కిణ్వనం-ప్రక్రియ- ఉత్పత్తులు

జీవులన్నీ తాము జీవించడానికి కావాల్సిన శక్తిని శ్వాసక్రియ ద్వారా ఉత్పత్తి చేసుకుంటాయి. సూక్ష్మజీవులు, మొక్కలు, జంతువులు.. అన్నీ శ్వాసక్రియను జరుపుతాయి. శ్వాసక్రియలో ఆక్సిజన్‌ను ఉపయోగించుకొని కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్‌ను విడుదల చేస్తాయి.

శ్వాసక్రియ రసాయన సమీకరణం:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{ఆక్సీకరణం}} 6CO_2 + 6H_2O$ + శక్తి

ఇక్కడ మనం గమనించాల్సిన అంశం జీవుల శరీరంలో గ్లూకోజ్ లేదా పిండి పదార్థం ఆక్సిజన్ సమక్షంలో ఆక్సీకరణం చెంది కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీరు, శక్తి ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఇలా ఉత్పత్తైన శక్తినే జీవులు తమ అవసరాలకు వాడుకుంటాయి. జీవుల్లో శ్వాసక్రియ జరగడానికి తోడ్పడే ప్రధాన వాయువు 'ఆక్సిజన్'. ఆక్సిజన్ లేకుండా శ్వాసక్రియ జరగదు. కానీ కొన్ని సూక్ష్మజీవులు లేదా అతి ప్రాథమిక జీవులు ఆక్సిజన్ లేకుండానే శ్వాసక్రియను జరుపుకుంటాయి. అంటే వాటి శరీరంలో పిండి పదార్థాలు ఆక్సీకరణం చెంది శక్తిని ఉత్పత్తి చేయడానికి ఆక్సిజన్ అవసరం ఉండదు. ఈ విధంగా ఆక్సిజన్ లేకుండానే పిండిపదార్థాలు ఆక్సీకరణం చెందడాన్ని 'అవాయుశ్వాసక్రియ' (Anaerobic Respiration) అంటారు. అతి ప్రాథమికమైన సూక్ష్మజీవులు మాత్రమే అవాయు శ్వాసక్రియను ప్రదర్శిస్తాయి. **ఉదా:** బ్యాక్టీరియా, కొన్ని శిలీంధ్రాలు (ఈస్ట్ మొదలైనవి), కొన్ని ప్రోటోజోవా జీవులు.

సూక్ష్మజీవుల్లో జరిగే అవాయు శ్వాస క్రియనే కిణ్వనం (ఫెర్మెంటేషన్) అని కూడా అంటారు. కిణ్వన ప్రక్రియనే వాడుక భాషలో పులియబెట్టడం అని కూడా అంటారు. అవాయు శ్వాసక్రియ (కిణ్వనం) రసాయన సమీకరణం

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ + శక్తి

గ్లూకోజ్ $\longrightarrow$ ఇథైల్ ఆల్కహాల్ + కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ + శక్తి

వాయుసహిత శ్వాసక్రియలో..	అవాయుసహిత శ్వాసక్రియలో..
• ఆక్సిజన్ సమక్షంలో పిండిపదార్థాలు ఆక్సీకరణం చెందుతాయి.	• ఆక్సిజన్ అవసరం లేకుండానే పిండి పదార్థాలు ఆక్సీకరణం చెందుతాయి.
• శక్తి, నీరు, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ ఉత్పత్తి అవుతాయి.	• శక్తి, ఆల్కహాల్ లేదా ఆమ్లం, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ ఉత్పత్తి అవుతాయి.
• అభివృద్ధి చెందిన జీవుల్లో జరుగుతుంది.	• సూక్ష్మజీవుల్లో జరుగుతుంది.
• గ్లూకోజ్ మాత్రమే వినియోగితమవుతుంది	• గ్లూకోజ్, మాల్టోస్, లాక్టోస్ ... చక్కెరలు వినియోగితమవుతాయి.

