

४२

१

# साखर

प्रा.प.म.बर्वे



महाराष्ट्र राज्य

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि  
संस्कृति मंडळ, मुंबई

१९७७



प्रा. परशुराम महादेव बर्वे, एम्. एस्सी. शालेय शिक्षण मालवण (जि. रत्नागिरी). विल्सन कॉलेज मुंबई मधून १९२७ साली बी. एस्सी. १९३१ साली एम्. एस्सी (सगोरव) एम्-एस्सी. साठी संशोधनाचा विषय कोलायडी (Colloid) रसायन शास्त्र. ह्या विषयावर इतरांबरोबर २३ संशोधनात्मक लेख देशी व परदेशी वैज्ञानिक नियतकालिकातून प्रसिद्ध झाले. इंडियन केमिकल सोसायटीचे (मुंबई विभाग) अध्यक्षपदी एक वर्ष.

मुंबई विद्यापीठाचे २० वर्षे फेलो. १९५९ साली विद्यापीठाच्या विज्ञान शाखेचे डीन. मराठी विज्ञान परिषदेचे एक संस्थापक व ट्रस्टी.

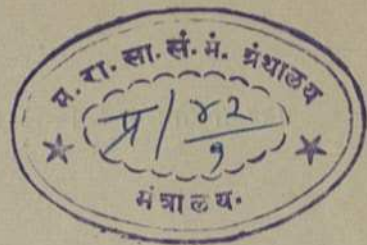
१९३१ ते १९६९ साली सेवानिवृत्त होई पर्यंत विल्सन कॉलेज मध्ये उपप्राध्यापक व प्राध्यापक. १९४६ सालानंतर रसायनशास्त्र विभागाचे प्रमुख.





साखर





# सा ख र

लेखक  
प्रा. प. म. बर्वे



महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ, मुंबई

१९७७

प्रथम आवृत्ती : मार्च १९७७ (शके १८९९)

© प्रकाशकाधीन

प्रकाशक :

सचीव,

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ,

मंत्रालय, मुंबई ४०० ०३४

किंमत रु. १६/-

मुद्रक :

अरुण नाईक,

अक्षर प्रतिरूप प्रा. लि.,

४२, आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई ४०० ०३१

## अनुक्रमणिका

निवेदन	सात
प्रस्तावना	नऊ
१ साखरेचा इतिहास	१
२ साखरेची शास्त्रीय जन्मकथा	९
३ ऊस व त्याचे लहान मोठे प्रतिस्पर्धी	२१
४ उसाचे संशोधन	४१
५ पांढरी व इतर साखर प्रकार—उत्पादन तंत्र	४९
६ साखरेचे गुणधर्म	६७
७ साखर, आहार व आरोग्य	७७
८ भारत आणि साखर	९३
९ साखर—उत्पादन वाढ आणि काही समस्या	१२५
परिशिष्ट : (१) शब्दावली : इंग्रजी—मराठी	१३१
मराठी—इंग्रजी	१३३
(२) संदर्भ ग्रंथ	१३५
(३) सूची	१३७
(४) चित्रे	





## निवेदन

आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रात; त्याचप्रमाणे भारतीय प्राचीन संस्कृती, इतिहास, कला इत्यादी विषयात मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे हा मुख्य उद्देश लक्षात घेऊन साहित्य-संस्कृति मंडळाने वाङ्मयनिर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. मराठी विश्वकोश, मराठी भाषेचा महाकोश, वाङ्मयकोश, विज्ञानमाला, भाषांतरमाला आंतरभारती-विश्वभारती, महाराष्ट्रेतिहास इत्यादी योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत केल्या आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठी विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्र विज्ञान या विषयावरील संशोधनात्मक व अद्यावत माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. शिक्षणाच्या प्रसाराने मराठी भाषेचा विकास होईल ही गोष्ट तर निर्विवादच आहे. पण मराठी भाषेचा विकास होण्यास आणखीही एक साधन आहे आणि ते साधन म्हणजे मराठी भाषेत निर्माण होणारे उत्कृष्ट वाङ्मय हे होय. जीवनाच्या भाषेतच ज्ञान व संस्कृति यांचे अधिष्ठान तयार व्हावे लागते. जोपर्यंत माणसे परकीय भाषेच्याच आश्रयाने शिक्षण घेतात, कामे करतात व विचार व्यक्त करतात; तोपर्यंत शिक्षण सकस बनत नाही. संशोधनाला परावलंबित्व रहाते व विचाराला अस्सलपणा येत नाही. एवढेच नव्हे तर वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञानापासून सर्वसामान्य माणसे वंचित राहतात.

३. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून विद्यापीठीय स्तरावर अशा प्रकारचे स्वरूप व दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रज्ञावंत पंडितांपर्यंत मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त अशा परिभाषा सूची किंवा परिभाषा कोश तयार होत आहेत. पश्चिमी भाषांना अशा प्रकारच्या कोशांची गरज, नसते. याचे कारण उघड आहे. पश्चिमी भाषात ज्या विद्यांचा संग्रह केलेला असतो त्या विद्यांची परिभाषा सतत वापराने रूढ झालेली असते. त्या शब्दांचे अर्थ त्यांच्या उच्चारान्वरोबर वा वाचनाद्वरोबर वाचकांच्या लक्षात येतात, निदान त्या त्या विषयातील जिज्ञासूंना तरी ते माहित असतात. अशी स्थिती मराठी किंवा अन्य भारतीय

भाषांची नाही. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात समर्पकपणे वारंवार प्रतिष्ठित लेखात व ग्रंथात उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त करण्याची त्यात शक्ती येते. अशा तऱ्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्थशून्य रहातात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञान-विज्ञानाची भाषा बनविण्याकरिता शासन, विद्यापीठे, प्रकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी मराठी ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

४. वरील उद्देश्य घ्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला आहे, त्यातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचक वर्गाकरता, इंग्रजी न येणाऱ्या कुशल कामगारांकरिता व पदवी-पदविका घेतलेल्या अभियंत्यांकरिता सुबोध भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तांत्रिक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किमतीत देण्याची व्यवस्था केलेली आहे. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीरविज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, ज्योतिषशास्त्र, भौतिकी, रेडिओ, अणुविज्ञान, सांख्यिकी, स्थापत्यशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, इत्यादि विषयांवर ३५ दर्जेदार पुस्तके विज्ञानमालेत प्रकाशित केली आहेत. वस्तुबोध प्रकाशचित्रणकला, गणकयंत्रे, रंग, कृत्रिम धागे, कातडीकाम, पुस्तकबांधणी, मोटार दुरुस्ती, वैमानिक विद्या, अवकाशयान, इत्यादी अनेक विषयां-वरील पुस्तके तयार होत आहेत.

५. मंडळाच्या विज्ञानमालेत प्रा. प. म. बर्वे लिखित "साखर" हे पुस्तक प्रकाशित करण्यास मंडळास आनंद होत आहे. साखरेचे सर्वसाधारण व्यक्तिच्या दैनंदिन जीवनातील महत्त्व व महाराष्ट्र राज्याच्या आर्थिक जीवनातील "साखर" या विषयाचे स्थान याबद्दल आवर्जून सांगण्याची आवश्यकता नाही. साखरनिर्मिती, साखर उत्पादनातील विविध प्रश्न व अद्यावत तांत्रिक माहिती या पुस्तकाद्वारे वाचकांना मिळू शकेल. या विषयावरील मराठी भाषेतील हे पहिलेच प्रकाशन आहे. सर्वसाधारण वाचकांना तसेच या क्षेत्रात कार्य करणाऱ्या कार्यकर्त्यांना हे पुस्तक उपयुक्त व मार्गदर्शक ठरेल अशी आशा आहे.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी

अध्यक्ष,

मुंबई, २९ मार्च १९७७.

९ चैत्र १८९९.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळ

मुंबई.



## प्रस्तावना

सर्व रूचिप्रकारामध्ये गोड रूची ही सर्वश्रेष्ठ मानली जाते. लहानापासून मोठ्यापर्यंत सर्वांनाच गोड रूचीचे आकर्षण असते. गोडबोल्या, सणावाराला गोडघोड, गोडी लागणे, गोड गोष्टी वगैरे शब्द आपल्या नेहमीच्या बोलण्यात येत असतात. मनाचे समाधान, संतोष किंवा प्रेमभाव व्यक्त करण्यासाठी भेट म्हणून आपण मेवा मिठाई पाठवितो. वधु-वरांचा मंगल विवाह निश्चित करतो तो साखरपुड्यानेच. आनंदाच्या प्रसंगी आपण इष्ट मित्रांना किंवा शेजाऱ्यापाजाऱ्यांना मिठाई वाटतो व आपल्या-बरोबर त्यांचे तोंड पण गोड करतो. आनंदामध्ये इतर लोक सहभागी झाल्याने आपला आनंद द्विगुणित होतो. आनंद व प्रेमभाव आणि गोड रूची ह्यांचे असे हे सहचर्य आढळते. तसेच गोड पदार्थ आणि भक्तिभाव ह्यांचे सहचर्य आढळते. धार्मिक भावनेने केलेली देवांची पोडोपचारी पूजा नैवेद्य दाखवूनच पुरी होत असते. नैवेद्यामध्ये गुळ साखर किंवा साखरयुक्त गोड पदार्थांचे महत्त्व सर्वश्रुतच आहे.

परंतु गोड पदार्थ हे मिळवावयाचे कोठून व कसे ? प्राचीन काळी गोड वस्तू मिळविण्याच्या प्रयत्नामध्ये माणसाला प्रथम गोड फळे आढळली असली पाहिजेत. पुष्कळशी फळे गोड असतात हे खरे. परंतु ती फार दिवस टिकत नाहीत व त्यांचा हंगाम संपल्यानंतर ती इतर वेळी मिळत नाहीत. फळांच्या गोडपणाचा फायदा वर्षभर घेता येत नाही ही एक मोठी अडचण आहे. खारिक, जर्दालू, द्राक्षे, अंजिर वगैरे फळे वाळवून तयार झालेल्या सुख्या मेव्यामध्ये गोडपणा वरेच दिवस टिकविता येतो. परंतु वाळलेली फळेही काही दिवसांनी किडतात व खाण्याला निरुपयोगी होतात. वाळलेल्या फळांमध्ये गोडपणा असतो, पण त्याचबरोबर गोड नसलेला असाही भाग असतो. फळातील गोड द्रव्ये इतर अनावश्यक भागापासून वेगळी काढता येत नाहीत त्यामुळे वाळलेली फळे गोड असली तरी ती इतर खाद्यपदार्थांमध्ये सहज मिसळून एकजीव होत नाहीत. गोड पदार्थांवरील सर्व मर्यादा मोठ्या प्रमाणावर पार पाडणार एकच पदार्थ म्हणजे उसापासून किंवा अन्य तऱ्हेने मिळविलेली साखर. साखर ही नासत नाही व ती सर्वदा सर्वत्र मिळते. मानवी जीवनामध्ये म्हणूनच आता साखरेला अनन्यसाधारण महत्त्व व माहात्म्य प्राप्त झाले आहे. साखर बाजारात मिळत नसली किंवा महाग होऊ लागली म्हणजे साखरेबद्दल कडू गोड चर्चा सर्वत्र ऐकू येते. आपल्या आहारामध्ये साखरेला फार मोठे स्थान आहे हे त्याचे कारण होय.

साखरेला महत्त्व आहे ते केवळ जिव्हालील्यामुळेच नसून त्यामध्ये शरीर पोषणाचे गुण आहेत म्हणून. इंग्लंड अमेरिकेसारख्या प्रगत देशांमध्ये शरीर पोषणाचा कार्यक्रम यथास्थित चालण्यासाठी माणसाला लागणाऱ्या अन्नापैकी २०-२५ टक्के भाग केवळ साखर ह्या एका वस्तूपासून मिळविण्यात येतो. कदाचित त्या देशातील लोकांचा शरीरपोषण व जिव्हालीत्य ह्यांचा उत्तम समन्वय साधण्याचा प्रयत्न असावा. इतर अन्नपदार्थांच्या मानाने साखरेमुळे शरीरपोषणाचे कार्य लगेच सुरू होते व शरीर क्रियाशील राहते. श्रमाने दमून भागून आलेल्या माणसाला गुळपाणी किंवा साखरपाणी मिळाल्यावर त्याचा श्रमपरिहार होतो तो गुळाच्या किंवा साखरेच्या ह्याच गुणामुळे.

आधुनिक धावपळीच्या जीवनक्रमामध्ये आटोपशीरपणा, थोडक्यात पुष्कळ ह्या गुणाला आगळेच महत्त्व प्राप्त झाले आहे. आकाराने लहान असलेले साखरयुक्त पदार्थ आपल्या भूकेची गरज भागवू शकतात. साखरेच्या लोकप्रियतेमध्ये ह्या गोष्टीला पुष्कळच महत्त्व आहे. आपल्या बहुविध आहारामध्ये शास्त्रीयदृष्ट्या साखर हे एकच शुद्ध रासायनिक द्रव्य आहे. आहारामध्ये दुसरे एवढे रासायनिक दृष्ट्या शुद्ध द्रव्य नाही. गोडपणाच नव्हे तर साखरेचे शास्त्रीय स्वरूप, इतिहास व संशोधन आणि साखरेचा व्यापार ही सारीच महत्त्वपूर्ण आहेत.

साखरेच्या बहुविध गुणामुळे साखरेचा संबंध रसायनशास्त्राशी येतो, तसाच तो जीव-रसायनशास्त्राशी (biochemistry) येतो. साखरेची उत्पत्ति वनस्पति-शास्त्राशी निगडित आहे तशीच ती कृषिशास्त्राशी पण आहे. वैद्यकशास्त्र व आहार-शास्त्र ह्यांमध्ये साखरेबद्दलची चर्चा अटळ आहे. त्याचप्रमाणे इतिहास, समाजशास्त्र ह्यांना पण साखरेबद्दल आस्था वाटते. परंतु अर्थशास्त्राला एक उत्पन्नाची बाब म्हणून त्याहूनही जास्त आपूलकी वाटते. संदर्भग्रंथ शोधण्यासाठी ग्रंथालयात जाणाऱ्याला ह्या सर्व शीर्षकाखाली साखर विषयावरील ग्रंथांची किंवा लेखांची नोंद आढळून येते विविध ज्ञानशाखांना स्पर्श करणारा असा साखर हा एक विषय आहे. साखरेच्या ह्या बहुविध अंगाचा सुलभ परिचय करून देण्याच्या दृष्टीने ह्या पुस्तकाचा विस्तार केला आहे.

गोडपणाबरोबर साखरेच्या विविधस्वरूपांमुळे साखरेविषयीची उपयुक्त माहिती सुबुद्ध, सामान्य वाचकांनाही उद्बोधक वाटेल अशी अपेक्षा आहे. हे पुस्तक शास्त्रीय स्वरूपाचे असले तरी ते शास्त्रज्ञ किंवा तंत्रविशारद ह्यांच्यासाठी लिहिलेले नसून सर्वसाधारण सुबुद्ध वाचकांची जागृत झालेली जिज्ञासा पुरी करण्याच्या हेतूने लिहिलेले आहे. अशा प्रकारच्या लेखनाला दुसरा एक वाचकवर्ग संभवतो. तो वर्ग म्हणजे तज्ञांचाच, पण दुसऱ्या कोणत्यातरी एकाद्या विज्ञानशाखेतील. हे लोक आपल्या क्षेत्रामध्ये तज्ञ असले तरी इतर क्षेत्रामध्ये अतज्ञच असतात. स्वतःच्या विषयातील काही समस्या सोडविण्याच्या दृष्टीने ह्यांच्या स्वतःच्या संशोधनक्षेत्राच्या नजिक



असलेल्या दुसऱ्या क्षेत्रामध्ये चाललेल्या महत्वाच्या कार्याची थोड्या ढोबळ स्वरूपाची का होईना ओळख उपयोगी पडते. ह्या वाचक वर्गाची गरजपण हे पुस्तक भागवील अशी आशा आहे.

कोणत्याही वाढत्या उद्योगधंद्याची व त्याच्या उत्पादनांची आकडेवारी २-४ वर्षांतच कालबाह्य झाल्याने फारशी अर्थवाही राहू शकत नाही. शिवाय निरनिराळ्या ठिकाणच्या व निरनिराळ्या वेळी प्रसिध्द झालेल्या संदर्भ ग्रंथातून मिळणारी आकडेवारी एका ठराविक वर्षाची नसते. त्यामुळे कोणत्यातरी एका वर्षाचे साखरव्यवसायाचे सर्वांगीण चित्र रेखाटता येत नाही. ह्या अडचणी कोणत्याही वाढत्या धंद्याच्याबाबतीत नेहमीच्याच आहेत. मग ह्या आकडेवारीचा काही उपयोग आहे का असा प्रश्न विचारण्यात येणे शक्य आहे. साखरेच्या व्यापाऱ्याला किंवा उत्पादकाला ह्या अपुऱ्या व काही प्रमाणात कालबाह्य होणाऱ्या आकडेवारीचा उपयोग नसेल हे खरे. त्यांनी साखरधंद्याला वाहिलेल्या नियतकालिकातून दरसालची अचूक आकडेवारी मिळविली पाहिजे. परंतु सामान्य वाचकाला मात्र येथे देण्यात आलेल्या आकडेवारीने साखर उद्योगाच्या वाढत्या महत्त्वाविषयी व त्याच्या व्यापाविषयी स्थूलमानाने का होईना चांगली कल्पना येईल. ह्या पुस्तकातील आकडेवारीचा एवढा फायदा निश्चितच होईल.

पुण्याचे प्रसिध्द साखर-रसायनतज्ञ श्री. का. आ. जोशी ह्यांचेकडून वेळोवेळी मिळालेल्या उत्तेजनामुळे व मार्गदर्शनामुळे हे पुस्तक लिहिणे शक्य झाले. कृतज्ञतापूर्वक ह्याचा निर्देश करणे आवश्यक आहे. इतर संदर्भ ग्रंथाप्रमाणेच डॉ. दि. गं. कुलकर्णी ह्यांच्या 'Tropical Sugar' ह्या ग्रंथातील बहुमोल माहितीचा व आकडेवारीचा फार उपयोग झाला.

वेळीच संदर्भग्रंथ न मिळणे व इतर अडचणी ह्यामुळे पुस्तक पुरे करण्यासाठी ठरवून घेतलेली मुदत टळून जात असे. परंतु साहित्य व संस्कृति मंडळाच्या भाषांतर विभागाचे मानसेवी संपादक श्री. वा. गं. सुंठणकर ह्यांच्या सौजन्यामुळेच व त्यांनी वेळोवेळी दिलेल्या प्रोत्साहनामुळे हे पुस्तक लिहून पूर्ण झाले. त्याचप्रमाणे मंडळाचे सचिव श्री. द. य. राजाध्यक्ष ह्यांनी केलेल्या मार्गदर्शनावद्दल मी त्यांचा आभारी आहे.

राधा ब्लॉक्स,

शास्त्री हॉल, मुंबई ४०० ००७.

२० मार्च १९७७.

गुढी पाडवा, शके १८९९.

