



प्रतीक्षा पुराणिक, डॉ. व्ही. पी. कड,
गणेश कहार, डॉ. गणेश शेळके

आजवर दूध व मांसासाठी पशू किंवा पक्षिपालन हाच पर्याय असल्याचे आपल्याला ज्ञात आहे. मात्र आधुनिक जैव तंत्रज्ञान आणि अन्न अभियांत्रिकीमुळे प्रयोगशाळेमध्ये मांसासारखी संरचना व चव असलेल्या पदार्थाची निर्मिती शक्य होत आहे. सोयाबीन, बदाम आणि ओट्सपासून दूध, पनीर आणि दही बनविण्याच्या पद्धती आणि त्यातील व्यावसायिक संधींचे विश्लेषण आपण करू.

भविष्यातील अन्नासाठी वनस्पतिजन्य खाद्यपदार्थ निर्मितीचे तंत्र



दूध आणि मांसासाठी अनुक्रमे गाय-म्हैसपालन आणि कुक्कुटपालन हे समांतर रूढ झालेले आहे. मात्र आधुनिक जैव-तंत्रज्ञान आणि अन्न अभियांत्रिकी प्रयोगशाळांमधील संशोधन व त्यावर आधारित कारखान्यांमध्ये मटार, सोयाबीन आणि गव्हाच्या प्रथिनांचा वापर करून हुबेहूब चिकन किंवा मटणासारखी संरचना किंवा पोत (Texture), चव असणारे पदार्थ बनवले जात आहेत. याला तांत्रिक भाषेत 'अॅनलॉग फूड्स' असे म्हणतात. मांसासाठी केल्या जाणाऱ्या पशुपालनामुळे पर्यावरणावर विपरीत परिणाम होत आहे. त्यामुळे पर्यावरणपूरक जीवनशैली, प्राण्यांविषयीची दया भावना यामुळे पूर्ण वनस्पतिजन्य आहार (व्हेगन) संस्कृतीही वेगाने पसरत आहे. म्हणूनच कृषी उद्योजक आणि अन्न तंत्रज्ञानाचे विद्यार्थ्यांसाठी हे क्षेत्र रोजगाराची एक अथांग बाजारपेठ बनू शकते.

वनस्पती-आधारित मांस

वनस्पतीपासून मांस बनवताना केवळ चवीशी मिळतेजुळते मांससदृश अन्न बनविणे इतक्यावरच न थांबता निसर्गाची हुबेहूब तांत्रिक नकल (बायो-मिमीक्री) करण्यापर्यंत संशोधन केले जात आहे. उदा. प्राण्यांच्या मांसात पाण्याचे प्रमाण (६०-७० टक्के), प्रथिने (१५-२० टक्के), स्निग्धता (५-२० टक्के) आणि कर्बोदके (१ टक्क्यापेक्षा कमी) असतात. वनस्पती-आधारित मांस हेच प्रमाण अचूक राखावे लागते.

अ) प्रथिनांची रचना बदलण्याचे शास्त्र (Protein Texturization)

नैसर्गिक अवस्थेत वनस्पतीमधील प्रथिने (उदा. मटार किंवा सोया प्रोटीन) ही गोलाकार घुमटासारखी (Globular) असतात. जर आपण ती तशीच खाल्ली तर ती पिठासारखी किंवा मऊ लागतात. ती मांसासारखी चघळण्यायोग्य (Chewy) लागत नाहीत. म्हणूनच ती गोलाकार प्रथिने तोटून सरळ रेषेतील त्यांचे तंतू बनवणे गरजेचे असते.