సూక్ష్మజీవులు అవాయుశ్వాసక్రియ జరుపుకుంటున్న సమయంలో వివిధ రకాలైన పిండిపదార్థాలను ఆక్సిజన్ లేకుండానే ఆక్సీ కరణం చేసుకుని శక్తి, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌లతో పాటు ఆల్కహాల్ (ఇథనాల్/ఇథైల్ ఆల్కహాల్) లేదా లాక్టిక్ ఆమ్లం, సిట్రికామ్లం మొదలైన ఆమ్లాలను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. వీటిని సహ ఉత్పత్తులు అంటారు. ఈ సహ ఉత్పత్తులతో పాటు మరికొన్ని సూక్ష్మజీవులు విటమిన్‌లు, యాంటీ బయోటిక్‌లు, అమైనో ఆమ్లాలు మొదలైన వాటిని కూడా కిణ్వన ప్రక్రియలో ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ విధంగా కిణ్వన ప్రక్రియ ద్వారా సూక్ష్మ జీవుల నుంచి ఉత్పత్తి అయ్యే పదార్థా లన్నీ మానవాళి అవసరాలకు తోడ్పడేవే. అందువల్లే మనం వివిధ రకాల మేలు రకపు

సూక్ష్మజీవ జాతులను సేకరించి వాటిని కిణ్వన ప్రక్రియలో ప్రేరేపించి అవసరమైన ఉత్పత్తులను సాధించుకుంటున్నాం.

నిత్యజీవితంలో కిణ్వన ప్రక్రియ ఫలితాలు:

1. **పెరుగు తయారీ:** లాక్టోబాసిల్లస్ అనే బ్యాక్టీరియా పాలలోని లాక్టోస్‌ను అవాయు శ్వాసక్రి యలో వినియోగించుకుని దాన్ని లాక్టిక్ ఆమ్లంగా మారుస్తుంది. ఈ లాక్టిక్ ఆమ్లం ప్రభావం వల్ల పాలు గడ్డకట్టి పెరుగు తయారవుతుంది.
2. **బ్రెడ్ తయారీ:** పిండికి ఈస్ట్ శిలీంధ్రాన్ని కలిపితే ఈస్ట్ అవాయు శ్వాసక్రియ (కిణ్వనం) ఫలితంగా పిండిలో కొద్దిగా ఆల్కహాల్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ ఉత్పత్తి అవుతాయి. ఆ పిండిని పెనంపై వేసినప్పుడు అవాయు శ్వాసక్రియలో వెలువడిన CO_2 ఫలితంగా ఆ పిండి క్రమంగా ఉబ్బి బ్రెడ్ తయారవుతుంది.
3. **ఆల్కహాల్ తయారీ:** కొన్ని ప్రాంతాల్లో ప్రజలు ద్రాక్ష, చెరకు రసం, బార్లీ పిండి, బియ్యపు పిండిని పులియబెట్టి ఆల్కహాల్‌ను తయారు చేసుకుంటారు. సింధూ నాగరికతలో బార్లీ గింజల ద్రవాన్ని పులియబెట్టి సోమ, సుర పానీయాలు తయారు చేసేవారు.

పచ్చళ్ల తయారీలో ఇమిడి ఉన్న సూత్రం కూడా 'కిణ్వనమే'. ఐతే క్రీ.పూ. నుంచి మానవుడు ఈ ప్రక్రియను ఉపయోగిస్తున్నప్పటికీ దీనిలోని శాస్త్రీయ పరిజ్ఞానం 19వ శతాబ్ద కాలానికి గానీ పూర్తి స్థాయిలో అవగతం కాలేదు. ఆ తర్వాత కిణ్వన ప్రక్రియను పారిశ్రామిక స్థాయిలో ఉపయోగించడం ప్రారంభమైంది.

పారిశ్రామిక స్థాయిలో కిణ్వన ప్రక్రియ - దశలు

I. **మాధ్యమం/యానకం తయారు చేసుకోవడం:** కిణ్వన ప్రక్రియలో ఉపయోగించే సూక్ష్మజీవి యుక్తతమ స్థాయిలో అభివృద్ధి చెంది, అదే స్థాయిలో ఉత్పత్తిని సాధించి పెట్టడానికి తోడ్పడే పోషక పదార్థాలు కలిగి ఉన్న పదార్థం/ద్రవాన్ని మాధ్యమం లేదా యానకం అంటారు. ఈ యానకంలో..
   1) నీరు 2) నత్రజని వనరు 3) కార్బన్ వనరు 4) జెల్లింగ్ ఏజెంట్
   5) యాంటీ ఫోమింగ్ ఏజెంట్ 6) ఖనిజ మూలకాలు (అవసరమైనవి) 7) పాస్ఫేట్ వనరు
   8) పెరుగుదల కారకాలు (విటమిన్‌లు మొదలైనవి) ఉంటాయి.