प. म. बर्वे





## प्रकरण १

# साखरेचा इतिहास

**ऊस** व साखर ह्यांचा पूर्वेतिहास मोठा रम्य व रहस्यपूर्ण आहे. ऊस हा गोड असतो व तो नैसर्गिकरित्या जंगलामध्ये वाढतो. त्याची निवड करून नंतर शेतामध्ये लागवड केल्यास चांगली गोडी असलेली व मोठा आकार असलेली उसाची जात यथावकाश विकसित होते. ह्या विषयीचे आरंभीचे अनुभवजन्य संशोधन कोठे झाले असेल? उसाचा गोडपणा इतर झाडांप्रमाणे फळांमध्ये नसून वनस्पतीच्या खोडामध्ये आहे व उसाचे खोड मऊ असल्यामुळे ते दातांनी सोलून, चावून त्यातील गोड रस चाखता येतो वगैरे उसातील माधुर्य जाणणारा पहिला आदिमानव किंवा मानवसमाज कोणता असेल बरे? ह्या विषयीचा ज्ञात इतिहास पाहता तो मान भारतीयांकडे जातो. म्हणजे ख्रिस्तपूर्व कित्येक शतके तरी ऊस भारतामध्ये सुपरिचित होता. खरे म्हणजे भारताच्या इतिहासाएवढाच उसाचा इतिहास प्राचीन आहे. थोडक्यात भारत हेच उसाचे माहेरघर असावे असे बरेच पुरावे आढळतात. संस्कृतमध्ये इक्षु किंवा इक्षुदंड, इक्षुवन वगैरे शब्द रूढ आहेत. उसाचे उत्पादन उष्ण किंवा उपउष्ण कटिबंधामध्येच प्रामुख्याने होते. उसाच्या वाढीला व विकासाला लागणारे ह्युमान व पाणी ह्याबाबतीत भारतामध्ये अनुकूलता असल्याने उसाची नैसर्गिक वाढ व लागवड येथेच झाली असावी. उसाच्या माधुर्याचा आस्वाद व त्याचे महत्त्व ही प्राचीन भारतीयांना समजून यावीत हे साहाजिकच आहे.

उसाचा उल्लेख अथर्ववेदामध्ये असल्याची नोंद 'भारतीय संस्कृति कोश' ह्यामध्ये आढळते. अथर्ववेद (१.३४.५) मधील संहितेचा पदपाठ :

परि। त्वा। परिऽतत्तुना। इक्षुणा। अगाम्। अविऽद्विधे।

यथा। साम्। कामिनी। असः। यथा। मत्। न। अपऽजाः। असः॥

(भावार्थः तुझ्याभोवती उसाचा घेरा घालून मी ठेवित आहे तो परस्परातील द्वेष नाहिसा व्हावा म्हणून व तू माझ्यावर प्रेम करावे व तू माझ्यापासून दूर जाऊ नये म्हणून.)

एका पौराणिक कथेप्रमाणे विश्वामित्र ऋषीच्या प्रतिसृष्टिमध्ये उसाला किंवा उसाच्या रसाला फार मोठे स्थान मिळाले होते. त्रिशंकू राजाला इंद्राच्या स्वर्गात प्रवेश मिळेल. तेव्हा विश्वामित्राला मोठा अपमान वाटला. इंद्राची खोड मोडण्यासाठी त्याने नवीनच सृष्टि निर्माण करून त्यातील स्वर्गामध्ये त्रिशंकूला स्थान देण्याचे ठरविले. प्रतिसृष्टि निर्मितीच्या कामाला विश्वामित्र लागले. ह्या प्रतिसृष्टिमध्ये ऊस निर्माण करून उसाचा रस हा स्वर्गातील देवांचे आवडते पेय जे अमृत त्याच्या तोडीला तोड म्हणून मान्यता दिली होती. अशी ही त्रिशंकूबद्दलची कथा आहे. ह्यावरून ऊस व उसाचा रस ह्यांची माहिती व महती फार प्राचीन काळापासून आपल्या परिचयाची आहेत हे स्पष्ट होईल.

वनस्पतिशास्त्रदृष्ट्या भारत हेच उसाचे आद्यस्थान असावे व तेथूनच उसाचा प्रसार इतरत्र झाला असावा असे बऱ्याच विद्वानांचे मत आहे. तथापि ह्यामानाच्या दृष्टीने अनुकूलता असलेल्या इतर ठिकाणीही उसाची उत्पत्ति व उसाचा विकास झाला असणे अशक्य नाही.

दक्षिण पॅसिफिक महासागरातील 'सॉलोमन' बेटे प्रसिध्द आहेत. तेथे रूढ असलेल्या एका लोककथेप्रमाणे उसाचे कांड जमिनीवर पडले. त्याला मातीचा आधार मिळाल्याबरोबर, त्याच्या एका पेरातील डोळ्यातून जोरदार कोंब वर आला. कोंब वाढला तेव्हा त्याचा माणूस म्हणजे पुरुष झाला. दुसऱ्या पेरातील डोळ्यातून स्त्री जन्माला आली. उसापासून माणसाची कशी उत्पत्ति झाली हे सांगणारी ही लोककथा तेथील आदिवासी जमातीमध्ये रूढ आहे. ह्यावरून ऊस तद्देशीय पण असावा व तेथे तो बाहेरून कोणी आणला नसावा असे वाटते.

तथापि उसाची लागवड करणे व तयार झालेला ऊस दगडावर वाटून किंवा चरकात घालून त्याचा रस काढणे व पुढे काकवी, गुळ, साखर तयार करण्याच्या क्रिया भारतामध्येच विकसित झाल्या असाव्या. महाभारतामध्ये व इतर पुराणांमध्ये गोड पक्वान्साठी गुळ किंवा साखर वापरित असल्याचा उल्लेख आढळतो.



ख्रिस्तपूर्व चवथ्या शतकात अलेक्झँडर दि ग्रेट ह्या ग्रीसच्या बादशहाने हिंदुस्थानावर स्वारी केली. त्यावेळी त्याच्या बरोबर असलेल्या जनरल नीअरचुस ह्या सैनिकी अधिकाऱ्याने भारतामध्ये आढळणाऱ्या काही अजब गोष्टींची नोंद केलेली उपलब्ध आहे. त्यामध्ये त्याने 'मधमाशा' शिवाय मध तयार करणारी बोरू किंवा बांबूसारखी झाडे किंवा 'मधाचे बांबू' भारतामध्ये आढळतात असा उल्लेख केला आहे. त्या अधिकाऱ्याची ऊस व उसाचा रस ह्यांच्याशी प्रथमच ओळख झाली असली पाहिजे.

उसाचा प्रसार भारतामधून पूर्वेकडे इंडोचायनामध्ये व पश्चिमेकडे अरब देशामध्ये झाला. ख्रिस्त सन सुरू होऊन काही शतके लोटल्यावर भूमध्य समुद्राच्या लगतच्या देशामध्ये उसाची लागवड व साखरेचे उत्पादन ह्यांची सुरुवात झाली असावी, परंतु युरपमध्ये साखर जाऊन पोचली नव्हती. अरब लोकांनी स्पेन पादाक्रांत केला व आपले साम्राज्य युरपपर्यंत पोचविले, तेव्हा त्यांच्याबरोबर ऊस व साखर ह्यांचा युरपमध्ये प्रवेश झाला. स्पेन, दक्षिण फ्रान्स, व्हेनिस वगैरे ठिकाणी उसाची लागवड होऊन साखरेच्या निर्मितीला सुरुवात झाली. सिरिया, इजिप्त वगैरे देशातून साखर युरपमध्ये आयात होत होती. इजिप्तमध्ये साखर शुध्दीकरणाचे तंत्र बरेच विकसित झाले असल्याने इजिप्तच्या साखरेला चांगली मागणी असे. १५४४ मध्ये कच्ची साखर शुध्द करण्याचे कारखाने लंडनमध्ये सुरू झाले तर १६८९ मध्ये प्रथमच न्युयॉर्कमध्ये साखर शुध्दीकरणाचा कारखाना सुरू झाला.

ख्रिस्तोफर कोलंबस ह्याने अमेरिकेचा शोध लावला तसाच वेस्ट इंडिज् ह्या द्वीपसमूहाचा पण शोध लावला. १४९३ साली त्याने आपल्या दुसऱ्या सफरीमध्ये सॅटो डोमिन्गो (Santo Domingo) येथे उसाचे बियाणे प्रथमच नेले. उसाची लागवड झाल्यावर यथावकाश तेथील अनुकूल हवामानामुळे उसाचा मोठ्या प्रमाणावर विस्तार झाला.

शर्करा ह्या संस्कृत शब्दाचे परकी भाषातील प्रतिशब्द पाहाणे फार उद्बोधक आहे. शर्करेला अरेबिक भाषेमध्ये 'सुकर' (Sukkar) म्हणतात तर ग्रीक भाषेमध्ये 'सुखरॉन' (Sukharon), इटालियन भाषेमध्ये 'सुखेरा' (Sukhera), फ्रेंच भाषेमध्ये 'सुकर' (Sucre), व इंग्रजीमध्ये 'शुगर' (Sugar) म्हणतात. प्रतिशब्दांचो अशी निरनिराळी रूपे पाहिली म्हणजे साखरेचा प्रसार अरबस्थानातून ग्रीस, इटली, फ्रान्स ह्या मार्गाने इंग्लंडला पोचला असला पाहिजे.

साखरेचा प्रसार युरपमध्ये थोडा उशीरा झाला. साखरेच्या गोडपणाचे आकर्षण सर्वांनाच असले पाहिजे. परंतु १७ व्या शतकापर्यंत तरी साखर दुर्मिळ व त्यामुळे बरीच महाग असे. राजे, सरदार वगैरे लोकांनाच ती परवडण्यासारखी होती. आरंभो

साखर हे एक मनःशांती देणारे औषधी द्रव्य म्हणून वापरीत असत. १७३६ साली मारिआ थेरेसा ह्या हंगेरीच्या भावी राणीच्या विवाहसमयी हिरे, माणके, ह्यांच्या बरोबरीने साखर पण माहेरची भेट म्हणून देण्यात आली होती. साखरेला एवढे महत्त्व होते. मार्कोपोलो व वाँस्कोडीगामा ह्यांनी भारतातून साखरेचा व्यापार कसा होत असे ह्याची माहिती संग्रहीत केली आहे. इस्ट इंडिया कंपनी १६०० साली स्थापन झाली. इतर व्यापारी वस्तूंबरोबर साखरेचा व्यापार ती आरंभी अरबस्थानाशी व नंतर इंग्लंडबरोबर करू लागली.

खरे म्हणजे पूर्वी युरपमधील लोकांच्या आहारामध्ये गोड पदार्थांचा फारच थोडा भाग असे. तो थोडा भाग मध व फळे ह्यांनी भागविला जाई. परंतु औद्योगिक विकासाबरोबर व्यापाराची वाढ झाली आणि साखर भरपूर स्वस्त मिळू लागली. १८ व्या शतकात इंग्लंडमध्ये चहा व कॉफी ही गरम पेये लोकप्रिय झाली. त्यामुळे साखरेची गरज वाढू लागली. शहरामधून नवीनच सुरू झालेली कॉफी देणारी उपहारगृहे किंवा कॉफी हाऊसीस ह्यांना चांगलाच लोकाश्रय मिळू लागला. साखरेच्या मागणीचा किंवा खपाचा असा हा चहाकॉफीच्या लोकप्रियतेशी संबंध आहे. एका फ्रेंच टीकाकाराचे असे म्हणणे आहे की चहा, कॉफी, कोको ही फार उपयुक्त अशी कडू औषधी द्रव्ये आहेत. परंतु त्यामध्ये पुष्कळ साखर घालून आपण त्यांचे एकप्रकारे मादक पेयामध्ये रूपांतर केले आहे. टीकाकारांचे हे विचार जरी एकतर्फी म्हणून सोडून दिले तरी साखरेमुळे लोकांच्या पूर्वीच्या खाण्यापिण्याच्या सवयी बदलून गेल्या आहेत हे मात्र नाकारता येणार नाही.

ऊस व साखर ह्यांचा पश्चिमेकडे असा प्रसार होत असताना पूर्वेकडे पण ऊस व साखर ह्यांचा संचार होत होता. इसवी सन ६०० साली चीनचा वादशहा त्सी हेंग (Tsai Heng) ह्याने आपली माणसे साखर तयार करण्याची कला माहित करून घेण्यासाठी बिहारमध्ये पाठवून साखर निर्मितीचे तंत्र मिळविल्याची नोंद आढळते. एखाद्या निर्मितीच्या प्रक्रियेचे ज्ञान परदेशात जाऊन हस्तगत करण्याच्या तांत्रिक कामगिरीवर भारतामध्ये आलेले बहुधा हेच पहिले सरकारी तंत्रज्ञांचे मंडळ असावे. आजकाल इतर देशाकडून तंत्रज्ञान आयात करणाऱ्या भारत देशाने प्राचीन काळी निदान साखर उत्पादन तंत्र निर्यात केले होते ही मोठी अभिमानाची गोष्ट आहे.

### साखर उद्योगाचा विकास :

साखरेच्या उत्पादनाचा विकास कसा झाला ह्याचा विचार करता साधारणतः १६व्या शतकापर्यंत उसापासून साखर व गुळ ह्यांचे उत्पादन होत असले तरी त्याला फारसे



अंतरराष्ट्रीय व्यापारी महत्त्व नव्हते. हे उत्पादन अल्प प्रमाणांत व स्थानिक खपा-पुरतेच होत असावे. तोपर्यंत अंतरराष्ट्रीय व्यापार करणाऱ्या संघटित अशा व्यापारी कंपन्याच नव्हत्या. परंतु त्यानंतर जलवाहतूक सुरू झाली व व्यापारी युगाला प्रारंभ झाला. साखरेची विशिष्ट गोडी, तिचा टिकाऊपणा व शुभ्ररंग ह्यांमुळे साखरेचे व्यापारी महत्त्व वाढले. युरपमध्ये साखर होत नव्हती, किंवा तेथील लोकांना साखरेचा फारसा परिचय पण नव्हता. परंतु १६ व्या शतकानंतर युरपमध्ये साखरेची मोठ्या प्रमाणावर आयात होऊ लागली.

१८०० सालापर्यंत साखर फक्त भारत, जावा, मॉरिशस, क्युबा, जमैका, ब्राझिल, व पेरू या देशांत तयार होऊ लागली होती. त्यातल्या त्यात अमेरिकेतील देशांमध्ये साखरेचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर होत होते. १९व्या शतकाच्या आरंभी साखरेचे जागतिक उत्पादन दरसाल साधारण दोन अडीच लक्ष टन एवढे होते अशी माहिती प्रसिद्ध झालेली आहे.

१९व्या शतकाच्या पहिल्या ८० वर्षांच्या कालखंडामध्ये म्हणजे साधारण १८८० सालापर्यंत साखर उद्योगाच्या संदर्भात दोन स्वतंत्र क्षेत्रांमध्ये महत्त्वपूर्ण विकास झाला. साखरेची निर्मिती करण्यासाठी ऊस गाळणे, रस तापविणे, साखरेचे स्फटिक वेगळे करणे वगैरे कामे यंत्रांच्या साहाय्याने होऊ लागली. साखरेचे उत्पादन त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर व जास्त कार्यक्षम पद्धतीने होऊ लागले. त्यामुळे साखर स्वस्त मिळू लागली.

साखरेचे उत्पादन वाढण्यास आणखी एक उपक्रम कारणीभूत झाला आहे. शर्करा-ब्रीट कंदापासून साखर तयार करण्याचे तंत्र ह्याच कालखंडामध्ये विकसित झाले व साखरेचे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन सुरू झाले. ऊस-साखरेचे उत्पादन मुख्यतः उष्ण कटिबंधीय देशांमध्ये होते. त्यामुळे युरपमधील औद्योगिक दृष्ट्या पुढारलेल्या देशांना साखरेसाठी परकी देशांवर अवलंबून राहावे लागत असे. परंतु मार्ग्राफ (Marggraf) ह्या जर्मन शास्त्रज्ञाच्या संशोधनामुळे बीट कंदापासून साखर निर्माण करता येणे शक्य झाले. बीट-कंदाची लागवड मुख्यतः शीत कटिबंधीय देशांमध्ये होते. त्यामुळे युरपमधील फ्रान्स, जर्मनी, ऑस्ट्रिया, हंगेरी, रशिया वगैरे देशांना साखर उत्पादनाचे पर्यायी साधन उपलब्ध झाले. शीतकटिबंधीय देशांचे दीर्घ कालीन परावलंबन बरेच कमी झाले. ह्या दोन विकास कार्यक्रमांचा परिणाम म्हणजे १८८० साली म्हणजे ८० वर्षांमध्ये साखरेची निर्मिती दरसाल दोन अडीच लक्ष टनांवरून ३७ लक्ष टन एवढी वाढली. ह्यामध्ये लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हणजे ह्या निर्मितीमध्ये बीट-साखरेचा भाग ५० टक्के होता.

१८८० ते १९३० ह्या ५० वर्षांच्या कालखंडामध्ये मुख्यतः ऊस व बीट कंद ह्या पिकांच्या कृषिविषयक संशोधनावर भर देण्यात आला. निरनिराळ्या देशांमध्ये ह्याच



काळामध्ये कृषि संशोधन संस्था निघाल्या. साखर कारखान्यामध्ये सुधारणा व वाढ झालेली असल्यामुळे जास्त उसासाठी व जास्त शर्करा असलेल्या उसासाठी कारखान्यांची मागणी वाढत होती. जास्त शर्करा देणाऱ्या व रोग विरोधक वगैरे गुण असणाऱ्या उसाच्या जाती शोधून काढण्यासाठी आणि योग्य खते व अन्य कृषि शास्त्रीय संशोधन करण्यासाठी संस्था निघाल्या. आरंभी क्युबा, बर्बाडोस, त्रिनिदाद, जावा, फिलिपाइन्स ह्या देशांमध्ये अशा संशोधन संस्था निघाल्या. ह्याचा इष्ट तोच परिणाम झाला. १९३० साली साखरेचे जागतिक वार्षिक उत्पादन २८० लक्ष टनापर्यंत वाढले. ह्या उत्पादनामध्ये बीट-साखरेचा हिस्सा जवळ जवळ ४३ टक्के एवढा होता. ह्याच कालखंडामध्ये म्हणजे १८८० ते १९३० ह्या कालावधीमध्ये पहिले महायुद्ध झाल्यामुळे उत्तर अमेरिकेमधील परंतु विशेषतः युरप मधील बीट-साखरेच्या उत्पादनावर बराच प्रतिकूल परिणाम झाला. परंतु युद्धोत्तर कालामध्ये बीट-साखरेच्या धंद्यामध्ये बरीच प्रगती झाली.

ह्याच कालखंडामध्ये पण जरा उशीरा भारतामध्ये १९१२ साली कोइमतूर (तामिळ नाडू) येथे उसासाठी संशोधन संस्था निघाली. तथापि १९३० साली भारताचे साखर उत्पादन अपुरे असल्याने भारताला जवळजवळ ९ लक्ष टन साखर जावा व मॉरिशस ह्या देशांकडून आयात करावी लागत होती. त्यानंतर भारताचे साखर उद्योगाचे चित्र साफ पालटले व तो इतिहास पुढे येईल.

### मध - एक टिकाऊ गोड पदार्थ :

उसाच्या लागवडीचे कृषितंत्र व साखर उत्पादनाचे तंत्र विकसित होण्यापूर्वी प्राचीन काळी माणसाला अत्यंत गोड पदार्थ आढळला तो मधमाशांनी संचय करून ठेवलेल्या मधाच्या पोळ्यातील मध हा असला पाहिजे. गोड फळें त्यांचा हंगाम संपल्यानंतर मिळत नाहीत. ती टिकत नाहीत. त्यामुळे टिकाऊ असा गोड पदार्थ मिळविण्याच्या मानवी प्रयत्नामध्ये 'मध' हा महत्त्वाचा टप्पा असला पाहिजे. निदान १२ व्या शतकापर्यंत युरपला तरी असा अन्य टिकाऊ गोड पदार्थ माहित नव्हता. मध बरेच दिवस नव्हे बरीच वर्षे टिकतो. मध नासण्याची सहसा भिती नसते. मधाच्या ह्या विशिष्ट गुणामुळे आपल्या संस्कृतीच्या आरंभकाळी मध ही आदर्श गोड वस्तू ठरली. इतकेच नव्हे तर गोडपणाचे प्रतीक म्हणून बहुतेक सामाजिक, धार्मिक समारंभामध्ये मधाला मानाचे स्थान मिळाले असले पाहिजे.

