद्ध उत्पाद है, जिसका उपयोग मिट्टी की उत्पादकता, मृदा स्वास्थ्य एवं दीर्घकालीन

कार्बन भंडारण बढ़ने हेतु किया जाता है। बायोचार वातावरण में जीएचजी उत्सर्जन के कारण होने वाले जलवायु परिवर्तन के खतरे को कम करने में मदद करता है। इसके अलावा बायोचार अम्लीय मिट्टी की उर्वरता को बढ़ाता है, कृषि उत्पादकता में वृद्धि करता है और कुछ पत्तेदार और मिट्टी से पैदा होने वाली बीमारियों से सुरक्षा प्रदान करता है।

10.3: गैसीकरण: यह बायोमास का ऊष्मा-रासायनिक रूपांतरण है जिससे सिनगैस बनती है। इसमें बायोमास का उच्च तापमान (700-800 डिग्री सेल्सियस) पर आंशिक ऑक्सीजन की उपस्थिति में रासायनिक अपचयन करते है। इन प्रतिक्रियाओं से कार्बन मोनोऑक्साइड, सिनगैस और चारकोल का उत्पादन होता है। सिनगैस, बायोगैस और एलपीजी के साथ तुलनीय है। सिनगैस का ऊष्मीय मान लगभग 1000 से 1200 किलो कैलोरी होता है और मुख्य रूप से इसमें कार्बन मोनोऑक्साइड, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन होते हैं। सिनगैस का उपयोग यांत्रिक शक्ति और बिजली के उत्पादन हेतु आंतरिक दहन इंजन में ईंधन के रूप में किया जा सकता है। उत्पादक गैस इंजन का उपयोग करके लगभग 1.4 किलोग्राम बायोमास से 1 किलो वाट बिजली का उत्पादन किया जा सकता है। गैसीफायर का अनुप्रयोग करके बिजली उत्पादन की जा सकती है एवं इससे इंजन जनरेटर भी चलाया जा सकता है। इसको सीधे स्टोव, भट्टी या बॉयलर में जलाकर शीतगृह एवं कृषि-प्रसंस्करण उद्योग चलाने के लिए काम में भी ले सकते है। एक 250 किलो वाट क्षमता का बायोमास गैसीफायर संयंत्र सालाना लगभग 2000 टन धान के अवशेषों का उपयोग कर सकता है जिससे की 50 टन सामर्थय वाली शीतगृह इकाई चलाई जा सकती है।

10.4: किण्वन: बायोमास के किण्वन से इथेनॉल का उत्पादन होता है जो परिवहन (पेट्रोल/डीजल) और खाना पकाने के ईंधन (एलपीजी, लकड़ी और मिट्टी के तेल) की जगह काम में लिया जा सकता है। प्रत्येक मीट्रिक टन शुष्क फसल अवशेष से 250-350 लीटर इथेनॉल का उत्पादन किया जा सकता है। पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस मंत्रालय, भारत सरकार ने 8 जून 2018 को जैव ईंधन पर राष्ट्रीय नीति बनाई जिसके तहत 2030 तक पेट्रोल में 20 प्रतिशत एथेनॉल मिलाने का लक्ष्य रखा गया। यह तकनीक भारत को अपने जीएचजी उत्सर्जन को कम करने और वातावरण की सुरक्षा के प्रति अपनी जिम्मेदारी को पूरा करने के लिए दुर्जेय उपकरण है। चावल, गेहूं एवं मक्का के भूसे, गन्ना खोई, कपास के डंठल, नगरपालिका ठोस अपशिष्ट और वानिकी अवशेष इत्यादि से इथेनॉल का उत्पादन कर सकते है। आईओसीएल पानीपत का दूसरा 100 किलो लीटर प्रति दिन सेल्यूलोसिक एथेनॉल उत्पादन क्षमता वाला गैर-खाद्य बायोमास (कृषि अपशिष्ट) आधारित संयंत्र स्थापित करने का प्रस्ताव रखा गया है। इस संयंत्र द्वारा प्रतिवर्ष लगभग 0.2 मैट्रिक टन कृषि बायोमास का उपयोग किया जाएगा। हिंदुस्तान पेट्रोलियम भी 100 किलो लीटर प्रति दिन क्षमता वाला लिग्नो-सेलुलॉजिक 2जी एथेनॉल संयंत्र को पंजाब के बठिंडा जिले में नसीबपुरा स्थापित कर रहा है। यह संयंत्र प्रतिदिन लगभग 500-600 टन धान की पराली का उपयोग करेगा।