1. **నత్రజని వనరు:** ప్రతి జీవిలాగానే సూక్ష్మజీవులకు నత్రజని చాలా అవసరం. ఈ నత్రజని ఉపయోగించుకుని అవి వాటి అభివృద్ధిని జరుపుకుంటాయి. ఎ) అమ్మోనియం లవణాలు
   బి) అమ్మోనియం నైట్రేట్ సి) ఈస్ట్ విపక్తం డి) సోయాబీన్ మీల్‌ల రూపంలో మాధ్యమానికి నత్రజని వనరును కలుపుతారు.

2. **కార్బన్ వనరు:** సూక్ష్మజీవులు కార్బన్ వనరును ప్రధానంగా అవాయు శ్వాస క్రియలో లేదా కిణ్వనంలో ఉపయోగించుకుంటాయి. సూక్ష్మజీవి రకం, సాధించాల్సిన ఉత్పత్తిని దృష్టిలో ఉంచుకుని ఏ రకమైన కార్బన్ వనరును మాధ్యమానికి కలపాలో నిర్ణయిస్తారు. చెరకు మొలాసిస్, గ్లూకోజ్, మాల్ట్ (మొల కెత్తిన విత్తనాల పిండి నుంచి తయారు చేసిన ద్రవం), షుగర్ బీట్ ద్రవం మొదలైన వాటిని కార్బన్ వనరుగా మాధ్యమంలో ఉపయోగిస్తారు.
3. **ఖనిజ మూలకాలు:** కిణ్వన ప్రక్రియలో ఉపయోగించే సూక్ష్మజీవిలో జీవక్రియలు సమర్థంగా జరగడానికి తోడ్పడే ఖనిజ మూలకాలను మాధ్యమానికి కలుపుతారు.
కాల్షియం, పొటాషియం, సల్ఫర్, జింక్, మెగ్నీషియం, మాంగనీస్ వనరులను మాధ్య మం తయారీలో ఉపయోగిస్తారు.
4. **పాస్ఫేట్ వనరు:** సూక్ష్మజీవులకు అవసరమైన పాస్ఫరస్‌ను అందించడానికి మాధ్యమానికి పాస్ఫరస్ లవణాలను (పొటా షియం, హైడ్రోజన్ పాస్ఫేట్ మొదలైనవి) కలుపుతారు.
5. **జెల్లింగ్ ఏజెంట్:** ఇది మాధ్యమాన్ని చిక్కబరచడానికి తోడ్పడుతుంది. ప్రధానంగా అగార్ అగార్ అనే కార్బోహైడ్రేట్‌ను జెల్లింగ్ కారకంగా మాధ్యమానికి కలుపుతారు.
6. **యాంటీ ఫోమింగ్ ఏజెంట్‌లు:** కిణ్వన ప్రక్రియ జరిగే సమయంలో కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ విడుదల వల్ల క్రమంగా మాధ్యమం ఉపరితలంలో నురగ ఏర్పడొచ్చు. ఇలా నురగ ఏర్పడకుండా చూసే పదార్థాలనే యాంటీ ఫోమింగ్ ఏజెంట్‌లు అంటారు. యాంటీ ఫోమింగ్ ఏజెంట్‌లను కలపడం ద్వారా మాధ్యమంపై నురగ ఏర్పడకుండా చూడొచ్చు. పాలీప్రొపలీన్, పాలీగ్లైకాల్ ఎస్టర్స్, ఆలివ్ ఆయిల్.. యాంటీ ఫోమింగ్ ఏజెంట్‌లుగా ఉపయోగిస్తారు.
7. **పెరుగుదల కారకాలు:** కిణ్వన ప్రక్రియలో ఉపయోగించే సూక్ష్మజీవి రకాన్ని, కావాల్సిన ఉత్పత్తిని దృష్టిలో ఉంచుకొని కొన్ని పెరుగుదల కారకాలను మాధ్యమానికి కలుపుతారు. ఈ కారకాలు సూక్ష్మజీవి అభివృద్ధి, ఉత్పత్తిని ఎక్కువ చేసేవిగా ఉం టాయి.
ఎంచుకున్న సూక్ష్మజీవికి అనుకూలమైన మాధ్యమాన్ని తయారు చేసుకున్న తర్వాత pHను 6–8 మధ్య ఉండేట్లు సరిచేసి ఆ మాధ్య మాన్ని స్టెరిలైజ్ లేదా సూక్ష్మజీవ రహితంగా మార్చిన తర్వాతే కిణ్వన ప్రక్రియలో ఉపయోగిస్తారు.