मध पाण्यामध्ये सहज विरघळतो व अन्य खाद्य पदार्थांमध्ये मिसळतो. मध हा गोड खरा परंतु हा गोडपणा साखरेच्या गोडपणापेक्षा थोडा निराळा असल्याचे सहज आपल्या घ्यानात येते. आपल्याकडे रूढ असलेले माधुर्य मधुर, मधाळ वगैरे शब्दप्रयोग

बहुधा हा भेद दाखवीत असावेत. 'पंचामृता'मध्ये दुध, दही, तूप ह्यांच्याबरोबर साखर आहे व त्याचप्रमाणे मध पण आहे. मध व साखर ह्या दोन्ही पदार्थांचा अंतर्भाव करण्यामध्ये दोन्ही प्रकारचा गोडपणा एकत्र मिळावा असा तर हेतू नसेल ना! साखर आणि मध ह्यांची रसायनशास्त्र दृष्ट्या घडण पाहाता, त्यांच्या रचिभेदाचे कारण सहज ध्यानात येण्यासारखे आहे. साखर ही रासायनिक दृष्ट्या शुद्ध 'सुक्रोज' किंवा शर्करा असते. परंतु मध हे मात्र बऱ्याच द्रव्यांचे मिश्रण असते. त्यामध्ये फ्रक्टोज हा साखर प्रकार सर्वांत जास्त असतो. फ्रक्टोजचा गोडपणा सुक्रोज पेक्षा जवळजवळ दीडपट असल्यामुळे मधाचा गोडवा हा निराळा असा असल्याची जिभेला जाणीव होते.

मध हे मधमाशांच्या दीर्घ उद्योगाचे फळ आहे. फुलामध्ये अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणात असलेला गोड रस एकत्र करणे, त्या रसाचे रासायनिकदृष्ट्या रूपांतर करणे त्यामधील पाण्याचा भाग बराच कमी करून तो रस घन करणे, व त्याचा प्रतिकूल परिस्थितीमध्ये म्हणजे बाहेरून अन्न, मिळविण्याची शक्यता नसते तेव्हा अन्नाची तरतूज म्हणून मधाचा संग्रह करून ठेवणे अशी ही मधमाशांची चाणाक्षपणाची कामगिरी असते.

फुलांमध्ये अत्यंत अल्प प्रमाणात असलेल्या गोड रसातील साखरेची घडण पाहता, त्यामध्ये ६० टक्के सुक्रोज व २० टक्के ग्लुकोज व २० टक्के फ्रक्टोज असल्याचे आढळून येते. ह्या गोड रसाचा संग्रह करण्यापूर्वी मधमाशांना दोन गोष्टी कराव्या लागतात. एक म्हणजे ह्या गोड रसामध्ये असलेल्या सुक्रोजचे ग्लुकोज व फ्रक्टोजमध्ये रूपांतर करणे. दुसरे कार्य म्हणजे रसातील बऱ्याच पाण्याचे वाष्पीकरण करून रस घन करणे. एवढे झाल्यावर मध तयार होतो व तो कित्येक दिवस टिकतो. मधाची घनता १.४२ (पाण्याची १) असते. त्यामध्ये १८ टक्के किंवा त्यापेक्षाही थोडा कमी एवढा पाण्याचा भाग असतो. फ्रक्टोजचे प्रमाण साधारण ४० टक्के तर ग्लुकोजचे ३४ टक्के व सुक्रोजचे दीड ते दोन टक्के ह्याप्रमाणात त्यामध्ये साखरेचे प्रकार असतात. त्याशिवाय जीवनसत्त्वे, क्षार व विशिष्ट फुलांचा वास ही पण अत्यल्प प्रमाणात त्यामध्ये असतात. मध नासत नाही ह्याचे कारण म्हणजे त्यामधील पाण्याचे अल्प प्रमाण व साखरेचे भरपूर प्रमाण हे होय.

मध हे केवळ राखीव किंवा संग्रहीत असे मधमाशांचे अन्न होय. मधाचे जागतिक उत्पादन फारच थोडे असणार हे तर उघड आहे. फुलांतील थोडे मधुकण मधमाशी-शिवाय कोणत्याही यांत्रिक किंवा नैसर्गिक साधनांनी जमविता येणार नाहीत. मधमाशा फार कष्टाळू म्हणून हे अवघड काम मोठ्या आवडीने अंगावर घेतात व यथायोग्यपणे पार पाडतात. ५०० ते ६०० मधमाशा २५ लक्ष फुलांतून साधारणतः १ रत्तल (०.४५ कि.) मध जमवू शकतात. ह्यासाठी मधमाशांना फुले व मधाचे पोळे



ह्यांमध्ये २५ हजार फेऱ्या माराव्या लागतात आणि ह्या सर्व प्रयत्नांमध्ये त्यांना एकूण ४० हजार मैल (६४ हजार कि. मी.) तरी संचार करावा लागत असावा असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. मधाच्या प्रत्येक थेंबासाठी किती माशांचे किती श्रम व उद्योग खर्च पडले असतील ह्याची मध चाखणाऱ्यांना क्वचितच कल्पना असेल.

मध थोड्या प्रमाणात उपलब्ध असल्याने तो सहाजिकच महाग असतो. त्याचा मोठ्या प्रमाणावर व्यापार करणे पूर्वी तरी शक्य नव्हते. परंतु गेली कांही वर्षे मधुमक्षिका पालन हा कुटीर उद्योग म्हणून विकसित झाला आहे. आता लहान मोठ्या वनराजी असणाऱ्या डोंगराळ भागात किंवा वाग बगिच्यामध्ये मधमाशांना कामाला लावून, त्यांच्याकडून काहिशा मोठ्या प्रमाणावर मधाचे उत्पादन करून घेणे शक्य झाले आहे. उपलब्ध असलेल्या अलिकडच्या आकडेवारीप्रमाणे जागतिक (चीन विरहीत) उत्पादन ४ लक्ष १० हजार टन असून, त्यामध्ये अमेरिका व रशिया ह्यांचा प्रत्येकी १/३ हिस्सा आहे. इतर सर्व देशांचे मिळून एकत्रित उत्पादन उरलेला १/३ हिस्सा एवढे आहे. मधाची निर्यात करणाऱ्या देशांमध्ये मेक्सिको, आर्जेन्टिना, ऑस्ट्रेलिया व उत्तर अमेरिका ह्यांचा अन्तरभाव होतो. मधाची आयात करणारा प्रमुख देश म्हणजे पश्चिम जर्मनी हा होय. आजचे साखरेच्या उत्पादनाचे आकडे पाहिले म्हणजे मधाचे उत्पादन अगदीच नगण्य आहे, परंतु टिकाऊ गोड पदार्थ मिळविण्याच्या माणसाच्या प्रयत्नांच्या दीर्घ इतिहासामध्ये मधाला निश्चित स्थान आहे.



## साखरेची शास्त्रीय जन्मकथा

साखर म्हणजे काय व ती तयार होते तरी कशी

**सा**खर म्हणजे गोड पदार्थ. साखर ही साधारणतः लहानमोठ्या स्फटिकरूपामध्ये किंवा रवाळ पीठ असावे अशा स्वरूपामध्ये बाजारात मिळते. साखरही लहानापासून मोठ्यांपर्यंत सर्वांना आवडते. एवढाच सामान्य माणसाचा साखरेशी परिचय. परंतु शास्त्रज्ञ मात्र साखरेकडे जेव्हा चिकित्सक किंवा विश्लेषणात्मक दृष्टीने पाहातो, तेव्हा त्याला थोडा निराळाच प्रकार आढळतो. त्याच्या निष्कर्षाप्रमाणे आपल्या वापरातील साखर ही निदान शंभर विविध प्रकारच्या साखरांपैकी एक आहे. शिवाय गोड असलेले साखर प्रकार असतात, त्याचप्रमाणे गोड नसलेले साखर प्रकार पण असतात. गंमत म्हणजे गोड असूनही साखर नाही अशी द्रव्ये सुद्धा शास्त्रज्ञांच्या आढळात आली आहेत. आपले लाकडी फर्निचर, किंवा घराचे लाकूड सामान ही पण शेवटी साखरेपासून बनलेली असतात. लाकूड व साखर ह्यांमध्ये रासायनिक दृष्ट्या विलक्षण साधर्म्य आहे. ही व अशा प्रकारची रसायन शास्त्रज्ञांची विधाने सामान्य माणसाला गोंधळात पाडणारी आहेत. साखरेची केवळ गोडी पाहून रसायन शास्त्रज्ञांची जिज्ञासा थांबत नाही. साखरेच्या प्रत्येक रेणूची घडण कशी झाली आहे म्हणजे त्यामध्ये मूलद्रव्ये कोणती आहेत व त्यांची रचना कशी झाली आहे हे ठरविण्यासाठी रसायन शास्त्रज्ञांचे प्रयोग चालू झाले. त्या प्रयोगांचा निष्कर्ष समजून घेणे उद्बोधक ठरेल.

## साखरेचे शास्त्रीय स्वरूप :

साखरेच्या प्रत्येक रेणूमध्ये तीन घटक मूलद्रव्ये असतात. ती म्हणजे कार्बन (C), हायड्रोजन (H) आणि ऑक्सिजन (O) अशी अगदी साधी मूलद्रव्ये आहेत. त्यांचे प्रमाण पाहिले तर त्यामध्ये हायड्रोजन व ऑक्सिजन ह्यांचे परस्पर प्रमाण दोहोना एक (२:१) असे असते. पाण्यामध्ये पण हायड्रोजन व ऑक्सिजन ह्यांचे प्रमाण २:१ असे असते. ज्या रासायनिक द्रव्यांमध्ये H:O हे प्रमाण २:१ ह्या प्रमाणात असते त्या द्रव्यांना 'हायड्रेट' (hydrate) असे म्हणतात. हा अणूंचा गट कार्बन अणूशी संयोजित आहे म्हणून अशा द्रव्यांना कार्बनचा हायड्रेट किंवा 'कार्बोहायड्रेट' (Carbo hydrate) असे म्हणतात. [ह्या उच्चाराशी साधर्म्य असलेला एक रासायनिक द्रव्य समूह म्हणजे 'हायड्रोकार्बन'. ह्यामध्ये फक्त हायड्रोजन व कार्बन ही दोनच मूल द्रव्ये असतात. ही द्रव्ये साधारणतः इंधन म्हणून वापरतात. ह्या द्रव्य समूहाचे गुणधर्म अगदी भिन्न आहेत व ह्या दोन द्रव्य समूहांमध्ये काहीच संबंध नाही. संभाव्य घोटाला टाळण्यासाठी ही केवळ पूर्वसूचना आहे.] कार्बोहायड्रेटमध्ये प्रत्येक कार्बन-अणूशी किती हायड्रेट संच संयोजित होतात ह्याला नियम आहेत. आपल्या नेहमीच्या साखरेमध्ये हीच रचना असल्यामुळे साखर ही 'कार्बोहायड्रेट' ह्या द्रव्य प्रकारांपैकी एक द्रव्य आहे. साखरेच्या रेणूची रचना आहे तशासारखी रचना असलेले सर्वच पदार्थ गोड असतात का? ह्या प्रश्नाचे उत्तर काही पदार्थ कमी जास्त प्रमाणात गोड असतात तर काही अजिबात गोड नसतात असे द्यावे लागेल. साखरेच्या रेणू रचने-प्रमाणे सामान्यतः रचना असून सुद्धा गोड नाहीत अशा पदार्थांचा साखरेच्या संदर्भा-मध्ये विचार करण्याचे कारण काय? प्रथमतः गोड नसलेल्या पदार्थांची घडण साखरे-पासूनच होते हे ध्यानात घेतले पाहिजे. त्याच प्रमाणे गोड नसलेल्या काही पदार्थांवर रासायनिक प्रक्रिया केल्या तर त्यापासून परत गोड साखर तयार होते. म्हणूनच तर शास्त्रीय दृष्ट्या केलेल्या रासायनिक विश्लेषणाला महत्व प्राप्त होते.

आपल्या नेहमीच्या वापरात येणाऱ्या साखरेचे मुख्य प्रकार म्हणजे 'ग्लूकोज' (glucose) किंवा द्राक्षशर्करा, 'फ्रक्टोज' (fructose) किंवा फलशर्करा व 'सुक्रोज' (sucrose) किंवा इक्षुशर्करा. ही नावे आरंभी हे साखर प्रकार कोठे आढळले ह्याचे दर्शक आहेत. आता ह्या साखर प्रकारांना द्राक्षे, फळे किंवा ऊस ह्यांची गरज आहेच असे नाही. त्यांच्याशिवाय अन्य मार्गांनी पण हे साखरेचे प्रकार आता मिळविणे शक्य झाले आहे. ह्या नावांचे आता केवळ ऐतिहासिक महत्त्व तेवढेच शिल्लक राहिले आहे. आता शास्त्रीय परिभाषेमध्ये त्यांची नावे रूढ आहेत ती मात्र त्यांच्यातील अणु रचनेवर आधारलेली आहेत. वरील साखर प्रकारांशिवाय 'लॅक्टोज'



(lactose) किंवा दुग्धशर्करा माल्टोज (maltose) किंवा माल्टशर्करा वगैरे अन्य अगदी अल्प प्रमाणांत गोड असलेले साखरेचे प्रकार आहेत. परंतु त्यांचा विचार आपल्या नेहमीच्या साखरेच्या संदर्भात करण्याचे कारण नाही.

### साखर प्रकार आणि गोडपणा :

ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांचे रासायनिक सूत्र म्हणजे  $C_6H_{12}O_6$  असे आहे. सूत्रामध्ये नेहमीप्रमाणे रेणूतील घटक अणूंच्या संज्ञा दिल्या असून थोडे खाली लिहिलेले अंक हे अणूंची संख्या दाखवितात. ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांच्या गोडीमध्ये बराच फरक आहे. त्यांचे सूत्र एकच असले तरी त्यांच्या अंतर्रचनेमध्ये भेद असल्यामुळे हा फरक निर्माण झाला आहे. ह्यावरून पदार्थाचे गुणधर्म रेणूंच्या अंतर्रचनेमध्ये बदल झाल्याने ते कसे बदलून जातात हे दिसून येईल. पुढील कोष्टकावरून निरनिराळ्या साखर प्रकारांचा गोडपणा कसा निराळा असतो ते स्पष्ट होईल.

#### कोष्टक क्र. २.१

शर्करा (सुक्रोज)	१.०० (गोडी मानली तर)
ग्लुकोज	०.७०
फ्रक्टोज	१.५०
माल्टोज	०.३२
लॅक्टोज	०.१६

साखर प्रकारांचा तौलनिक गोडपणा ठरवितात तरी कसा असा प्रश्न विचारण्यात येतो. साखरेचा गोडपणा मोजण्यासाठी कोणतेच यंत्रसाधन उपलब्ध नाही. त्यामुळे गोडपणा ठरविण्यासाठी व्यक्तिनिष्ठ अभिप्रायावर अवलंबून रहावे लागते. व्यक्तिमध्ये गोडपणा अजमावण्याच्या बाबतीत पुष्कळ वेळा थोडा फार फरक आढळतो. गोडपणा ठरविण्याचे त्यामुळे अचूक असे साधन नाही. साखर खाण्याची इच्छा झालेल्या माणसाला अगदी कमी गोडपणा ओळखता येतो. परंतु तशी इच्छा पूर्ण झालेला माणूस कमी गोडपणा ओळखू शकत नाही. ह्याचा प्रत्यय 'भरल्या पोटी दही करूनीत' ह्या वाक्प्रचारामध्ये येतो. साखर प्रकारांचा गोडपणा ठरविण्याची सामान्यतः वापरण्यात येणारी पद्धती म्हणजे कोणत्याही साखर प्रकाराचे अगदी सूक्ष्म प्रमाणापासून वाढत्या प्रमाणाची किंवा संहतीची बरेचशी अगदी विरल विरल अशी द्रावणे तयार करा-



वयाची. अगदी कमीत कमी प्रमाणातील द्रावणापासून सुरुवात करून त्यानंतर वाढत्या प्रमाणातील साखर प्रकाराचे द्रावण बऱ्याच निरोगी माणसांना चाखावयाला देतात. त्या माणसांना प्रथम कोणत्या कमीत कमी प्रमाणात साखरेचा गोडपणा जाणवला हे शोधून काढतात. ह्यामध्ये थोडा व्यक्तिगत भेद असतोच. शेवटी सरासरीचा नियम वापरून दोन साखर प्रकारांच्या गोडपणाचे परस्पर प्रमाण ठरवितात. म्हणजे प्रत्येक साखर प्रकार कमीत कमी गोडपणा दाखविण्यासाठी १०० भाग द्रावणामध्ये किती भाग असला पाहिजे ते पाहून त्या दोन प्रकारच्या गोडपणाचे परस्पर प्रमाण ठरवितात.

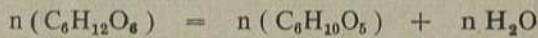
गोडपणाची संवेदनक्षमता काही प्राण्यांमध्ये जास्त असते. सामान्यपणे माणसाच्या तीक्ष्ण जीभेलाही ओळखता न येणारा सूक्ष्म गोडपणा मधमाशा वगैरे प्राण्यांना सहज ओळखता येतो. इंग्लंडमध्ये रेड अँडमिरल ह्या नावाचे देखणे फुलपाखरू आढळते. ह्या पाखराची गोडपणा ओळखण्याची क्षमता माणसाच्या जीभेपेक्षा २०० पट जास्त आहे. म्हणजे ह्या पाखराला कमीत कमी गोडपणा ओळखता येतो, त्याच्या २०० पट गोड असलेले गोड पदार्थ माणसाला कसेबसे ओळखता येतात. ह्या पाखराचे मुख्य रुचि इंद्रिय जीभ हे नसून ते त्याच्या सूक्ष्म पायामध्ये असते. ह्या त्याच्या पायातील रुचि इंद्रियाला साखरेचे अति सूक्ष्म प्रमाण म्हणजे एकलक्ष भाग पाण्यामध्ये अवचे ३ भाग साखर एवढे असले तरी ओळखता येते व गोड खाल्ल्याचे किंवा प्यायल्याचे समाधान मिळते. मधमाशांची किंवा ह्या पाखराची गोडपणाची संवेदनक्षमता जास्त असली तरी त्याचा प्रत्यक्ष उपयोग करता येत नाही.

वरील कोष्टकावरून एकाच वजनाचे ग्लुकोज व फ्रक्टोज हे साखर प्रकार घेतले तर फ्रक्टोज ग्लुकोजपेक्षा जवळ जवळ दुप्पट गोड असल्याचे दिसून येईल. मधाचा मधुर गोडपणा ग्लुकोज व फ्रक्टोज ही दोन द्रव्ये साधारण समप्रमाणात मिसळले असल्याने प्राप्त होतो. त्या उलट ग्लुकोज व फ्रक्टोज ही दोन द्रव्ये एकत्र घेवून त्यांचा रासायनिक संयोग होतो तेव्हा अगदी नवीन रासायनिक द्रव्य तयार होते. हे द्रव्य म्हणजे आपली नेहमीची साखर. त्यालाच रासायनिक परिभाषेमध्ये सुक्रोज किंवा शर्करा असे म्हणतात. त्याची निर्मिती पुढील समीकरणाने दाखविता येईल.