ब) द्विन-स्कू एक्सट्रूडर यांत्रिकी प्रक्रिया

या उद्योगाचा कणा म्हणजे 'द्विन-स्कू एक्सट्रूडर' हे यंत्र

होय. यामध्ये एकाच दिशेने किंवा विरुद्ध दिशेने फिरणारे दोन स्कू एका सिलिंडरच्या (नळीसदृश) आत बसवलेले असतात. त्यात एका बाजूने मटार/सोया प्रथिनांचे कोरडे पीठ आणि पाणी भरले जाते. स्कूच्या दाबामुळे हे मिश्रण पुढे सरकताना सिलिंडरच्या प्रचंड घर्षण (Shear Force) निर्माण होते. या सिलिंडरच्या बाहेर लावलेल्या हीटमुळे तापमान १४० ते १८० अंश सेल्सिअस वाढवले जाते. या उच्च तापमानाला प्रथिनांचे नैसर्गिक बंध तुटतात. या सिलिंडरच्या शेवटी एक लांब थंड करणारी नळी (Cooling Die) असते. तिथून जात असताना वितळलेली गरम प्रथिने अचानक थंड केली जातात. याच प्रक्रियेत त्याचे रूपांतर मांसासारख्या लांब आणि घट्ट तंतूंमध्ये (Fibrous Strips) होते.

क) मांसाची उपायी चव, स्निग्धता आणणे

● मांसाचा सुवास : मांस शिजताना त्यातील अमिनो अॅसिड आणि साखर एकत्र येऊन एक विशिष्ट रासायनिक प्रक्रिया होते. त्याला 'मैलार्ड रिपॅक्शन' (Maillard Reaction) म्हणतात. शाकाहारी मांसात ही चव आणण्यासाठी 'हायड्रॉलाइझ्ड व्हेजिटेबल प्रोटीन' (HVP) आणि इस्ट एक्सट्रॅक्ट वापरले जाते.

● मेदाचे वितरण : मांसाला मऊपणा (Juiciness) देण्यासाठी नारळाचे तेल किंवा कोको बटर वापरतात. हे तेल वितळू नये म्हणून प्रथिनांच्या आवरणाने ते बंदिस्त

(Encapsulate) केले जाते. यामुळे पदार्थ पॅनवर भाजताना किंवा तळताना त्यातील तेल हळूहळू बाहेर पडते.

२. वनस्पतिजन्य दूध, दुग्धजन्य पदार्थ

प्राणिजन्य दुधात 'लॅक्टोज' नावाची साखर आणि 'केसिन' नावाचे प्रोटीन असते. व्हेगन दूध तयार करताना स्थिरता येण्यासाठी वनस्पतीमधील कणांचा आकार पाण्यात पूर्णपणे एकजीव होतो, इतका सूक्ष्म करावा लागतो. (Colloidal Stability)

अ) ओट्स आणि बदाम दूध निर्मिती तंत्रज्ञान

१. ओट्स दूध : ओट्समध्ये स्टार्चचे प्रमाण खूप जास्त असते. आपण ओट्स दळून ते नुसते पाण्यात मिसळले, तर गरम केल्यावर त्याची लापशी किंवा चिगदा होईल. हे टाळण्यासाठी 'एन्झाइम हायड्रोलिसिस' तंत्रज्ञान वापरतात.

एन्झाइमची भूमिका : अल्फा-अमायलेज हे एन्झाइम ओट्समधील जड स्टार्चचे लहान तुकडे करून त्याचे रूपांतर विद्राव्य साखरेत (Maltose) करते. यामुळे दुधाला नैसर्गिक गोडवा येतो आणि ते गरम केल्यावर घट्ट होत नाही.

२. बदाम दूध :

● बदामामध्ये तेल आणि प्रोटीन्सचे प्रमाण उच्च असते. मात्र त्यावरील साले काढण्यासाठी त्याला ८५ अंश सेल्सिअस गरम पाण्यात २ मिनिटे ठेवले जाते. याला 'ब्लॉचिंग' म्हणतात.

● साले काढलेले बदाम पाण्यासोबत 'कोलोइड मिल' या अत्यंत शक्तिशाली ग्राइंडमध्ये दळले जातात. हे मिश्रण बदामाच्या कणांचा आकार ५ मायक्रॉनपेक्षा लहान करते. यामुळे बदाम कण आणि पाणी कधीही एकमेकांपासून वेगळे होत नाहीत.

ब) टोफू (सोया पनीर) आणि व्हेगन चीज निर्मिती

१. टोफू निर्मिती प्रक्रिया : सोयाबीनच्या दुधापासून टोफू बनविण्याची प्रक्रिया ही गाईच्या दुधापासून पनीर बनविण्यासारखीच आहे, पण इथे प्रथिनांचे संघटन (Coagulation) करण्यासाठी वेगळे

सॉल्ट्स वापरतात.