II) సూక్ష్మజీవులను వేరుచేసుకోవడం, ఎన్నిక: మనకు కావల్సిన ఉత్పత్తిని అనేక రకాల సూక్ష్మజీవులు ఉత్పత్తి చేయొచ్చు. కానీ వాటిలో ఏ సూక్ష్మజీవి మిగిలిన వాటికంటే ఎక్కువ స్థాయిలో ఉత్పత్తిని సాధించగలదో దాన్ని ఎన్నుకొని వేరు చేసుకునే ప్రక్రియే సూక్ష్మజీవుల ఎన్నిక. అంటే యుక్తతమ స్థాయిలో ఉత్పత్తిని సాధించే సూక్ష్మజీవ జాతిని ఎన్నుకొని వేరు చేసుకోవడమే సూక్ష్మజీవుల ఎన్నిక. కల్చర్ పద్ధతి, స్టెయినింగ్ పద్ధతుల ద్వారా ఈ ప్రక్రియను పూర్తిచేస్తారు. ఎన్నుకున్న సూక్ష్మజీవులను జీవరసాయన చర్యల ద్వారా పరీక్షించి కావాల్సిన ఉత్పత్తిని సాధించేవిగా గుర్తిస్తారు.

III. స్టాక్ కల్చర్‌ను తయారు చేసుకోవడం:

ఎన్నుకొన్న సూక్ష్మజీవులను ఒక చిన్న ఫ్లాస్క్ లాంటి పాత్రలో అభివృద్ధి చెందించి నిల్వ ఉంచుకొని అవసరాలకు వినియోగిస్తారు. దీన్నే స్టాక్ కల్చర్ అంటారు.

IV. బయో రియాక్టర్ రూపకల్పన:

ఎంచుకున్న సూక్ష్మజీవి జాతిని, ఉత్పత్తిని బట్టి బయోరియాక్టర్‌ను నిర్మించుకోవాలి.

V. వర్ధనం చేయడం: బయో రియాక్టర్/ ఫర్మెంటర్‌లో మాధ్యమాన్ని ప్రవేశపెట్టిన తర్వాత మాధ్యమంలోకి ఎంచుకున్న సూక్ష్మజీవులను ప్రవేశపెడతారు. ఇలా ప్రవేశపెట్టే 'సూక్ష్మ జీవి'ని ఇనాకులం అని, ప్రవేశపెట్టే ప్రక్రియను 'ఇనాకులేషన్' అని అంటారు. ఇనాకులంను మాధ్యమంలోకి ప్రవేశపెట్టిన తర్వాత నిర్ణీత సమయం వరకు కిణ్వన ప్రక్రియను అనుమతించి తర్వాత మాధ్యమాన్ని సంగ్రహిస్తారు.

VI. ఉత్పత్తిని వేరు చేసి శుద్ధి చేసుకోవడం.

దీనినే విక్తం లేదా Down Stream Processing అంటారు. మాధ్యమంలో కిణ్వన ప్రక్రియ ఫలితంగా తయారైన ఉత్పత్తిని మాధ్యమం నుంచి శుద్ధ రూపంలో వేరు చేస్తారు. అవక్షేపణ, వడబోత, స్ఫటికీకరణ, ఎలక్ట్రోఫారేషన్ మొదలైన పద్ధతుల ద్వారా ఉత్పత్తిని వేరుచేస్తారు. కిణ్వన ప్రక్రియ ద్వారా ఆల్కహాల్, కర్బన ఆమ్లాలు, కొన్ని విటమిన్‌లు, యాంటీ బయాటిక్ మందులు ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు. రికాంబినెంట్ డి.ఎన్.ఎ టెక్నాలజీ, కిణ్వన ప్రక్రియ రెంటినీ ఉపయోగించి పారిశ్రామికంగా ఇన్సులిన్, పెరుగుదల హార్మోన్, ఇంటర్‌ఫెరాన్‌లు, రికాంబినెంట్ వ్యాక్సీన్‌లు ఉత్పత్తి చేస్తున్నారు.