त्याचप्रमाणे ग्लुकोज व गॅलॅक्टोज (galactose) ह्या दोन प्राथमिक कार्बो-हायड्रेट पासून लॅक्टोज (दुग्ध शर्करा) बनते. ग्लुकोज, फ्रक्टोज किंवा गॅलॅक्टोज ह्या प्राथमिक कार्बोहायड्रेट घटकांना शास्त्रीय परिभाषेमध्ये मॉनो-सॅकराइड (mono

saccharide) असे म्हणतात. दोन माँनो-सॅकराइड् घटक एकत्र संयोग पावतात तेव्हा त्या नवीन द्रव्यांना डाय-सॅकराइड् (di-saccharide) असे म्हणतात. उदाहरणार्थ सुक्रोज (शर्करा) व लॅक्टोज. जास्त माँनो-सॅकराइड् घटक एकत्र संयोजित होतात तेव्हां त्याला पॉलि-सॅकराइड् (poly-saccharide) असे म्हणतात. ह्याची उदाहरणे म्हणजे सेल्युलोज (काष्ट) किंवा स्टार्च (तवकिल). ह्या द्रव्यांमध्ये माँनो-सॅकराइड् ग्लुकोजचे रेणू आहेत. नेमके किती ग्लुकोज घटक एकत्र संयोजित झाले आहेत हे ठरविणे अवघड असते. म्हणून पॉलि-सॅकराइड्चे सूत्र  $(C_6H_{10}O_5)_n$  असे मोघम देण्यांत येते. त्याचे समीकरण :



असे देण्यात येते.  $n$  हा पटीचा दर्शक अंक आहे.  $n$  चे मूल्य १०-२० पासून कितीही मोठे असू शकेल.  $n$  चे मूल्य जेवढे जास्त तेवढे त्या द्रव्याचे गुणधर्म मुळच्या घटकांपेक्षा अधिक भिन्न व त्याच प्रमाणात त्याचा रेणूभार जास्त असतो. काष्ट निर्मितीमध्ये  $n$  चे मूल्य स्टार्चमधील  $n$  च्या मूल्यापेक्षा किती तरी जास्त आहे. ह्या द्रव्यांचा महत्त्वाचा गुण म्हणजे त्याची रासायनिक अभिक्रियता  $n$  च्या वाढत्या मुल्याबरोबर कमी होत जाते. ह्या द्रव्यांचे रासायनिक विघटन सहज होत नाही. परंतु ते अणक्य नाही. विघटनाच्या विविध प्रभावी रासायनिक अभिक्रिया वापरून द्रव्यातील प्राथमिक घटक सुटे करणे शक्य आहे. लाकडाच्या भुश्यापासून साखर तयार करता येते. असे प्रयोग सिद्ध झाल्याचे गेल्या दुसऱ्या महायुद्धकाळी प्रसिद्ध झाले होते. त्यामागोल शास्त्रीय आशय आता आपल्या ध्यानात येईल.

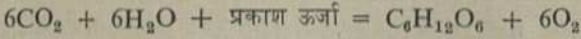
निसर्गामधील सर्व कार्बनी द्रव्यांचा विचार करता त्यामध्ये कार्बोहायड्रेट हा संयुग प्रकार प्रमूख आहे असे आढळून येईल. वनस्पतीची वाढ व तिचा विस्तार होण्यासाठी पाळेमुळे, खोड, फांद्या, पाने, फुले, फळे, बी-वियाणे ह्यांमध्ये कार्बोहायड्रेटचे प्रमाण पुष्कळ असते. त्यांतील कार्बोहायड्रेटची घडण प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्षपणे शेवटी ग्लुकोज पासूनच होते. परंतु प्रत्येक ठिकाणी लागणाऱ्या कार्बोहायड्रेटचे गुणधर्म फारच भिन्नभिन्न असतात. परंतु हे सारे  $n$  चे मूल्य व त्यामुळे रेणूभार बदलल्याने शक्य होते. असा हा आपल्या नेहमीच्या साखरेचा विविधतापूर्ण प्रपंच आहे.

### साखरेची उत्पत्ति :

साखरेची उत्पत्ति ही फडफडणाऱ्या हिरव्या पानांची किमया आहे असे म्हणतात ते निश्चितच अवास्तव नाही. ऊस काय किंवा फळे काय ही फार गोड लागतात. त्यामधील माधुर्य हे साखरेमुळे असते तर मग ती साखर तयार होते तरी कशी? लहानापासून



मोठ्यापर्यंत सर्वांच्याच कुतुहलाचा हा प्रश्न आहे. हे गूढ उकलण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी केलेल्या प्रयत्नांमधून साखर निर्माण होण्याची उपपत्ती हाती आली आहे. ह्या उपपत्तीप्रमाणे साखर उत्पत्तीचा मुळारंभ वनस्पतीच्या हिरव्या पानामध्ये होतो. त्यासाठी लागणारी सामुग्री किती साधी व सामान्य आहे पाहा! माणसांनी व इतर प्राण्यांनी उच्छ्वासाबरोबर बाहेर सोडलेली किंवा वनस्पतीचे अवशेष जळल्यामुळे अथवा कुजल्यामुळे तयार झालेली कार्बनडायॉक्साइड व पाणी ही सामान्य द्रव्ये घेऊन वाऱ्यावर फडफडणारी वनस्पतीची पाने स्वतःच्या शरीरामध्ये सूर्य प्रारणां (radiations) च्या मदतीने साखर बनवितात. जास्तीत जास्त सूर्यप्रकाश ग्रहण करता येईल अशी पानाची रचना व योजना असते व ते कार्य त्यांच्या फडफडण्याने सुलभ होते. तयार होणारा साखर प्रकार असतो तो ग्लूकोज. ही प्रक्रिया पुढील समीकरणांच्या रूपाने देता येईल :



कार्बनडायॉक्साइड + पाणी

ग्लूकोज + ऑक्सिजन

ह्या प्रक्रियेमध्ये पानातील हरित द्रव्याला फार महत्त्व आहे. ह्या हरित द्रव्याला 'क्लोरोफिल' असे म्हणतात. रसायनशास्त्र दृष्ट्या हे हरित द्रव्य अत्यंत गुंतागुंतीचे आहे. हे द्रव्य एकजिनसी नसून त्यामध्ये काही घटक आहेत. त्यांच्यापैकी प्रमुख म्हणजे क्लोरोफिल-अ आणि क्लोरोफिल-ब. क्लोरोफिल-अ चे सूत्र  $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$  आणि क्लोरोफिल-ब चे सूत्र  $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$  ही आहेत.

हवेमध्ये कार्बनडायॉक्साइड आणि पाणी किंवा पाण्याचे बाष्प ही विपुल प्रमाणात असूनही त्यांच्या मिश्रणापसून साखर तयार होत नाही ह्याचे कारण काय ?

ही दोन द्रव्ये एकत्र येऊन त्यांचा संयोग व्हावयाचा तर ह्या दोन द्रव्यांचा एकत्र संयोग करणारी रासायनिक ऊर्जा लागते. ही ऊर्जा मिळविण्याचे सर्वांत सोपे साधन म्हणजे प्रकाश ऊर्जा. प्रकाश ऊर्जेचे रासायनिक ऊर्जेमध्ये रूपांतर होते. त्यासाठी सूर्य-प्रकाश प्रारणांची जरूरी आहे. प्रकाशाच्या साहाय्याने रासायनिक द्रव्यांचा संयोग होतो त्याला 'प्रकाश संश्लेषण' किंवा 'फोटो-सिन्थेसिस' (Photosynthesis) असे म्हणतात. ह्या मध्ये क्लोरोफिल ह्या हरित द्रव्याचे नेमके कार्य कोणते हे समजून घेणे उपयुक्त आहे. हवेतील कार्बनडायॉक्साइडचे रेणू व पाण्याचे रेणू ह्यांना सूर्याचे प्रारण शोषून घेता येत नाहीत. म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड व वाष्परूप पाणी ही कितीही काळ सूर्य प्रकाशात असली तरी त्यामध्ये रासायनिक क्रिया होत नाही. ह्या दोन द्रव्यांच्या रेणूंमध्ये नसलेला प्रारण शोषून घेण्याचा गुण क्लोरोफिलमध्ये भरपूर प्रमाणात आहे. सूर्याचे प्रारण क्लोरोफिल शोषून घेते आणि मग ती शोषून घेतलेली

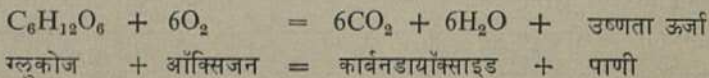


ऊर्जा मात्र नंतर कार्बनडायॉक्साइड व पाणी ह्यांच्या रेणूंना हस्तगत करता येते. ऊर्जेचे हस्तांतर झाल्यानंतर क्लोरोफिल पुन्हा सूर्याचे प्रारण शोषून घेऊन वरील रासायनिक क्रिया सतत चालू ठेवते. एका हाताने सूर्याकडून ऊर्जा घेत राहावी व दुसऱ्या हाताने ती कार्बनडायॉक्साइड व पाणी ह्यांच्या रेणूंना देत राहावी अशी ही काहीशी मध्यस्थासारखी क्लोरोफिलची भूमिका असते.

सूर्याकडून मिळणाऱ्या प्रकाश प्रारणांचे ह्या कामी नेमके कार्य कोणते हा प्रश्न शिल्लक राहातोच. प्रकाश हे एक उर्जेचे रूप आहे. उष्णता, विद्युत, रासायनिक वगैरे उर्जेची अन्य रूपे होत. उर्जेच्या अक्षयतेच्या नियमाप्रमाणे उर्जेच्या एका रूपाचा दुसऱ्या रूपामध्ये बदल होतो. परंतु ऊर्जा कधीच नाश पावत नाही. प्रकाश उर्जेचे दुसऱ्या म्हणजे रासायनिक उर्जेमध्ये रूपांतर होते. एका ऊर्जा प्रकाराचे उर्जेच्या दुसऱ्या प्रकारामध्ये रूपांतर करणारी यंत्रे आपल्या परिचयाची आहेत. आपला विजेचा पंखा चालतो तो विद्युत उर्जेचे यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतर करणाऱ्या यंत्रामुळे. वाफेच्या यंत्रामध्ये खरे म्हणजे उष्णता उर्जेचे रूपांतर यांत्रिक उर्जेमध्ये होते. प्रकाश संश्लेषण प्रक्रियेमध्ये प्रकाश उर्जेचे रासायनिक उर्जेमध्ये रूपांतर करणारी हिरवी पाने ही एका अर्थाने यंत्रेच होत. वनस्पतीची हिरवी पाने म्हणजे अन्न उत्पादन करणारे कारखाने असे म्हणतात ते ह्या दृष्टीने कसे अर्थपूर्ण आहे ह्याचे विवेचन पुढे येईलच.

### रासायनिक ऊर्जा :

रासायनिक ऊर्जा ही असते तरी कशी, म्हणजे तिचे स्वरूप कशा प्रकारचे असते ? उष्णता, नाद, प्रकाश ही उर्जेची रूपे आपल्या ज्ञानेंद्रियांना सहज कळतात, किंवा समजतात. परंतु रासायनिक ऊर्जा काय किंवा स्थितिज ऊर्जा (potential energy) काय सहज समजून येत नाही. तशी त्यांची बाह्य लक्षणे नाहीत. रासायनिक ऊर्जा ही ज्वलनाच्या क्रियेमध्ये व अन्य रासायनिक क्रियामध्ये उष्णतेच्या रूपाने प्रकट होते. ही प्रकट झालेली ऊर्जा पूर्वी होती तरी कोठे ? ह्या प्रश्नाचे उत्तर म्हणजे जळणाऱ्या रासायनिक द्रव्यामध्येच, ती संग्रहीत अशा स्वरूपांत होती. ती योग्य परिस्थितीमध्ये व ऑक्सिजन मिळाल्यावर उष्णतेच्या रूपाने बाहेर आली. ह्यावरून मुळ रासायनिक द्रव्यांमधील अंगभूत रासायनिक ऊर्जा जास्त असते व ज्वलन वा अन्य क्रियांमध्ये जी नवीन द्रव्ये निर्माण होतात त्यांमध्ये अंगभूत रासायनिक ऊर्जा कमी असते. ह्या दोहोमधील फरक उष्णतेच्या रूपाने प्रकट होतो. ही प्रक्रिया पुढील समीकरणाने दाखविता येईल :



हे समीकरण पाहिल्यावर एक गोष्ट स्पष्ट होईल. ज्या द्रव्यांपासून ग्लुकोज हे द्रव्य तयार झाले बरोबर त्याच द्रव्यांमध्ये ग्लुकोजचे परत रूपांतर होते. प्रकाश संश्लेषण क्रियेमध्ये घडून येणाऱ्या प्रक्रियेच्याबरोबर उलट अशी ही प्रक्रिया आहे हे दोन्ही समीकरणे पाहिल्यावर समजून येते. परंतु त्यामध्ये असलेला महत्त्वाचा फरक ध्यानात घेतला पाहिजे. सूर्यापासून घेतलेल्या प्रकाश ऊर्जेचे उष्णता ऊर्जेमध्ये रूपांतर झाले आहे.

सूर्यप्रकाशातून घेतलेली प्रकाश ऊर्जा व नंतर ज्वलनामध्ये प्रकट झालेली ऊर्जा ह्यांचे मोजमाप करता येते. उदाहरणार्थ १८० ग्रॅम ग्लुकोजच्या निर्मितीमध्ये किंवा त्याच्या ज्वलनामध्ये ६,७४,००० एवढे उष्णता एकक (कॅलरी) अनुक्रमे ग्रहण केले जातात किंवा प्रकट होतात. एवढे उष्णता एकक म्हणजे साधारण कित्ती उष्णता ह्याचा होबळ हिशोब करता येईल. साधारणतः ६०-७० कप चहाचे पाणी उकळण्यासाठी एवढी उष्णता लागते.

वनस्पतीमध्ये ग्लुकोजपासून साखर कशी तयार होते ह्या विषयी विवेचन करण्यापूर्वी प्रकाश संश्लेषणाबद्दलच्या एका प्रश्नाचा विचार ह्या ठिकाणी करणे अप्रस्तुत होणार नाही. पृथ्वीवरील सर्व वनस्पतीसृष्टी विचारात घेऊन पृथ्वीवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाचा कित्ती अंश उपयोगात आणला जात असेल बरे! पृथ्वीवर पडणाऱ्या प्रकाशाचा वनस्पतींना फार थोडा उपयोग करून घेता येतो. शेती हंगामामध्ये बहरलेली हिरवीगार शेते व झाडे, तेथे पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाचा फार तर १॥ ते २ टक्के एवढाच भाग प्रकाश संश्लेषणासाठी उपयोग करू शकतात असे आढळते. जमिनीवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाच्या अल्पशा उपयोगामुळे साधारणतः ४० अब्ज टन अन्न दरसाल निर्माण होत असावे. त्याच प्रमाणे समुद्रावरील सागरी वनस्पती ह्याच्या दुप्पट म्हणजे ८० अब्ज टन अन्नद्रव्य सागरी प्राण्यांसाठी तयार करित असाव्यात. सर्व पृथ्वीवर एकूण १२० अब्ज टन एवढे अन्न प्रत्येक वर्षी निर्माण होत असावे असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. ह्याच हिशोबाने प्रकाश संश्लेषण क्रियेमध्ये सान्या जीवसृष्टीचा श्वसनासाठी, ज्वलन क्रियांसाठी व इतर कार्यासाठी १२८ अब्ज टन ऑक्सिजन उपलब्ध होत असला पाहिजे. एवढी व्यापक व महत्त्वपूर्ण अशी दुसरी रासायनिक क्रिया नाही.

### ग्लुकोज हा पाया :

वनस्पति सृष्टीची सारी वाढ, पाळे-मुळे, खोड-फांद्या, पाने, फुले, फळे, बी-बियाणे ह्यांची निर्मिती ग्लुकोज पासून होते. कोरड्या वनस्पतीचे रासायनिक विश्लेषण केले तर त्यामध्ये ४० टक्के कार्बन असल्याचे आढळते. पृथ्वीवरील सान्या वनस्पतीतील



एवढा कार्बन मुख्यतः हवेमधील कार्बनडायॉक्साइडपासून प्रकाश संश्लेषणामुळे आलेला आहे. ग्लुकोज हा सान्या वनस्पतींसृष्टीचा पाया आहे. परंतु वनस्पतीचे भाग घेऊन त्यांचे विश्लेषण केल्यास त्यामध्ये मात्र फारच थोडा ग्लुकोज आढळतो. तर मग हिरव्या पानामध्ये सतत तयार होणाऱ्या ग्लुकोजचे पुढे होते काय ?

ग्लुकोज तयार झाल्यावर पानातील वितंचक (enzyme) व तत्सम द्रव्ये त्याचे स्टार्चमध्ये रूपांतर घडवून आणतात. स्टार्च हा पाण्यामध्ये विरघळत नाही. त्यावर रासायनिक क्रिया सहज होत नसल्यामुळे स्टार्च पानामध्ये काही काळ सांचत जातो. पानामध्ये आढळणाऱ्या स्टार्चचा हाच उगम होय. स्टार्च पाण्यामध्ये अविद्राव असल्यामुळे वनस्पतीच्या अन्न वाहिन्यामधून होणाऱ्या रसाचा अभिसरणाला व्यत्यय येत नाही. प्रकाश बंद झाल्यावर ग्लुकोजची निर्मिती थांबते व स्टार्चचे अपघटन सुरू होते. स्टार्चपासून अपघटनामुळे पुन्हा ग्लुकोज तयार होतो. त्यापासूनच पुढे फ्रक्टोजची निर्मिती होत असावी. त्यानंतर ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांचा रासायनिक संयोग होऊन त्यापासून शर्करा (सुक्रोज) तयार होत असावी. ह्या अभिक्रियेमध्ये लक्षात ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हणजे ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांचा रासायनिक संयोग फक्त वनस्पतीमध्येच होऊ शकतो. प्रयोगशाळेत तो सहज करता येत नाही. वनस्पतीचे हे गुपित शास्त्रज्ञांना अजूनही पुरेसे आकलन झालेले नाही. प्रयोगशाळेत म्हाणूनच वनस्पतीच्या कर्तबगारीची नक्कल करता आलेली नाही. त्याच्या उलट अभिक्रिया म्हणजे शर्करा किंवा सुक्रोज ह्यांचे ग्लुकोज व फ्रक्टोज मध्ये अपघटन प्रयोगशाळेत सहज साध्य आहे.

शर्करेमध्ये असलेला व स्टार्चमध्ये नसलेला महत्त्वाचा गुण म्हणजे पाण्यामध्ये विरघळणे. दुसरा गुण म्हणजे शर्करेच्या रेणूला ग्लुकोजच्या रेणुपेक्षा थोडेसे जास्त स्थैर्य आहे. ग्लुकोजच्या रेणुप्रमाणे शर्करेच्या रेणूचे सहज अपघटन होत नाही. त्यामुळे शर्करेचे द्रावण वनस्पतीच्या अन्नवाहिन्यातून चाललेल्या अभिसरणामध्ये भाग घेऊन वनस्पतीच्या मुळापासून शेंड्यापर्यंत सर्व भागामध्ये जाऊन पोचू शकतो. तेथे पोचल्यावर शर्करेचे स्टार्चमध्ये रूपांतर होते. स्टार्च हा वनस्पतीचा अन्नसंग्रह आहे. ह्याची उदाहरणे म्हणजे बटाटे, सुरण वगैरे कंदमुळे; किंवा ज्वारी, बाजरी, गहू वगैरे धान्य ही होत.