11: अन्य उपयोग: फसल के भूसे का उपयोग करके लैम्पशेड, बर्तन, चटाई/कालीन, मूर्ति और कृत्रिम पक्षी घोंसला तैयार किया जा सकता है। चावल के भूसे के गूदे को सूती कपड़े के साथ 60ः40 के अनुपात में मिलाकर लैंपशेड और बर्तन बनाए जाते हैं। फर्नीचर की पैकिंग और फलों के परिवहन के लिए फसल के भूसे का उपयोग सस्ते पैकेजिंग सामग्री के रूप में भी किया जा रहा है।

निर्धारित रणनीति

- फसल अवशेष संग्रहण एवं एकत्रीकरणर हेतु भण्डारण डिपो बनाना।
- मौजूदा ताप विद्युत संयंत्रों में 5-10 प्रतिशत धान के भूसे का उपयोग करने को अनिवार्य करना।
- चावल, गेहूं, मक्का, गन्ना इत्यादि फसलों हेतु सरंक्षित खेती को बढ़ावा देना।
- किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) एवं किसान सहकारिता संघ की मदद से फसल अवशेष पेलेट के

उत्पादन को प्राथमिकता देना।

- स्थानीय उद्योगों और होटलों/ढाबों में फसल अवशेष से निर्मित पेलेट का ईंधन के रूप में उपयोग को बढ़ावा देना।
- ग्रामीण स्तर पर फसल अवशेषों द्वारा गैसीफायर चलाकर बिजली उत्पादन तथा शीतगृह एवं कृषि-प्रसंस्करण उद्योग को बढ़ावा देना।
- फसल अवशेषों के यथास्थान प्रबंधन के लिए कृषि मशीनीकरण को बढ़ावा देना।
- फसलअवशेष प्रबंधन प्रौद्योगिकी का प्रदर्शन किया जावे एवं संरक्षित खेती पर जागरूकता एवं प्रशिक्षण कार्यक्रम चलाये जाये।
- उपयुक्त और लागत प्रभावी कृषि मशीनरी का विकास किया जावे जिससे अवशेष संग्रह, परिवहन और आवेदन में सुविधा हो ।

निष्कर्ष: भारत एक कृषि प्रधान देश है, जहां अनुकूल जलवायु के कारण साल भर फसल के साथ फसल अवशेषों का उत्पादन होता रहता है। यांत्रिक कटाई के बढ़ते प्रचलन के चलते फसल अवशेष दहन की समस्या उत्तर भारत में व्यापक रूप ले चुकी है। फसल अवशेष दहन से पोषक तत्वों और कार्बनिक पदार्थों की हानि होती है तथा मानव स्वास्थय एवं पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। फसल अवशेषों को जलाने के बजाय मृदा में मिलाने से मिट्टी की पोषक तत्व प्रदान करने की क्षमता बढ़ती है एवं पर्यावरण की गुणवत्ता भी अच्छी रहती है इसके अलावा फसल अवशेषो का पशु चारे हेतु, कम्पोस्ट बनाने में, मशरूम की खेती में एवं ऊर्जा उत्पादन के लिए उपयोग किया जा सकता है इस तरह से फसल अवशेषों का प्रभावी और वैकल्पिक प्रबंधन जीएचजी उत्सर्जन को कम करता है, साथ ही साथ जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को भी घटा देता है। यदि इसे बायोचार उत्पादन के लिए उपयोग करते है तो यह वायुमंडलीय ब्व्2 को अधिक समय तक संरक्षित कर सकता है जिससे जलवायु परिवर्तन से रक्षा होती है।