పారిశ్రామిక కిణ్వన ఉత్పత్తులు – ప్రాధాన్యం

వైద్య రంగంలో: అమైనో ఆమ్లాలు, ఎంజైమ్‌లు, హార్మోన్‌లు, కర్బన ఆమ్లాలు, విటమిన్‌లు, ఇంటర్ ఫెరాన్‌లు... వివిధ వ్యాధుల చికిత్సలో ఉపయోగిస్తున్నారు. లైసిన్, ఆర్జినిన్ లాంటి అమైనో ఆమ్లాలను కిణ్వన ప్రక్రియ ద్వారా పెద్ద మొత్తంలో ఉత్పత్తి చేసి పౌడర్/స్ఫటిక రూపంలో నిల్వ చేసి వైద్యపరంగా ఉపయోగిస్తారు. ఇలాంటి ఆవశ్యక అమైనో ఆమ్లాలు గర్భిణులు, చిన్నపిల్లలకు చాలా అవసరం. గ్లాసిటిస్, కీలోసిస్‌ల చికిత్సకు రైబోఫ్లావిన్‌ను ఉపయోగిస్తారు. ఆహార పదార్థాలకు రంగు కోసం కూడా రైబోఫ్లావిన్‌ను ఉపయోగిస్తారు. కిణ్వన ప్రక్రియలో తయారైన మానవ ఇన్సులిన్‌ను హ్యూమిలిన్ అంటారు. డయాబిటిస్ మిల్లిటస్/షుగర్ వ్యాధి చికిత్సలో ఈ హ్యూమిలిన్ సమర్థంగా పనిచేస్తుంది.

రికాంబినెంట్ డిఎన్ఎ టెక్నాలజీ ద్వారా తయారైన వ్యాక్సీన్‌లు హెపటైటిస్–బి లాంటివి అత్యంత

ప్రమాదరహిత, అత్యంత ప్రభావితమైనవి కూడా. ఇంటర్‌ఫెరాన్‌లు క్యాన్సర్, కొన్ని వైరల్ వ్యాధుల చికిత్సలో ప్రధాన పాత్ర పోషిస్తున్నాయి.

ఫుడ్ ప్రాసెసింగ్‌లో..

వివిధ రకాలైన కిణ్వన ఉత్పత్తులు ఆహార పదార్థాలను నిల్వచేయడానికి, ఆహారానికి ఫ్లేవర్ (రుచి, వాసన) కలిగించడానికి ఉపయోగపడతాయి.

కిణ్వన ప్రక్రియ ద్వారా ఉత్పత్తైన ఎసిటిక్ ఆమ్లం, సిట్రిక్ ఆమ్లం, గ్లుటామిక్ ఆమ్లం మొదలైనవి ఫుడ్ ప్రాసెసింగ్‌లో ఉపయోగపడతాయి. ఎసిటిక్ ఆమ్లాన్ని విలీనత చెందించి వెనిగర్‌గా వాడుతారు. వెనిగర్‌ను పచ్చళ్లు, సాస్‌ల తయారీలో ఉపయోగిస్తారు. ఇది ప్రిసర్వేటివ్‌గా ఉపయోగపడుతుంది. గ్లుటామిక్ ఆమ్లాన్ని, మోనోసోడియం గ్లుటమేట్ రూపంలో ఉపయోగిస్తారు. దీన్నే 'అజినమోటో'గా పిలుస్తారు. ఇది ఆహారానికి ఫ్లేవర్‌ను కలిగించి ఆహారాన్ని చాలాకాలం పాటు నిల్వ ఉంచగలుగుతుంది. ఫాస్ట్‌ఫుడ్, జంక్‌ఫుడ్ తయారీలో దీన్ని విరివిగా ఉపయోగిస్తారు.