झाडाचे खोड वनविण्यासाठी काष्ठ निर्मिती किंवा कापसाच्या बोंडांमध्ये होणारी तंतू निर्मिती ह्यांचा प्रारंभ साखरेपासूनच होत असावा. एवढेच काय तर बियांतील तेल व्हिटॅमिन द्रव्ये, औषधी द्रव्ये, सुगंध व विविध व वैचित्र्यपूर्ण रंग ह्यांची निपज होण्यासाठी साखर हेच आरंभ द्रव्य असले पाहिजे. आवश्यक त्या ठिकाणी साखर पोचल्यावर त्याचे अपघटन होऊन ग्लुकोज वनत असावे व पुन्हा त्यापासून निरनिराळ्या गुंतागुंतीची रासायनिक द्रव्ये वनत असली पाहिजेत.



अन्नवाहिन्यामधून होणाऱ्या वनस्पती रसाच्या अभिसरणासाठी शर्करेच्या द्रावणाची जरूरी असल्यामुळे वनस्पतीसूष्टीमुळे शर्करा कमी जास्त प्रमाणात आढळून येते. गोड रसाळ फळांमध्ये, ताड-माड ह्यांपासून मिळणाऱ्या ताडी-माडीमध्ये, उसाच्या कांड्यामध्ये किंवा शर्करा-बीट ह्या कंदामध्ये शर्करेचे द्रावण विशेष जास्त प्रमाणात आढळते. परंतु शर्करेचे किफायतशीर उत्पादन मुख्यतः ऊस व शर्करा-बीट कंद ह्यांपासून होते. त्यामुळे शर्करेला केव्हा केव्हा 'ऊससाखर' व 'बीटसाखर' अशी त्यांच्या उगम-स्थानावरून नावे देण्यात येतात. परंतु शुद्ध स्वरूपात दोन्ही साखरा एकच आहेत. त्यांचा वेगळेपणा मुळीच ओळखता येत नाही.

एका शास्त्रज्ञाच्या अंदाजाप्रमाणे पृथ्वीवर प्रकाश संश्लेषणांमुळे ४० अब्ज टन एवढ्या शर्करेची उत्पत्ति दरसाल होत असली पाहिजे. परंतु ऊस व शर्करा बीट ह्यांपासून दरवर्षी निघणारे साखरेचे उत्पादन ७.२ कोटी टनांपर्यंत गेले आहे. साखरेचे उत्पादन सारखे वाढत आले आहे.

### उपलब्ध साखर :

४० अब्ज टन शर्करा तयार होते परंतु आपल्याला मात्र ७.२ कोटी टन शर्करा ऊस व बीट कंदपासून मिळते. मग प्रश्न पडतो तो बाकीची कित्येक अब्ज टन शर्करा जाते तरी कोठे? शर्करा निर्मितीसाठी हिरवी पाने व सूर्यप्रकाशऊर्जा ह्यांची आवश्यकता असते हे पूर्वीच आलेले आहे. पृथ्वीवरील सर्व लहान मोठ्या वनस्पतीमध्ये साखरेचे उत्पादन सतत होत असते. त्याचप्रमाणे समुद्रावरील सूक्ष्म वनस्पती ह्यामध्ये पण साखरेचे उत्पादन सातत्याने होत असते. तथापि ह्या सर्व वनस्पतीमध्ये प्रत्यक्ष साखरेचे प्रमाण अती अल्प असते. बऱ्याच साखरेचे रूपांतर पुन्हा स्टार्च किंवा सेल्युलोजमध्ये (काष्टामध्ये) झालेले असते. वनस्पतीमध्ये अल्प प्रमाणात असलेली साखर वेगळी करून काढणे जवळजवळ अशक्य आहे. निदानपक्षी व्यवहार्य तर नाहीच नाही. त्यामुळे साखरेचा शर्करेचा भरपूर संग्रह करणाऱ्या वनस्पतीच्या जाती प्रयत्नपूर्वक शोधून काढाव्या लागतात. व्यापारीदृष्ट्या उपयुक्त अशा दोनच वनस्पतींवर संशोधन होऊन त्या वनस्पतींचे तेवढ्या किफायतशीर रीतिने शर्करा देऊ शकतात असे आढळून आले आहे. ऊस व बीटकंद ह्याच त्या दोन जाती. तसे पाहिले तर काही गोड फळांमध्ये साखरेचे प्रमाण बरेच असल्याचे आढळून येते. द्राक्षे, कलिंगडे, चिकू वगैरे फळांमध्ये बरीच साखर असते. परंतु फळांतून शर्करा तेवढीच वेगळी करणे परवडत नाही. म्हणजेच शर्करा वेगळी करण्याचा खर्च जास्त व साखरेचा बाजारभाव कमी असा तो अकिफायतशीर व्यवहार होतो.

ह्यानंतरचा प्रश्न म्हणजे कित्येक अब्ज टन एवढ्या साखरेची उत्पत्ति किफायतशीर नाही म्हणून फुकट जाते का? ह्याचे उत्तर मुळीच नाही असे द्यावे लागेल. खरे म्हणजे वनस्पतिसृष्टिमध्ये कमी जास्त प्रमाणात असणारी किंवा तयार होणारी साखर वनस्पतींचा जीवनक्रम यथास्थितपणे पार पाडण्यासाठीच निर्माण झालेली असते. काही वनस्पतीकडून आपल्याला प्रत्यक्ष साखर मिळाली नाही तरी साखरेचे रूपांतर होऊन बनलेला स्टार्च आपल्याला अन्नधान्ये, भाजीपाला व काही फळे व कंद ह्यांमधून मिळत असतो. ह्याशिवाय इमारतीला लागणारी लाकडे, जळाऊ लाकडे सुद्धा साखरेच्या अंतिम काष्टमय स्वरूपामधून आपल्याला उपलब्ध होतात. एवढेच काय तर पुरातन काळी वनस्पतीने तयार केलेल्या साखरेची बहुविध रूपांतरे होत होत दगडी कोळसा तयार झाला असला पाहिजे. गोड फळे व मध ह्यांमधून पण आपल्याला साखरेचे काही प्रकार मिळत असतात. अशा तऱ्हेने अब्जावधी टन उत्पन्न होणारी साखर प्राणी व सुध्मजिवी आपल्या जीवनासाठी वापरीत असतात.

बटाट्यासारख्या कंदामधील स्टार्च काय किंवा ऊसामधील शर्करा काय ही मुख्यतः वनस्पतीचे संग्रहित अन्न असते. ते प्राणिसृष्टीच्या उपयोगासाठी निर्माण झालेले नसते. हे ध्यानात घेतले पाहिजे. वनस्पतीची वाढ, विकास व जीवनक्रम व्यवस्थितपणे पार पडावा म्हणूनच ही संग्रहित अन्नाची योजना असते. प्राणिसृष्टीला अन्नाची गरज का असते हे सर्वांनाच माहित आहे. परंतु वनस्पतीला ह्या अन्न संग्रहाचा उपयोग कसा होत असेल बरे! लहान मोठ्या प्राण्याप्रमाणे वनस्पतींनासुद्धा श्वसनाची गरज असते. खरे म्हणजे वनस्पतीचे सर्व अवयव श्वसन करित असतात. श्वसन क्रिया वनस्पतींच्या सर्व जिवंत पेशीमध्ये चालू असते. श्वसनक्रियेमध्ये संग्रहित अन्न वापरले जाते. वनस्पतीमधील हालचालीसाठी पेशींना लागणारी ऊर्जा पुरविण्याकरिता हे अन्न वापरण्यात येते. ही ऊर्जा श्वसनक्रियेमध्ये निर्माण होते; आणि साखरेचे अपघटन होऊन त्यातून कार्बनडायॉक्साइड व पाणी ही द्रव्ये तयार होतात व त्यासाठी ऑक्सिजनचा उपयोग केला जातो. श्वसनाची क्रिया अहोरात्र चालू असते. ह्यामध्ये संग्रहित अन्न खर्च पडते. हिरव्यापानांमध्ये ग्लूकोजची निर्मिती चालू असते, त्याचवेळी दुसरीकडे वनस्पतीचे श्वसन चालू असते. परंतु दिवसाच्या प्रकाशामध्ये अन्नाची जमा बरीच जास्त व खर्च तुलनेने अगदी कमी असतो. रात्री किंवा प्रकाश नसेल तेव्हा जमा नाही परंतु खर्च चालू असे वनस्पतीचे जमाखर्च पत्रक असते. आधुनिक कृषितज्ञांनी मात्र वनस्पतींच्या नवीन संकर जाती निर्माण करून वनस्पतींच्या गरजेपेक्षा जास्त साखर किंवा स्टार्च ह्यांचा संग्रह करणाऱ्या जाती शोधून काढल्या आहेत. आपल्याला लागणाऱ्या अन्नद्रव्यांचे मोठ्या प्रमाणावर संग्रह करणाऱ्या वनस्पती उपलब्ध झालेल्या आहेत. त्यामुळे उसामध्ये शर्करेचा संग्रह जास्त झालेला असतो तेव्हाच ऊस तोडण्यात

येतो. वीटकंद मुद्दा अशाच वेळी जमिनीतून बाहेर काढावा लागतो. परंतु बी-बिया-गातील संग्रहीत स्टार्च किंवा तेलबियातील तेल ही वनस्पतींच्या पुढील बीजारोपणाची पूर्वतयारी असते. त्यांची निपज वनस्पतींचा जीवनक्रम पूर्ण झाल्यावर होते. स्टार्च काय किंवा साखर काय ह्यांच्या उत्पत्तीचे स्वरूप हे असे आहे.

\* \* \*



## ऊस व त्याचे लहान मोठे प्रतिस्पर्धी

ऊस :

वनस्पती शास्त्राच्या वर्गीकरण (classification) पद्धती प्रमाणे ऊस हा गवत ह्या कुळात मोडणारा आहे. उसाचे आजचे स्वरूप पाहिले म्हणजे उसाचे पुष्कळ उंच व भयंकर पुष्ट गवत असे वर्णन करावे लागेल. ऊस हा बांबूप्रमाणे पेरापेरांचा बनलेला असतो. उसाची उंची २५० ते ५५० सें. मी. असते. काही ऊस-जाती ह्यापेक्षाही मोठ्या असतात. त्यांची उंची ७०० सें. मी. (२० फुटापेक्षा जास्त) पर्यंत असू शकते. उसाची उंची उसाच्या जातीवर अवलंबून असते. जमिनीचा कस व हवामान ह्यांप्रमाणे निरनिराळ्या देशांमध्ये उसाची उंची कमी जास्त असते. उसाच्या खोडाचा व्यास १.२५ सें. मी. ते ५/६ सें. मी. असतो. ऊस तयार होतो तेव्हा उसाच्या दोन पेरांमधील अंतर ८ सें.मी. ते १५ सें. मी. एवढे असते. प्रत्येक पेराच्या टोकाला दुसऱ्या पेराला जोडणारी घट्ट कठीण अशी ग्रंथी असते. ह्या वाटोळ्या टणक ग्रंथी भोवती एक एक पान असते. ही पाने १०० सें.मी. ते १५० सें. मी. एवढ्या लांबीची व साधारणपणे ५ सें. मी. ते ८ सें. मी. रुंद असतात. पाने क्रमाक्रमाने झाडाच्या दोन बाजूनी येतात व वाढतात. प्रत्येक पानाच्या आत व मध्यभागी ग्रंथीला लागूनच

लहानशी कळी असते. ह्याच कळीला उसाचा डोळा असेही म्हणतात. उसाची वाढ होते त्याप्रमाणे उसाची खालची पाने प्रथम पिवळी होतात व नंतर गळून पडतात.

उसाचा रंग तांबडा, पिवळा, हिरवा, गुलाबी किंवा पिवळे, तांबडे, पांढरे पट्टे-पट्टे असलेला असा असतो. उसाच्या खोडावर किंवा दांड्यावर अत्यंत पातळ पण टणक व तंतूमय अशी साल असते. उसाचे विविध रंग हे सालीचेच असतात. सालीच्या आत मात्र सर्वच उसामध्ये पांढरा तंतूमय असा गाभा असतो. गाभ्यामध्ये सूक्ष्म पेशीतून रस भरलेला असतो. उसाचा रस तो हाच.

ऊस तयार झाल्यावर काही ऊस जातींना फुलाचा तुरा येतो. त्यामध्ये उसाचे बी तयार होते. उसाच्या सर्वच जातींना फुले येतात असे नाही. शिवाय तशी ती आली तरी नेहमीच येतात असे पण नाही. अथवा आली तरी बरीच उशीरा येतात. फुलाच्या तुऱ्याची किंवा पिसाऱ्याची उंची नेहमी ६० ते १२० सें. मी. एवढी असते. बहरलेले उसाचे उभे पीक डोलू लागले की मोहक दिसते ते तुऱ्यामुळेच.

### उसाची लागवड :

उसाचे उत्पादन बीजापासून, खोडापासून, व मूळापासून होऊ शकते. तयार झालेला ऊस मूळापासून तोडतात. शेवटचा साधारण ३० सें. मी. भाग शेंड्यासह तोडून पुढील लागवडीसाठी राखून ठेवतात. ह्या भागाला वाड असे म्हणतात. हे वाड जमिनीमध्ये पुरून, त्यापासून उसाचे रोप तयार होतात, त्याचप्रमाणे दोन तीन पेरांचे कांडे मातीमध्ये पुरले तर प्रत्येक पेरावरील डोळ्यातून एक एक उसाचा रोप तयार होतो. उसाच्या लागवडीची ही पण एक पद्धती आहे. उसाच्या बियांपासून सुद्धा उसाची लागवड करता येईल. परंतु सामान्यपणे हा मार्ग स्वीकारला जात नाही. एक कारण म्हणजे बियांपासून पिक तयार व्हावयाला २ ते ३ वर्षे एवढा कालावधी लागतो. बियांपासून होणारे जनन पुढील पिढीमध्ये १०० टक्के शुद्ध राहू शकत नाही. शिवाय सर्वच जातीच्या उसांना तुरे येत नसल्याने ऊस उत्पादकामध्ये ऊस लागवडीचा हा मार्ग फारसा रूढ नाही. परंतु वनस्पतिशास्त्रज्ञांना संकर जातीचे ऊस तयार करण्याच्या दृष्टीने अशा बियांपासून निघणारा ऊस उपयोगी पडतो. उसाचे पीक काढण्याचा आणखी एक मार्ग रूढ आहे.

### खोडवा ऊस :

ऊस तोडल्यावर उसाचे मूळ व त्यालाच लागून असलेला उसाच्या खोडाचा थोडासा भाग जमिनीत रहातो. तो भाग व उसाचे मूळ ही जमिनीमधून खणून



काढली नाही तर व जमीन चांगली कसदार असली तर त्या भागापासून उसाचे बरेच रोप फुटतात व उसाचे बेट तयार होते. ह्यालाच खोडवा ऊस असे म्हणतात. खोडवा उसाचा मुख्य फायदा म्हणजे जमीन नांगरून तयार करणे व त्यामध्ये उसाची लागवड करणे. ह्या कामी होणारा खर्च वाचतो. शिवाय उसाचे पीक कापून झाल्यावर जमिनीमध्ये असलेले उर्वरित खतसहजासहजी खोडवा उसाला मिळते. ऊस लागवडीच्या खर्चापैकी अशा तऱ्हेने १५-२० टक्के खर्चाची बचत होते. ह्याशिवाय आणखी एक फायदा म्हणजे खोडवा ऊस लागवड केलेल्या उसापेक्षा लवकर तयार होतो. त्यामुळे ऊस गळिताच्या हंगामासाठी खोडवा ऊस प्रथम उपलब्ध होतो. खोडवा ऊस तोडल्यानंतर त्याच्या मुळांपासून दुसरे खोडवा पीक मिळते. अशा तऱ्हेने खोडव्याची एका मागून एक अशी बरीच पिके मिळणे शक्य असते. परंतु खोडव्याला रोगजंतू किंवा कीटक ह्यांची बाधा झाल्यास उसाचे उत्पादन बरेच घटते. शिवाय जमिनीमधील खत कमी होत गेल्याने जमिनीचा कस कमी होतो. सामान्यतः खोडव्याचे एक पीक फार तर दोन किंवा तीन एवढीच पिके घ्यावी अशी शिफारस करण्यात येते. दक्षिण भारतामध्ये एक किंवा अधिक खोडवा पिके घेण्याची पद्धती रूढ आहे. काही शेतकरी श्रम वाचविण्यासाठी तीन पेक्षाही जास्त खोडव्याची पिके घेतात. परंतु त्यामुळे उत्पादन घटते व खोडव्याचे पीक फायदेशीर होत नाही. तथापि जमिनीचा कस चांगला असला व रोगजंतू व कीटक ह्यांनी बाधा टाळता आल्यास २० पर्यंत खोडवे घेण्याची पद्धती कांही देशांमध्ये रूढ आहे. उदाहरणार्थ क्यूबा मध्ये २० पर्यंत खोडव्या उसाचे पीक घेतले जाते. तेथील परिस्थितीनुरूप २० खोडवे घेतल्याने उत्पादन घटत नाही. तेथे उसापैकी ८० टक्के भाग खोडवा उसाचाच असतो. इतर काही देशांमध्ये तेथील परिस्थितीनुरूप ५ ते १० पर्यंत खोडवा उसाचे पीक घेणे फायदेशीर ठरते असा अनुभव आहे.

### उसाचे वेणे :

उसाची लागवड करतात ती मुख्यतः उसाच्या खोडापासून. ह्यासाठी ३ ते ४ डोळे असलेल्या खोडाच्या कांड्याची निवड करतात. जोमदार पूर्ण पोसलेला पण अपक्व अशा उसाची ह्या करता पसंती करण्यात येते. सामान्यतः उसाच्या वरच्या अर्ध्या भागाचा ह्या कामी उपयोग करतात. स्वच्छ केलेल्या धारदार कोयत्याने ही ३-४ डोळ्यांची कांडी तोडतात. कोयता धारदार असला तर उसाचे कांडे पिचत नाही. तयार झालेल्या कांड्यापैकी रोगग्रस्त कांडी वगळून पूर्ण रोगविरहित कांडी लागवडीसाठी निवडली जातात. कांडी मातीमध्ये ४-५ सें. मी. खोल पुरतात. कांड्यांवरील डोळे कांड्याच्या दोन कडांना राहतील अशी काळजी घेतली जाते. एका हेक्टरमध्ये एकूण ५ टन वजनाची २५ हजार ते ३० हजार कांडी योग्य अंतर



राखून पुरली जातात. कांड्यावरील डोळ्यांची जोमदार वाढ व्हावी म्हणून त्यांना पाणी व खत ही पुरेशा प्रमाणात देण्यात येतात. त्याच शेतातील उसाच्या कांड्याचे बेणे ४-५ वर्षे वापरण्याची प्रथा आहे. त्यानंतर उसाचे बेणे बदलण्याची आवश्यकता असते. अशा तऱ्हेने बेणे बदलले नाही तर बेणे कमजोर होऊन त्याची उत्पादन क्षमता कमी होते. परंतु नवीन बेणे कसे मिळवायचे ?

### नवीन बेणे :

उत्तम प्रतीचे नवीन बियाणे ऊस संशोधन केंद्रामार्फत किंवा शेतकी खात्याची मान्यता दिलेल्या खाजगी उत्पादकांकडून मिळू शकते. त्याचप्रमाणे उसाच्या मोठ्या शेतकऱ्यांना आपला स्वतःचा बेणेमळा किंवा नर्सरी तयार करणे फायदेशीर व सोयीचे असते.