उदा. कॅल्शियम सल्फेट (CaSO₄) हे सोया दुधातील 'ग्लायसिनिन' या प्रोटीनला एकत्र बांधते. यामुळे मऊ आणि स्पंजसारखे टोफू (सोया पनीर) तयार होते.

२. व्हेगन चीज निर्मिती :

पारंपरिक चीज दुधातील केसिन प्रोटीनच्या किण्वन (Fermentation) प्रक्रियेमुळे बनते. व्हेगन चीजमध्ये केसिन नसल्यामुळे खालील तांत्रिक पद्धत वापरली जाते.

- बेस तयार करणे : काजूची पेस्ट किंवा बटाट्याचा स्टार्च आणि नारळाचे तेल एकत्र गरम केले जाते.
- एकजीवीकरण (इमलिफिकेशन) : हाय-शियर मिक्सरमध्ये हे मिश्रण फिरवून तेल आणि पाण्याचा एकजीव थर बनवला जातो.
- पोत (टेक्चर) मिळविण्यासाठी त्यात 'झॉयन गम' किंवा 'कॅरागीन' (सागरी शेवळापासून बनवलेला पदार्थ) मिसळतात. यामुळे चीजला लवचिकता (Stretchability) आणि उष्णतेवर वितळण्याची (Melting) क्षमता मिळते. ती पिझ्झा सारख्या पदार्थावर वापरताना आवक्यक असते.

निष्कर्ष

वनस्पती-आधारित मांस आणि दूध तंत्रज्ञान हा केवळ एक तात्पुरता ट्रेड नसून ते आहे. सुरुवातीला हा उद्योग महागडा वाटत असला, तरी जसजसे याचे तंत्रज्ञान भारतात विकसित होईल आणि स्थानिक स्तरावर 'एक्सट्रूजन प्लॉट्स' उभे राहतील, तसतशा यांच्या किमती सर्वसाधारणपणे आवाक्यात येतील. पर्यावरणपूरकतेमुळे मानवजातीचे भविष्यातील शाश्वत अन्न ठरणार आहे. अन्न तंत्रज्ञान अभियंते आणि कृषी उद्योजकांसाठी या क्षेत्रामध्ये मोठ्या संधी निर्माण होणार आहेत.

बाजारपेठेतील संधी आणि आव्हाने

निकष	प्राणिजन्य अन्न	वनस्पती-आधारित अन्न
पर्यावरणीय परिणाम	जास्त पाणी आणि जमिनीचा वापर, मिथेन वायूचे उत्सर्जन.	७० टक्के ते ९० टक्के कमी कार्बन फुटप्रिंट, अत्यंत कमी पाण्याचा वापर.
आरोग्य फायदे	कोलेस्ट्रॉल आणि सॅच्युरेटेड फॅट्सचे प्रमाण जास्त.	शून्य कोलेस्ट्रॉल, फायबरचे प्रमाण जास्त आणि पचनास सोपे.
सध्याचे आव्हाने	किंमत कमी आणि बाजारात सहज उपलब्ध.	यंत्रणा महाग असल्यामुळे सध्या किंमत जास्त आहे.

वनस्पतिजन्य उत्पादनांमध्ये पाण्याचे प्रमाण जास्त असल्याने ते लवकर खराब होऊ शकतात. उत्पादनाची टिकवणुक्षमता वाढवण्यासाठी 'मॉडिफाइड अॅटमॉस्फेअर पॅकिंग' तंत्रज्ञानाद्वारे नायट्रोजन गॅस भरून पॅक केले जाते. यामुळे बुरशी येत नाही आणि उत्पादन महिनाभर टिकते.

प्रतीक्षा पुराणिक ८८०५८९०४३३ पीएच.डी. विद्यार्थीनी, प्रक्रिया आणि अन्न अभियांत्रिकी, डॉ. अण्णासाहेब शिंदे कृषी अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान महाविद्यालय, महामता फुले कृषी विद्यापीठ, राठुर्वा