उसाचे उत्तम बेणे हे जाड व रसरशीत असावे व बेण्यावरील डोळे योग्य वाढीचे असावे. पण ते जून नसावे. बेणे सत्त्वर उगवण्यासाठी जमिनीमध्ये नायट्रोजन व फॉस्फरस ही पोषणद्रव्ये सहज उपलब्ध होण्यासारखी असावी लागतात. बेणे-मळ्याच्या लावणीकरिता सुधारलेल्या पुरस्कारित जातीचे निरोगी व सुदृढ असेच बेणे वापरणे आवश्यक आहे.

बेण्यासाठी निवडलेला ऊस अन्य ठिकाणाहून आणावयाचा असल्यास तो पाचट न काढताच व तुकडे न करताच आणावा. वाहणुक शक्य तेवढी लवकर करावी नाही तर उसाचे डोळे वाळून जातात व उगवणीवर त्याचा प्रतिकूल परिणाम होतो. मळ्यामध्ये उसाला जैवढे खत देतात, त्यापेक्षा २५ टक्के जास्त खत बेणे-मळ्यातील उसाला द्यावे लागते. अशा तऱ्हेने तयार केलेल्या बेणे-मळ्यातील बेणे उत्तम असतेच. तरीपण जोमदार वाढीसाठी व रोग प्रतिबंधक उपाय म्हणून बेण्यावर पुढीलप्रमाणे संस्करण केल्यास पुष्कळच फायदा होतो. उसाचे डोळे सुकल्यासारखे दिसल्यास बेणे २४ तास चुन्याच्या पातळ निवळीमध्ये बुडवून ठेवण्यात येते. त्याच प्रमाणे रोग प्रतिबंधक उपाय म्हणून पारामुक्त औषधाच्या द्रावणामधून बेणे बुडवून काढतात. शिवाय काही वेळा ५० से. इतपत तापलेल्या पाण्यामध्ये बेणे थोडावेळ बुडवून ठेवून मगच बेणे वापरण्याचा प्रघात आहे.

### उसाचा हंगाम :

उसाच्या वाढीच्या दृष्टीने तपमान, प्रकाश आणि पाऊस पडण्याचे प्रमाण हे हवामानाचे घटक महत्त्वाचे आहेत. ऊस ही उष्ण कटिबंधीय वनस्पति असल्याने, त्याची

वाढ सूर्यप्रकाश असलेल्या उष्ण प्रदेशामध्ये झपाट्याने होते. आवश्यक तो पाऊस आणि बराच काळ टिकणारी अशी गरम हवा उसाच्या चांगल्या वाढीसाठी लागते. त्यानंतर ऊस पक्व होण्यासाठी व उसाच्या कापणीकरिता भरपूर प्रकाश व कोरडे पण थंड हवामान लागते. प्रत्येक हंगामामध्ये ऊस वाढीचे मोजमाप केल्यावर पुढील सरासरीची आकडेवारी मिळते. एका उसाची ऊंची २५० सें. मी. धरल्यास, त्यातील ३५.५ सें. मी. वाढ पहिल्या प्रथम जानेवारी ते जून पर्यंत होते. नंतर जून ते ऑक्टोबर मध्यापर्यंत १७२.५ सें. मी. व मध्य ऑक्टोबर ते १५ जानेवारी पर्यंत ४२ सें. मी. पर्यंतच होते. ह्यावरून मधल्या काळातच म्हणजे पावसाळ्यात आणि त्यातील दमट हवेतच चांगली वाढ होते हे दिसून येते. उसाच्या पिकाला ५० से. पेक्षा जास्त किंवा २० से. पेक्षा कमी तपमान मानवत नाही. सामान्यपणे आद्रतायुक्त असा दहा महिन्यांचा हंगाम उसाच्या वाढीला उपयुक्त असून त्यानंतर येणारा कोरडा हिवाळा ऊस पक्व होण्याला व कापणीला योग्य असतो. पाऊस पुष्कळ व बराच काळ पडत राहिला, म्हणजे हवेमध्ये गरमपणा व आर्द्रता वर्षभर टिकून राहिली, तर उसाचा रस पातळ असतो व ऊस पक्व होतच नाही. ह्यावरून हवामानाच्या परिस्थितीनुसार उसाचे पीक तयार व्हावयाला कमी जास्त वेळ लागतो. उसाच्या पिकाला हवामान व स्थानिक परिस्थितीनुसार १० महिन्यापेक्षाही कमी एवढ्या कालावधीपासून २४ महिने एवढा दीर्घ मुदतीचा काळ लागू शकतो. सामान्यपणे शेतामध्ये ऊस तयार व्हावयाला १४ ते १८ महिने लागतात. खोडवा ऊस तेवढा १२ महिन्यामध्ये कापणीला योग्य होतो. काही ठिकाणी तीव्र थंडी व हिमवर्षाव टाळण्यासाठी १० महिन्यातच उसाची कापणी करावी लागते.

### ऊस लागवडीचे हंगाम :

हवामानाच्या अनुकूलतेनुसार वेगवेगळ्या तीन हंगामामध्ये सामान्यपणे उसाची लागवड करण्यात येते. ते तीन हंगाम म्हणजे (१) आडसाली, (२) पूर्वं हंगामो किंवा पूर्वं मोसमी, (३) सुरू किंवा चालू.

उसाची आडसाली लावणी जून-जुलैमध्ये केली जाते. आडसाली पिकाच्या वाढीसाठी सुमारे १८ महिने मिळतात. ह्याचा फायदा म्हणजे पिकाचे दर हेक्टरी उत्पादन जास्त असते.

पूर्वं हंगामी लावणी ही साधारणतः ऑक्टोबर-नोव्हेंबर मध्ये करतात. ह्या लावणीच्या उसाला शेतामध्ये १४ ते १५ महिने एवढा कालावधी मिळत असल्याने, ह्या पिकापासून दर हेक्टरी उत्पादन आडसाली पिकापेक्षा थोडे कमी येते परंतु ते चालू लावणीपेक्षा जास्त असते.



मुरू किंवा चालू लावणी ही सामान्यपणे जानेवारी-फेब्रुवारीमध्ये करण्यात येते. हे पीक सुमारे ११ ते १२ महिन्यांचे असून ह्या पिकाचे दर हेक्टरी उत्पादन सर्वात कमी येते. परंतु त्याला तुलनेने खर्च कमी लागतो. गळिताच्या हंगामामध्ये निर-निराळ्या वेळी ऊस पक्व होण्याला महत्त्व असल्याने अशा तऱ्हेची वेगवेगळ्या वेळी केलेली उसाची लागवड उपयुक्त असते हे पुढील कोष्टकावरून स्पष्ट होईल.

### कोष्टक क्र. ३.१

ऊस प्रकार	लागवडकाळ	पिकाचा कालावधी (महिने)	कापणीची वेळ
आडसाली	१५ जून ते १५ सप्टे.	१५ ते १८	१५ ऑक्टो. ते डिसें. अखेर
पूर्व मोसमी	१५ ऑक्टो. ते १५ नोव्हें.	१५ ते १७	जानेवारी-फेब्रुवारी
चालू	१५ जाने. ते १५ मार्च	१३ ते १४	फेब्रुवारी-मार्च
खोडवा	१५ जाने. ते १५ मार्च	१४ ते १५	मार्च ते मध्य एप्रिल

### उसाची पक्वता :

उसाची वाढ होत असताना प्रकाश-संश्लेषणाने ग्लुकोजची निर्मिती होऊन, त्यातून शर्करा तयार होत असते. ऊस पक्व होतो तेव्हा उसाची वाढ थांबते व ग्लुकोजचे शर्करेमध्ये रूपांतर झालेले असते. ऊस पक्व झाल्यावरच उसाची तोडणी करतात. पक्व ऊस योग्य वेळी तोडला तर तो गाळून तयार करण्यात येणाऱ्या गुळाची प्रत चांगली असते. त्याच प्रमाणे साखरेचा उतारा पण चांगला येतो. ऊस पक्व झाला आहे हे कसे ओळखावयाचे? त्यासाठी काही बाह्यलक्षणे आहेत व काही कसोट्या-पण लावण्यात येतात. त्यांची काही उदाहरणे :

- (१) उसाचे शेत पिवळे होणे;
- (२) तुरा झडणे व कांड्यावरील डोळे फुगीर होणे;
- (३) कांड्यावर ऊस वाकविला असता तो मोडणे;
- (४) उसावर टिचकी मारली असता खणखणीत आवाज येणे.

ही लक्षणे व ह्या कसोट्या असल्या तरी त्या खात्रीच्या नाहीत. ह्या उलट प्रयोग-शाळेंतील कसोट्या खात्रीच्या असतात. ब्रिक्स सॅकरिमिटर अथवा रिफ्रॅक्टोमिटर ह्या उपकरणांचा उपयोग करून रसामध्ये एकूण द्रावणीय घन द्रव्यांचे शेकडा प्रमाण व त्याचप्रमाणे रसामध्ये शुद्धशर्करेचे प्रमाण किती व ग्लुकोजचे प्रमाण किती हे कळून येते.



### शर्करा रिफ्रॅक्टोमिटर :

हे उपकरण वापरण्याची जुनी पद्धत म्हणजे प्रत्येक क्षेत्रातील नमुना ऊस तोडून, त्याचा रस काढून, तो रिफ्रॅक्टोमिटरमध्ये तपासून पाहाणे व त्यामधील द्रावणीय घन द्रव्यांचे शेकडा प्रमाण विशिष्ट मर्यादेपर्यंत पोचले आहे की नाही ह्यावरून उसाची पक्वता प्रयोगशाळेमध्ये ठरवित असत. ही पद्धती वेळखाऊ असे व तपासणीसाठी बराच ऊस फुकट जात असे. त्या प्रयोगाचे आधुनिक तंत्र म्हणजे शेतावरच, ऊस न तोडता, उसांला टोच्याने चिर पाडून आतील भागाची लहानशी काचरी काढून व ती पिळून उसातील द्रावणीय घन द्रव्याचे प्रमाण शेतावरच हातवाही रिफ्रॅक्टो-मिटरने ठरवितात. उसाला छेद घेतलेल्या जागी मेण भरून ती जागा बंद केली म्हणजे उसाला अपाय न होता ऊस वाढतो.

### सॅकरिमिटर :

हा पोलॅरिमिटर ह्या उपकरणाचा विशेष प्रकार आहे. रसामध्ये साखरेचे म्हणजे शर्करेचे प्रमाण किती आहे हे ह्या उपकरणाच्या साहाय्याने मोजता येते. ह्या उपकरणाामागोल शास्त्रीय तत्त्व व त्याची कार्यपद्धती ही प्रकरण ६ मध्ये विषद केलेली आहे.

ग्लुकोजचे प्रमाण कमी होत जाणे व शर्करेचे प्रमाण जास्त होत जाणे ह्यावरून ऊस पक्व होत असल्याचे समजून येते. उसापासून साखर किंवा गुळ हे पदार्थ तयार करावयाचे तर उसामध्ये जास्तीत जास्त शर्करा व कमीत कमी ग्लुकोज असणे आवश्यक आहे. उसाची जात, प्रकार, पिकाचे वयोमान, त्याची मशागत, व कोणत्या ऋतुमानातून ते पीक पार पडले आहे ह्या गोष्टींवर उसाचे पीक पक्व होण्याचा काळ अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ Co 997; Co 658; Co 775 ह्या जाती साखरेचे उत्पादन जास्ती देतातच व शिवाय त्या लवकर पक्व होतात. त्या उलट काही जातीचे ऊस उशिरा पक्व होतात.

### उसाचा तुरा व पक्वता :

भारतामध्ये उसाला तुरा किंवा फुलेरा ऑक्टोबर ते जानेवारी पर्यंत येतो. तुरा येणे हे काही उसाच्या पक्वतेचे लक्षण नाही. तरीपण तुरा आल्यानंतर साधारणपणे तीन महिनेपर्यंत उसाच्या रसामध्ये शर्करेचे प्रमाण सतत वाढत असते. परंतु त्यानंतर मात्र उसातील शर्करेचे पर्यस्तन (Inversion) सुरू होते. हे पर्यस्तन तुरा न येणाऱ्या उसापेक्षा जास्त असते. तुरा न येणाऱ्या उसापेक्षा तुरा येणाऱ्या १२ महिन्यांच्या उसाची कांडी लांब, जाड असून त्यामधील शर्करेचे प्रमाण जास्त असते.

तुरा येणे ही उसाची प्रवृत्ती काही बाह्य उपचारांनी थांबविता येते किंवा टाळता येते. उसाला तुरा येण्याच्या सुमाराला पाणी कमी दिले किंवा बंद केले किंवा कांही रासायनिक द्रव्ये वापरली तर उसाला तुरा येत नाही असा अनुभव आहे.

### उसाच्या हंगामाचे संयोजन :

साखर व गुळ तयार करणे हेच ऊस लागवडीचे मुख्य उद्दिष्ट असते. उसाचा गळित हंगाम ऑक्टोबर-नोव्हेंबर ते एप्रिल-मे पर्यंत असल्यामुळे ह्या ४-६ महिन्यांच्या काळामध्ये दर्जेदार व पक्व ऊस सतत मिळणे आवश्यक असते. निरनिराळी पक्वता क्षमता असणाऱ्या जातींच्या उसाची गळित हंगामाच्या काळात योग्य वेळी तोडणी केल्यास साखरेचा उतारा वाढण्यास सहाय्य होते. अशा तऱ्हेने उपलब्ध असलेल्या ऊस जाती व निरनिराळ्या हंगामामध्ये उसाची लावणी ह्यांचा योग्य समन्वय करून संपूर्ण हंगामात ऊस गळिताचे संयोजन केल्यास जास्तीत जास्त साखर मिळण्यास मदत होते.

ह्या संदर्भात पाडेगांव संशोधन केंद्राने प्रसिद्ध केलेल्या 'प्रगत ऊस वागायत' ह्या पुस्तिकेमध्ये लावणी हंगाम व जातीनुसार गळित ऊस क्षेत्राची विभागणी कशी करावी ह्याबद्दल एक शिफारस केली आहे. ह्यावरून उसाच्या हंगामाचे संयोजन कसे करतात ह्याची कल्पना पुढील कोष्टकावरून येईल. हवामान व जमिनीच्या विशिष्ट परिस्थितीत को. ७७५ व को. ४१९ यांचे ऐवजी अथवा बरोबर को. ६७८ व को. ७९८ ह्यांचा वापर करावा. कोष्टकामध्ये लावणी हंगाम व जातीनुसार गळित ऊस क्षेत्राची विभागणी (प्रतिशत) दिली आहे.

### कोष्टक क्र. ३.२

हंगाम	एकूण लावण क्षेत्र	को. ७४०	को. ४१९	को. ७७५
आडसाली .. ..	५०	२६	१२	१२
मुरू .. ..	२८	१६	१२	—
खोडवा .. ..	२२	१४	८	—
एकूण क्षेत्र .. ..	१००	५६	३२	१२

गळिताच्या हंगामाच्या सुरुवातीला को. ४१९ व को. ७७५ या जातींच्या आडसाली पिकाच्या तोडणीस सुरुवात करून डिसेंबर मध्यापासून को. ७४० च्या आडसाली



पिकास सुरुवात करावी. सुरु पिकाच्या तोडणीला फेब्रुवारीपासून व खोडव्याला त्यानंतर २ ते ३ आठवड्यांनी सुरुवात करावी. अशा तऱ्हेने विभिन्न जाती व लावणी हंगाम यांचे नियोजन केल्यास संपूर्ण गळित हंगामात चांगल्या साखर उताऱ्याचा ऊस गाळता येईल.

### ऊस व पाणी :

उसाची लागवड केल्यानंतर त्याची वाढ होत असताना त्याच्या प्रत्येक अवस्थेमध्ये पुरेसे पाणी मिळणे आवश्यक असते. उसाच्या शेतामध्ये इष्टतम एवढी आर्द्रता ठेवावीच लागते. पुरेसा पाऊस असणाऱ्या ठिकाणी किंवा ज्या ठिकाणी जरूर तेवढे पाटाचे पाणी देण्याची सोय असते, त्याच ठिकाणी उसाचे पिक काढता येते. उसाच्या शेताला सर्व मिळून किती पाणी लागते ह्याचा हिशेब करण्यात आलेला आहे. शेवटी १ रत्तल साखर तयार करावयाला उसाच्या शेताला वेळोवेळी १ टन पाणी लागते. ह्यावरून उसाच्या शेताला पाण्याचे महत्त्व किती आहे हे स्पष्ट होईल.

### ऊस व खते :

जमिनीमधून कोणत्याही पिकाचे जास्त उत्पादन काढावयाचे म्हणजे खते ही पाहिजेतच. साधारणपणे १२ ते १८ महिने शेतामध्ये उभी असणारी उसाची पिके जमिनीमधून मोठ्या प्रमाणावर पोषण द्रव्ये काढून घेत असतात. उसाचे पीक एक हेक्टर जमिनीमधून किती प्रमाणात कोणती द्रव्ये शोषून घेते ह्या बद्दलची माहिती प्रसिद्ध झालेली आहे. दर हेक्टरी १०० टन उत्पादन देणारे उसाचे पीक पुढीलप्रमाणे पोषण द्रव्ये शोषून घेते :

नायट्रोजन-१२० कि., फॉस्फरस-७० कि., पोटॅशियम-३५० कि., कल्शियम-८० कि.

उसाबरोबर पाने व वाढ इत्यादि पिकाचे भाग सुद्धा पोषण द्रव्यांचे शोषण करतात हे पण लक्षांत घ्यावयाला पाहिजे. आपल्याकडील जमिनीमध्ये नायट्रोजन अगदीच कमी असतो. फॉस्फरस सुद्धा पुष्कळ वेळा कमी पडतो. परंतु पोटॅशियमचे प्रमाण साधारणतः पुरेसे असते. जमिनीमधील सतत कमी होणाऱ्या पोषण द्रव्यांची भरपाई करण्यासाठी शेतजमिनीला खते द्यावी लागतात. इतर देशांच्या मानाने भारतामध्ये उसाचे पीक कमी येण्याचे प्रमुख कारण म्हणजे आपल्याकडे खत कमी प्रमाणात दिले जाते हे होय. खते दोन प्रकारची असतात : सेंद्रिय खते किंवा भर खते व रासायनिक खते किंवा वर खते.



**भरखते :**

ही मुख्यतः कंपोस्ट (संयुक्त) खताच्या रूपामध्ये देतात. एक हेक्टर क्षेत्रातील उसापासून निघणाऱ्या पिकाचे अवशेष म्हणजे पालापाचोरा, वाडे, चिपाडे वगैरे टाकाऊ वस्तूंपासून तयार होणारे कंपोस्ट खत एक हेक्टर शेताला पुरते. कंपोस्ट खताबरोबर किंवा त्याच्या ऐवजी उपलब्ध असल्यास शेणखतही वापरतात. काही ठिकाणी हिरवळीचे खत म्हणून द्विदल वर्गातील तागासारख्या पिकाचा उपयोग करतात. भर खताचा मुख्य उपयोग म्हणजे जमिनीचा पोत मोकळा राहून जमिनीतील हवा खेळती राहाते. मुळांची चांगली वाढ होते. जमिनीच्या जलधारण शक्तिमध्ये चांगली सुधारणा होते.

**वरखते :**

ऊस पिकाला लागणाऱ्या पोषण द्रव्यांमध्ये नायट्रोजन हा प्रमुख घटक आहे. नायट्रोजनचा योग्य प्रमाणात उपयोग केल्यास उसाचे उत्पादन वाढते. परंतु निष्कारण जास्त नायट्रोजन दिल्यास उसावर प्रतिकूल परिणाम होतो. नायट्रोजनमुळे खोडाची व पानांची वाढ उत्तम होऊन पीक टवटवीत म्हणजे चांगले सतेज व हिरवेगार राहाते. फॉस्फरस ह्या पोषण द्रव्यामुळे उसाची उगवण चांगली होते. शिवाय फुटवा देखिल चांगला येतो व मुळांची वाढ बरी होते. ऊस पण लवकर पक्व होतो. पोटॅशियम ह्या घटकामुळे उसाची वाढ जोमाने होते. ऊस लोळण्याचे प्रमाण घटते व रोग प्रतिकार शक्ति वाढते. 'प्रगत ऊस बागायतदार' ह्या पुस्तिकेमध्ये दिलेल्या पुढील कोष्टकावरून वरखतांची मात्रा किती असावी हे समजून येईल.

**कोष्टक क्र. ३.३ वर हेक्टरी खताचे प्रमाण**

ऊस प्रकार	कंपोस्ट (गाड्या)	नायट्रोजन (कि.)	फॉस्फरस (कि.)	पोटॅशियम (कि.)
आडसाली	५०	४००	१७०	१७०
पूर्व हंगामी (डेक्कन कालवा विभाग)	५०	३४०	१७०	१७०
सुरू (डेक्कन कालवा विभाग)	५०	२५०	११५	११५

**उसावरील रोग आणि कीटक :**

उसाच्या पिकाला रोग व कीटक ह्यांच्यापासून उपद्रव होतो. उसाच्या वाढीवर व उसाच्या उत्पादनावर त्यामुळे प्रतिकूल परिणाम होतो. एवढेच नव्हे तर उसापासून

निघणाऱ्या गुळ व साखर ह्यांची प्रत पण कमी असण्याची भिती असते. ऊसावर रोग किंवा कीटक ह्यांचा प्रादुर्भाव झाल्यास लगेच उपाय योजना करणे आवश्यक असते. भारतामध्ये दरसाल रोग व कीटक ह्यांमुळे उसाचे नुकसान जवळ जवळ ५० कोटी रुपयांचे होते असा अंदाज आहे.

उसावर पडणारा प्रमुख रोग म्हणजे काजळी किंवा चाबुक काणी, लाल कुजव्या रोग, तांबेरा, गवती वाढ, वेणी रोग हे होत. हे रोग फंगस (fungus), वायरस (virus) किंवा बॅक्टेरिया ह्यांपासून उद्भवतात. अशा रोगांचा प्रादुर्भाव झाल्यास मागाहून रोग निवारण करणे फारच कठिण असते. रोग विरहित असे वेणे त्यामुळेच निवडावे लागते. शिवाय वेण्याची कांडी पारायुक्त द्रव्यांच्या द्रावणातून बुडवून काढणे व वेण्यावर उष्णजल प्रक्रिया करणे बगैरे प्रतिबंधक उपाय सुचविण्यात येतात. नवीन संशोधनामुळे रोग प्रतिकार क्षमता असणाऱ्या परंतु चांगला उतारा देणाऱ्या ऊस जाती ह्यांची निर्मिती करणे शक्य झाल्याने उसाच्या उत्पादनामध्ये फार मोठी क्रांती झाली आहे. उसाची जात निवडताना बागायतदार त्या ऊस जातीच्या रोग प्रतिकार क्षमतेला प्राधान्य देतो.

उसावर पडणारे कीटक बरेच आहेत. त्यापैकी प्रमुख म्हणजे खोड कीड, फांदी कीड, वाळवी, पांढरी माशी, पानावरील मावा, खवळे कीड, चिकट्या किंवा पिठ्या हे होत. ह्या कीटकांचा प्रादुर्भाव झाल्याचे आढळल्यास वेळीच योग्य कीटकनाशके वापरून त्यांचा बंदोबस्त करणे आवश्यक असते. प्रभावी रासायनिक कीटकनाशके मोठ्या प्रमाणावर उपलब्ध असल्याने त्यांचा फायदा करून घेणे शक्य झाले आहे.

### उसाखालील शेतजमीन व ऊस उत्पादन :

जगातील निरनिराळ्या देशांमध्ये उसाखाली किती क्षेत्र आहे व उसाचे उत्पादन किती होते हे पुढील कोष्टकावरून समजून येईल. ही आकडेवारी १९६८-१९६९ ची आहे.

#### कोष्टक क्र. ३.४

खंड/देश	भूक्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	उसाचे उत्पादन दशलक्ष टन	खंड/देश	भूक्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	उसाचे उत्पादन दशलक्ष टन
युरप	०.००५	०.४५	आफ्रिका	०.६००	४२.००
उत्तर व मध्यअमेरिका	२.३६०	१२६	फिजी	०.०५०	२.८
दक्षिण अमेरिका	२.५४०	१२९	ऑस्ट्रेलिया	०.२३०	१८.७
आशिया (चीन वगळून)	४.०००	१८९	हवाई	०.०४९	७.४
चीन	०.४४०	२७.५०			
भारत	२.४६	११७.६०	एकूण जागतिक	१०.२६	५३५

भारतामध्ये व जगामध्ये उसाखाली क्षेत्र कसे वाढत आहे ह्याची कल्पना पुढील कोष्टकावरून येईल.

### कोष्टक क्र. ३.५

वर्ष	जागतिक क्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	भारतीय क्षेत्र दशलक्ष हेक्टर
१९५२-५३	६.४६	१.७०
१९५६-५७	७.०७	२.०३
१९६४-६५	९.९७	२.६०
१९६८.६९	१०.२०	२.४६

जगातील इतर पिकांखालील भूक्षेत्राच्या मानाने ऊस किंवा बीट ह्यांनी व्यापलेले क्षेत्र तुलनेने फारच थोडे आहे. उसाखाली १०.२ दशलक्ष हेक्टर व बीट खाली ७.८ दशलक्ष हेक्टर क्षेत्र आहे. दोन्ही मिळून क्षेत्राची व्याप्ती एकूण पिकाखालील क्षेत्राच्या १.५ टक्का एवढीच आहे. ऊस व बीट ह्यांखालील भूक्षेत्राचे शेकडा प्रमाण निरनिराळ्या देशांमध्ये थोडे कमीजास्त असल्याचे आढळून येते.

पिकाखालील सर्व भूक्षेत्रांपैकी ऊस व बीट ह्यांखालील क्षेत्राचे प्रमाण दक्षिण अमेरिकेमध्ये सर्वात जास्त म्हणजे ४.०७ टक्के तर सर्वात कमी म्हणजे ०.३६ टक्के एवढेच आफ्रिकेमध्ये आहे.

### कोष्टक क्र. ३.६

खंड/देश	दशलक्ष हेक्टर				
	एकूण पीक क्षेत्र	उसाखाली	बीटखाली	एकूण शर्करा क्षेत्र	शर्करा क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण
उत्तर व मध्य अमेरिका	२३६	२.३००	०.६००	२.९००	१.२२
दक्षिण अमेरिका	६३	२.५२	०.०४	२.५६	४.०७
युरप	१४४	०.००६	३.००	३.००	२.०८
सोविएट रशिया	२२२	—	३.५६	३.५६	१.६०
आशिया	३१५	४.४५	०.६२	५.०७	१.६१
आफ्रिका	१८०	०.६०	०.०४	०.६४	०.३६
ऑस्ट्रेलिया/फिजी हवाई	१८	०.३३	—	०.३३	१.८१
जागतिक ...	११७८	१०.२०	७.८६	१८.०६	१.५३



परंतु ऊस उत्पादक देशामध्ये पिकाखालील एकूण क्षेत्रामध्ये ऊस क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण मात्र ६० टक्के ते ०.५६ टक्का एवढे कमाल व किमान आहे. पुढील कोष्टकात ही आकडेवारी दिली आहे.

**कोष्टक क्र. ३.७**

देश	एकूण पीक क्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	ऊस क्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	ऊस क्षेत्राचे एकूण पीक क्षेत्राशी शेकडा प्रमाण
हवाई	०.१५	०.०९	६०
क्युबा	२.०४	१.०३	५०
ब्राझील	२९.८०	२.६८	५.६
फिलिपाइन्स	८.५०	०.३१	३.६५
मेक्सिको	२३.८०	०.४८	२.००
भारत	१६३.००	२.४६	१.५०
ऑस्ट्रेलिया	४१.५०	०.२५	०.५६

निरनिराळ्या देशामध्ये ऊस-क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण पाहता हवाई, क्युबा सारख्या देशांमध्ये मुख्य पीक उसाचे असल्याचे दिसते.

उसाखाली किती क्षेत्र आहे हे समजल्यावर निरनिराळ्या देशामध्ये दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन किती होते हे समजण्यासाठी पुढील कोष्टक उपयोगी पडेल.

**कोष्टक क्र. ३.८**

देश	दर हेक्टरी ऊस उत्पादन (टन)	देश	दर हेक्टरी ऊस उत्पादन (टन)
क्युबा	८६.७	पाकिस्तान	४४.४
बार्बोडॉस	७०.०	इन्डोनेशिया	८१.३
गायाना	८१.३	मॉरिशस	७३.१
फिलिपाइन्स	५०.०	ऑस्ट्रेलिया	७४.२
		फिजी	५०.२
		आशिया	५८.३
भारत	४८.६	जागतिक (सरासरी)	५१.२

जगातील सर्व ऊस क्षेत्रांपैकी २३-२४ टक्के भाग भारतामध्ये आहे. भारतामध्ये दर हेक्टरी उत्पादन बरेच कमी आहे. १९०१-१९०२ सालापर्यंत दर हेक्टरी उत्पादन २० टन होते. परंतु अलिकडे दर हेक्टरी उत्पादन वाढत असून १९७०-७१ साली ते ४८.५ टन एवढे झाले आहे.

## उसाचे प्रतिस्पर्धी :

साखर काय किंवा गुळ काय ह्यांचे उत्पादन फक्त उसापासून होते अशी सामान्यपणे समजूत असते. परंतु वस्तुस्थिती तशी नाही. साखरेच्या जागतिक उत्पादनामध्ये उसाचा हिस्सा केवळ ५५ टक्के एवढाच आहे. साखर व थोड्या प्रमाणात गुळ मिळविण्याची पर्यायी साधने आहेत. बीट-कंद किंवा शर्करा-कंद हे सर्वात मोठे पर्यायी साधन होय. त्याशिवाय अल्प प्रमाणात साखर किंवा गुळ मिळविण्याची अन्य साधने म्हणजे मेपल, ताड, माड, खजुरी ह्या झाडांपासून किंवा सॉरगम (sorghum) ह्या ज्वारीच्या जातीतील वनस्पतीच्या कांडांपासून गुळ किंवा साखर यांचे उत्पादन करता येते. साखरेच्या जागतिक उत्पादनामध्ये साखर देणाऱ्या विविध साधन वनस्पतींची अंदाजी शेंकडेवारी पुढीलप्रमाणे आहे :

ऊस — ५५; बीट-कंद — ४४; ताडमाड — १.००;

सॉरगम — ०.१; मेपल — ०.०५.

## लहान प्रतिस्पर्धी :

मेपल (maple) ह्या नावाचे एक जंगली झाड उत्तर अमेरिकेमध्ये आढळते. त्याची ऊंची साधारण १५-२० मीटर असते. ह्या झाडाची आयुर्मर्यादा बरीच म्हणजे २००-३०० वर्षे असते. सामान्यपणे मार्च महिन्यामध्ये हवा थोडी गरम होते. त्यावेळी झाडाच्या मुळाजवळ सुरी-चाकूने छेद घेतल्यास त्यातून गोड रस स्वतः. रस एकत्र करून व नंतर आटवून त्यापासून साखर बनवितात. ह्या साखरेला विशिष्ट वास येतो. वासाच्या आवडीमुळे अमेरिकेमध्ये स्वयंपाकासाठी ह्या साखरेला मागणी असते. तथापि ह्या मार्गाने फारच थोडी साखर तयार होते. साधारण १०० वर्षांपूर्वी अमेरिकेमध्ये ह्या झाडापासून दरसाल २० हजार टन साखर तयार होत असल्याचा उल्लेख आढळतो. दिवसेंदिवस ह्या साखरेचे उत्पादन कमी होत आहे. मेपल ह्या झाडाची वाढ सर्वत्र होत नाही. साखरेच्या विशिष्ट वासामुळे साखरेचा प्रसार जगभर होणे कठीण आहे. शिवाय उसाच्या साखरेच्या वाढत्या उत्पादनामुळे मेपल साखरेचे उत्पादन आता अगदीच कमी होत आहे.



ताड, माड, खजुरी वगैरे झाडापासूनही साखर किंवा गुळ ही तयार करता येतात. ह्या झाडांचे तुरे कापून स्रवणारा रस भांड्यामध्ये जमवितात. रस आटवून त्यापासून गुळ तयार करता येतो. ह्या गुळाला विशिष्ट प्रकारचा वास येतो. ह्या वासाच्या आकर्षणामुळे काही लोकांना हा गुळ आवडतो. ह्या गुळामध्ये काही औषधी गुण आहेत असाही समज रूढ आहे. त्यामुळे गुळाला मर्यादित प्रमाणात मागणी असते. भारतामध्ये दारुबंदीच्या काळामध्ये ताडी-माडीवर बंदी असल्यामुळे ह्या झाडांच्या, विशेषतः ताडाच्या, तुऱ्यापासून मिळणाऱ्या रसाचा गुळ करण्यासाठी सरकारी पातळीवर मोठी योजना आखण्यात आली होती. तथापि ताड व माड ह्यांच्या रसापासून मोठ्या प्रमाणावर गुळ करणे फारसे किफायतशीर नाही. साहाजिकच ताडापासून गुळ किंवा साखर बनविणे हा व्यवसाय कुटिरोद्योगामध्ये मोडतो. हा धंदा मुख्यतः आंध्रप्रदेश, केरळ व पश्चिम बंगाल ह्या राज्यांमध्ये चालतो. इतरत्रही ह्या धंद्याला वाव आहे. परदेशी विशेषतः युरोपीय देशांमध्ये ह्या गुळाला मर्यादित मागणी असते. अशाच प्रकारचा गुळ किंवा साखर उष्ण कटिबंधातील इतर देशातही होते. ताडाच्या प्रत्येक झाडापासून दररोज २-३ लिटर एवढा रस मिळतो. असे हे उत्पादन कित्येक महिने चालू असते. रसामध्ये शर्करेचे प्रमाण साधारण १४ टक्के एवढे असते. भारतामध्ये ताडगुळाचे उत्पादन १ ते २ लक्ष टन एवढे आहे.

सॉरगम (sorghum) ह्या ज्वारीच्या जातीच्या रोपट्याच्या कांडामध्ये गोड असा रस असतो. कांडी पिळल्यावर त्यामधून रस बाहेर पडतो. रस आटवून त्याचा पाक तयार करतात. ह्यामध्ये साखरेचे प्रमाण कमी असते. परंतु रसामधील पौष्टिक व औषधी गुणामुळे त्याला विशेषतः उत्तर अमेरिकेमध्ये स्वयंपाकासाठी मागणी असते. त्याचे उत्पादन थोडे आहे. फार तर ५-७ हजार टन असावे. उसाचे हे प्रतिस्पर्धी नगण्यच.

### बीटकंद :

१८ व्या शतकाच्या अखेरीला बीटकंदापासून साखर तयार करणारा कारखाना 'सिलेशिया' येथे निघाला. आणि उसाच्या साखरेला पहिला प्रबळ प्रतिस्पर्धी भेटला. साधारणतः २०० वर्षापूर्वीपर्यंत तरी लोकांचे तोंड गोड करण्यासाठी उसाच्या साखरे-शिवाय म्हणण्यासारखे दुसरे साधन नव्हते.

भाजीचे बीटकंद पुष्कळांनी पाहिले असतील. परंतु ज्या कंदापासून साखर निवते तो कंद भाजीच्या बीट-कंदाच्या जातीचा असला तरी बराच गोड असतो. बीटच्या विविध प्रकारांपैकी साखर पुष्कळ प्रमाणात असणाऱ्या बीट-कंदाचा प्रकार निवडून



मानवी प्रयत्नाने त्यामध्ये साखरेचे प्रमाण आणखीच वाढविण्यात आले आहे. शक्कर-कंद किंवा शर्करा-कंद असे त्याला म्हणता येईल एवढे ते चांगले गोड असतात.

बीटकंदाची लागवड बियांपासून करतात. काही आठवड्यांमध्ये रोपटी तयार झाल्यावर ती साधारणतः ३० सें. मी. अंतरावर एक एक रोपाची लागवड करून मशागत करण्यात येते. उन्हाळ्याच्या दिवसामध्ये कंद चांगला पोसतो. बीटकंद तयार व्हायला ६ महिने लागतात. हिवाळा सुरू होण्यापूर्वी हे पीक जमिनीतून काढावे लागते. हे पीक मुख्यतः उत्तर अमेरिका व युरोपमध्ये होते. ह्या पिकासाठी थंड व शीतोष्ण हवा लागते.

बीटकंद हा निमुळता होत जाणारा असा लांब कंद असतो. जमिनीच्या पृष्ठ-भागाखाली त्याची वाढ साधारणपणे १५ ते २० सें. मी. असते. कंदाचा माथ्यावर व्यास ७-८ सें. मी. असतो. कंदाला बारीक बारीक पाळे असून त्यांच्या मदतीने कंदाच्या बाढीला लागणारी काही पोषण द्रव्ये मातीमधून शोषून घेतली जातात. जमीन भुसभुशीत असल्यास कंदाची पाळे १५० ते १६० सें. मी. खोल जातात. प्रत्येक बीट-कंदाचे वजन सरासरी ७५० ग्रॅम असते व त्यामध्ये साखरेचे प्रमाण १२५ ग्रॅम पर्यंत असते. पानाजवळील कंदामध्ये म्हणजे देठाजवळच्या कंदामध्ये विशेष साखर नसल्यामुळे, तो भाग पानांसह छाटून गुरांना घालतात. बीटकंद जमिनीमधून उपटून बाहेर काढल्यावर कंदांची मुळे जमिनीमध्येच राहिल्याने कुजतात व त्यांचा खतासारखा उपयोग होत असल्याने जमिनीचा कस वाढतो. शेतातून बीट-कंदाचे पीक काढून झाल्यावर त्या जमिनीमध्ये पुन्हा ३-४ वर्षे बीट-कंदाची लागवड न करता दुसरी पिके काढतात. बीट-कंदांसाठी केलेली मशागत व घातलेली खते, त्यानंतर घेण्यात येणाऱ्या दुसऱ्या पिकांना फायदेशीर ठरतात.

कंदाभोवतालची माती मोकळी करून शेतकरी सामान्यपणे सप्टेंबर महिन्याच्या पूर्वी बीटकंद बाहेर काढतात. नाहीतर सप्टेंबर नंतर हिमवर्षाव झाल्याने किंवा बर्फ पडल्याने जमीन घट्ट होते व बीटकंद बाहेर काढता येत नाहीत. बीटकंद तयार झाल्यावर तो कंद जमिनीमध्ये असेपर्यंत त्यामध्ये बिघाड होत नाही. म्हणजेच त्यामधील साखरेचे प्रमाण घटत नाही. परंतु बीटकंद हे जमिनीतून बाहेर काढल्यावर मात्र शक्य तेवढ्या लवकर साखर कारखान्यामध्ये न्यावे लागतात. बीटकंद बाहेर तसेच पडून राहिले तर मात्र त्यांच्यामध्ये बिघाड होऊ लागतो.

बीटकंद तयार व्हायला फक्त ६ महिने लागतात ही झाली त्याची जमेची वाजू. परंतु बीटकंदाचा हंगाम साधारण तीन महिने एवढाच असतो. त्यामुळे बीट-साख-

रेच्या कारखान्याला फक्त तीन महिने काम मिळते. बाकी दिवस म्हणजे ९ महिने कारखान्यातील यंत्रे रिकामी राहातात. कारखान्यांचा वरखर्च (overhead charges) त्यामुळे वाढतो. त्या उलट उसाचा हंगाम ६ महिन्यांचा असल्यामुळे ऊस-साखर कारखाना ६ महिने चालतो. ऊस-साखरेसाठी वरखर्च तुलनेने कमी येतो. बीटकंदापासून साखर तयार करण्यासाठी येणाऱ्या जास्त खर्चाचे हे एक कारण आहे. आणखीही अन्य कारणे आहेत.

बीट-साखरेचे दर हेक्टरी उत्पादन २.५ ते ५ टन एवढे असते. तर ऊस-साखरेचे उत्पादन जवळ जवळ तिप्पट म्हणजे ७ ते १४ टन एवढे होऊ शकते. ऊस जमिनीच्या बाहेर पोसला जातो तो उष्ण कटिबंधाच्या भरपूर उन्हामध्ये. सळ-सळणाऱ्या मोठ्या पानांमुळे उसामध्ये भरपूर साखर तयार होते. बीटकंदाची वाढ त्या मानाने कमी व त्याकडे शेतकऱ्याला जास्त लक्ष द्यावे लागते. उसाच्या मानाने बीटकंदाच्या पिकासाठी जास्त मजूर लागतात. उष्ण प्रदेशाच्या मानाने थंड प्रदेशामध्ये मजुरीचे दर जास्त असतात. अशा ह्या विविध कारणांमुळे बीट-साखरेला ऊस-साखरेशी स्पर्धा करणे कठीण जाते.

बीट-साखरेच्या इतिहासाचा मागोवा घेता ही साखर प्रथम तयार करण्यात आली ती १७४७ साली असा उल्लेख आढळतो. जर्मन शास्त्रज्ञ डॉ. अँड्रिआस मार्ग्राफ (Andreas Marggraf) ह्याने गोड बीटकंदाचा रस आटवून घट्ट केला. काही वेळाने त्याला त्यामध्ये साखरेचे स्फटिक दिसू लागले. उसाशिवाय साखर मिळविण्याचा हाच पहिला प्रयत्न होय. बीटकंदापासून साखर काढण्याच्या ह्या शोधाचे फार मोठे महत्त्व आहे ते उसाच्या पर्यायी असे साखर उत्पादनाचे साधन सापडले म्हणून. हा शोध महत्त्वाचा असला तरी जवळजवळ ५० वर्षे तरी ह्या शोधाकडे कोणाचे फारसे लक्ष गेलेले दिसत नाही. बीट-शर्करा-कंद हे थंड व समशीतोष्ण हवेमध्ये वाढू शकतात. म्हणून तर युरोप व उत्तर अमेरिका ह्यामधील लोकांचे साखरेच्या ह्या नवीन साधनाकडे प्रथम लक्ष वेधले. युरोप व उत्तर अमेरिका येथील हवामान उसाच्या लागवडीला अनुकूल नसल्यामुळे युरोपमधील लोकांना साखरेसाठी परक्यांच्या तोंडाकडे पहावे लागत असे. १८ व्या शतकाच्या शेवटी बीटकंदापासून साखर तयार करण्याचा पहिला कारखाना निवाला. तरीपण त्या काळी बीटकंदापासून तयार केलेली साखर फारशी चांगली नसे व किमतीने ती महाग पडत असे. त्यामुळे तो बीट-साखर कारखाना फार दिवस टिकून राहिल असे लक्षण दिसत नव्हते. परंतु पुढे वेगळ्याच परिस्थितीमुळे, विशेषतः राजकीय परिस्थितीमुळे, बीट-साखर कारखान्यांना चांगले दिवस आले. प्रत्यक्ष युद्धाच्यावेळी किंवा संभाव्य युद्धाच्या वेळी



होणाऱ्या नाकेबंदीला तोंड देता यावे, ह्याची पूर्वतयारी म्हणून बीट-साखरेला राजाश्रय लाभला. असे बीट-साखर व युद्ध ह्यांचे सहचर्य आहे.

नेपोलियन बादशाहाच्या कारकिर्दीमध्ये फ्रान्सदेशाचे साखरेच्या बाबतीत हाल होत असत. युद्ध सुरू झाल्याबरोबर फ्रान्सचे शत्रू वाहेरून आयात होणाऱ्या मालावर व विशेषतः साखरेवर हटकून निर्बंध घालीत. नेपोलियनला नामोहरम करण्याचा किंवा त्याच्या सैनिकांना हैराण करण्याचा हा एक प्रभावी मार्ग असे. युद्धकाळी अशा तऱ्हेने परावलंबनाचे कट्टे अनुभव घेतल्यानंतर नेपोलियन बादशाहाने नामशेष होण्याच्या मार्गावर असलेल्या फ्रान्समधील बीट-साखरेच्या धंद्याला सक्रिय उत्तेजन देण्याचे ठरविले. बीटकंदापासून कमी खर्चामध्ये उत्तम साखर तयार करून देणाऱ्याला फार मोठे बक्षिस लावले. त्यादृष्टीने पुष्कळच प्रयत्न झाले. त्याचा परिणाम म्हणजे बीट-साखरेच्या उत्पादनामध्ये बरीच सुधारणा झाली. त्याचप्रमाणे बीटकंदांमध्ये साखरेचे प्रमाण वाढविण्याच्या प्रयत्नांमध्ये यश आले. केवळ राजाश्रयामुळे बीट-साखरेच्या धंद्याचा फ्रान्समध्ये चांगलाच जम बसला. इतकेच नव्हे तर त्यामध्ये सतत सुधारणा व वाढ होत राहिली आहे. रशिया, जर्मनी, इंग्लंड वगैरे पुढारलेल्या देशांनी बीटची मोठ्या प्रमाणावर लागवड करून बीट-साखर ही 'स्वदेशी' साखर म्हणून तिला उचलून धरली. राजाश्रय व शास्त्रीय संशोधन ह्यांच्यामुळे बीटकंदांमध्ये पुष्कळ सुधारणा झाली आणि बीट-साखरेच्या उत्पादनामध्ये भरमसाठ वाढ झाली. युरोपमधील व इतर देशातील बीटकंदांच्या पिकाखाली असलेले क्षेत्र व बीटकंदांचे उत्पादन ह्यांची माहिती पुढील कोष्टकात दिलेली आहे. ही माहिती १९६८-६९ सालची आहे.

### कोष्टक क्र. ३.९

खंड/देश	क्षेत्र (दशलक्ष हेक्टर)	बीट उत्पादन (दशलक्ष टन)
युरोप .. .. .	३.००	११४.८
सोविएट रशिया .. .. .	३.५६	९४.३
संपूर्ण अमेरिका .. .. .	०.६५	२५.५
आशिया .. .. .	०.४०	११.०
जागतिक .. .. .	७.८७	२५१.२



ह्या सर्वांचा परिणाम असा झाला की बीट-साखर ही पुराण्या ऊस-साखरेला तुल्य-बल प्रतिस्पर्धी झाली. बीटकंदापासून साखर तयार करण्याचा नवीन धंदा युरपमध्ये सुरु केल्याचे किंवा मरणाच्या द्वारी असलेल्या धंद्याचे पुनरुज्जीवन केल्याचे श्रेय नेपोलिनन बादशहाला दिले पाहिजे. ह्या नवीन धंद्याची जवळजवळ १०० वर्षात केवढी वाढ झाली ह्याची यथार्थ कल्पना पुढील कोष्टकावरून येईल.

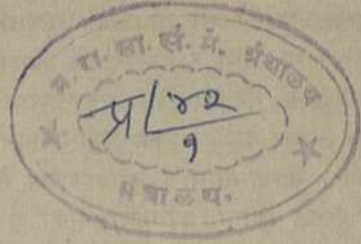
कोष्टक क्र. ३.१०

वर्ष	एकूण साखर दशलक्ष टन	बीट-साखरेचे शेकडा प्रमाण	वर्ष	एकूण साखर दशलक्ष टन	बीट-साखरेचे शेकडा प्रमाण
१८६०	१.७२	२१.०	१९३०	२७.८५	४२.०
१८७०	२.६०	३६.०	१९४०	३०.४९	३३.०
१८८०	३.७४	५०.०	१९५०	३३.५७	४२.०
१८९०	६.२७	५९.०	१९६०	५५.४४	४४.०
१९००	११.२५	५५.०	१९६५	६४.६५	४२.०
१९१०	१६.८२	५१.०	१९७३	७८.०९	४०.८
१९२०	१६.८३	२९.०			

१८८० साली दोन्ही प्रकारच्या साखरेचे उत्पादन ५०-५० टक्के एवढे झाले. १८९० साली तर बीट-साखरेची थोडी सरशीच झाली व सर्व उत्पादनापैकी ५९ टक्के भाग बीट-साखरेचा होता. परंतु १९१४-१५ सालानंतर सर्व युरपच महायुद्धामध्ये बुडून गेल्यामुळे सर्वच पारडे फिरले. बीट-साखरेची पैदास घटली व ऊस-साखरेची पैदास फार वाढली. युद्ध संपल्यानंतर बीट-साखर आपले पूर्वीचे स्थान काबीज करू पाहात होती. ऊस-साखर मात्र युद्ध काळामध्ये तिला मिळालेले अग्रस्थान चिकाटीने धरून बसण्याच्या व शक्य तर ते बळकट करण्याच्या खटपटीमध्ये होती. ह्या दोन साखरांमधील चढाओढ साखरेच्या धंद्याच्या प्रगतीच्या दृष्टीने फार उपकारक ठरली. पूर्वी उसामध्ये साखरेचे प्रमाण ५-७ टक्के होते. ते उसाच्या नवीन जातीच्या संशोधनामुळे १५-१६ टक्क्यांपर्यंत वाढले आहे. बीटकंदामध्ये सुद्धा नवीन संशोधनामुळे साखरेचे प्रमाण ५ टक्क्यांवरून १८ टक्क्यांपर्यंत चढले आहे. ऊस व बीट

ह्यामध्ये [साखरेचे प्रमाण बरेच वाढल्यामुळे जगातील साखरेचे उत्पादन पुष्कळ वाढले. १९२८-२९ साली साखरेची पैदास २।१ कोटी टनापेक्षा जास्त झाली. ह्या पैदाशीमध्ये ऊस-साखरेचा भाग जवळ जवळ तीन पंचमांश होता. दुसरे महायुद्ध सुरू होण्यापूर्वी साखरेची निर्मिती एवढी वाढली की साखरेचे उत्पादन वाढविण्याकरिता काय काय सुधारणा करता येतील हा प्रश्न राहिला नाही, तर निर्माण होणारी साखर कशी खपवायची हा प्रश्न निर्माण झाला होता. परंतु सध्या मात्र जगभर सगळीकडे साखरेची टंचाई व महागाई जाणवू लागली आहे.

\* \* \*



प्रकरण ४

## उसाचे संशोधन

**जु**न्या व पारंपारिक उसाच्या जातीची लागवड करून भारतामध्ये व इतरत्र उसाचे व पर्यायाने गुळाचे किंवा साखरेचे उत्पादन पूर्वी करण्यात येत असे. भारतामध्ये त्या वेळच्या निरनिराळ्या प्रांतामध्ये जवळजवळ १०० उसाच्या जाती रूढ होत्या. पूर्वी जगभर उसाच्या निरनिराळ्या जाती ह्या स्थानिक हवामान, व पाऊसपाणी ह्यामधील फेरबदल ह्यांना तोंड देऊन वाढणाऱ्या अशा होत्या. परंतु दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन व रसातील साखरेचे शेकडा प्रमाण ही फरक कमी होती. ह्यामध्ये पूर्वी मूलगामी सुधारणा करण्याच्या दृष्टीने फारच थोडे प्रयत्न झाले, हे साहायिकच आहे. गेल्या शतकाच्या मध्यापर्यंत कृषिशास्त्र व वनस्पतीशास्त्र ह्यांमधील संशोधनाची प्रगति विशेष झाली नव्हती हे त्याचे प्रमुख कारण होय.

युरपमध्ये औद्योगिक क्रांती झाल्यानंतर नवीन नवीन कार्यक्षम यंत्रे आली. त्यांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होऊ लागला. साखरेच्या निर्मितीतंत्रावर त्याचा प्रभाव पडणे स्वाभाविक होते. साखरेच्या निर्मितीमध्ये लागणारे यांत्रिक चरक, निर्वात कढ्या, बहुपद ब्राय्पक, किंवा मल्टिपल इफेक्ट एव्हॅपोरेटर्स, अपकेंद्रिये किंवा सेंट्रिफ्यूगल यंत्र ह्या प्रचंड साधनांचा साखरेच्या वाढत्या मागणीमुळे मोठ्या प्रमाणावर वापर सुरू झाला. कारखान्यांची साखर निर्मितीची क्षमता वाढली. त्याचा परिणाम म्हणजे



उसाचे उत्पादन कमी पडू लागले. उत्पादन वाढविण्याची निकड तीव्रतेने जाणवू लागली. उत्पादन वाढविण्याचे दोनच मार्ग दिसत होते. जास्त जमिनीमध्ये उसाची लागवड करणे किंवा दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन वाढविणाऱ्या व जास्त रस देणाऱ्या म्हणजे जास्त साखर देणाऱ्या ऊस जाती शोधून काढणे. पहिल्या पर्यायावर फारच मर्यादा पडतात. शेतजमिनीमध्ये अन्नधान्याच्या ऐवजी विशिष्ट मर्यादेपलिकडे उसाला प्राधान्य देणे पुष्कळ देशांना परवडणार नाही. दुसरा पर्याय मात्र कृषिशास्त्र व वनस्पतीशास्त्र ह्यांना एक आव्हानच होते. ह्या दोन विज्ञान शाखांमध्ये मूलभूत प्रगती झाल्यानंतरच उसाविषयी नवीन संशोधन करणाऱ्या संस्थांची स्थापना करणे शक्य झाले.

पूर्वापार रूढ असलेल्या ऊस जाती मुख्यतः निसर्गामध्येच तयार झालेल्या अशा होत्या. त्यांचीच लागवड चालू ठेवल्याने उसाच्या उत्पादनात वाढ न होता घट होण्याची शक्यता जास्त. परंतु दोन विभिन्न जातीचे ऊस घेऊन त्यांच्या बिजाचा संकर करून नवीन जातीचे बियाणे मिळविणे शक्य असते. संकरित जातीच्या बियाण्यांमध्ये कोणते गुणधर्म असतील? कदाचित दोन भिन्न जातीतील गुण एकत्र येतील व त्यांच्यातील दोषांचा छेद जाईल व उत्तम गुणांचा ऊस तयार होईल. ह्याच बरोबर उसाच्या दोन्ही जातींमधील दोषांची बेरीज होऊन गुणांचा लोप होईल, आणि निकृष्ट ऊस तयार होण्याची शक्यता असते. ह्या दोन अंतिम मर्यादांमध्ये दोन्ही उसातील गुण व दोष ह्यांचे प्रमाण कमी जास्त असलेल्या किती तरी संकर जाती संभाव्य आहेत. ह्यापैकी तरतमचा नियम वापरून जास्तीत जास्त गुण व कमीत कमी दोष असलेल्या ऊस जाती प्राथमिक प्रयोग करून निवडल्या जातात.

ह्या दृष्टीने नवीन ऊस जातीची निवड करणाऱ्या संशोधन संस्था साधारणतः १८८० सालानंतर निघाल्या. अर्थातच प्रारंभ झाला तो शास्त्रीय दृष्ट्या पुढारलेल्या देशांकडून. ह्यापैकी काही संशोधन संस्थांचा स्थापन काल व त्यांचे देश पुढे दिल्या-प्रमाणे आहेत. १८८५ मध्ये लुइसाना; १८८६ जावा; १८८७; बार्बडॉस १८९३ मॉरिशस; १८९५ हवाई; १८९७ ब्रिटिश वेस्ट इंडिज; १९०० ऑस्ट्रेलिया; १९१२ भारत (कोइमतूर); १९२५ दक्षिण आफ्रिका. ह्यानंतरही नवीन संशोधन संस्था निघाल्या आहेत. उसाच्या बाबतीत ह्या संशोधनाचा फायदा स्पष्टपणे दिसू लागला. नवीन नवीन जातीच्या उसाची लागवड करून दर हेक्टरी साखरेचे उत्पादन वाढले. ऊस बागायतदाराना भरपूर फायदा मिळू लागला. साखरेचा उत्पादन खर्च कमी येऊ लागला. हवाई बेटातील ऊस-संशोधन संस्थेच्या यशस्वी प्रयोगातून १९२० ते १९५० ह्या कालखंडामध्ये साखरेचे उत्पादन दर हेक्टरी २६ टन एवढे मिळू लागले. जावा येथे तयार झालेल्या एका जातीमुळे (POJ 2878) जगातील उसाच्या व्यवसायाला

चांगलेच वरदान मिळाले. ही जात 'मोझेइक' (mossaic) नावाच्या आणि ऊस बागायतदारांना शाप ठरलेल्या रोगाचा प्रतिकार करणारी आहे. जावा येथील संशोधन संस्थेचा ४० वर्षांतील संशोधनाचा खर्च POJ 2878 जातीची लागवड करून मिळालेल्या एका वर्षाच्या जादा उत्पन्नाने भरून निघाला. एवढ्या फायद्याची ही जात आहे.

### एक युगप्रवर्तक संस्था :

भारतामध्ये ऊस संशोधनाला १९१२ साली मुक्वात झाली. कोइमतूर (तामिळनाडू) येथे ऊस जाती निर्माण करणारी संशोधन संस्था ( Sugar Cane Breeding Station) निघाली. गेली ६५ वर्षे ह्या संस्थेने सातत्याने संशोधन कार्य चालविले आहे. भारतीय साखर उद्योगामध्ये तेथील संशोधनाने एक नवीन युग सुरू झाले. एवढे त्या कार्याचे महत्त्व आहे. भारतामध्ये कोइमतूर हे स्थळ निवडण्याचे कारण म्हणजे येथील हवामानामध्ये उसाचे पुष्पण चांगले होते व उसाच्या बियाण्याची जोमदार वाढ होते. तेथे तयार झालेल्या उपयुक्त ऊसजाती Co ह्या दोन आद्याक्षरांनी संबोधण्यात येतात. ह्या अक्षरांपुढे असलेली संख्या उदाहरणार्थ Co 419 ही प्रयोगाचा क्रमांक दाखविते.

कोइमतूर येथील संशोधित जाती भारतामध्ये बिहार राज्याखेरीज सर्वत्र चांगल्या रूढ झाल्या आहेत. एवढेच नव्हे तर भारताबाहेरही २६ अन्य देशांमध्ये कोइमतूर जातींना मोठी मागणी आहे. भारतामध्ये निरनिराळ्या ठिकाणी व बाहेरील इतर देशांमध्ये हवामानातील तफावत पुष्कळ असूनसुद्धा प्रत्येक ठिकाणी योग्य अशा ऊस-जाती कोइमतूरला पुरविता येणे शक्य झाले ह्याचे कारण म्हणजे त्या संस्थेचे संकरणाचे तंत्र. संकरणासाठी ह्या संस्थेमध्ये शक्य तेवढ्या विभिन्न अशा ऊस जाती म्हणजे सरस ऊस जात व गावठी ऊस जात ह्यांची निवड करण्यात येते. अशा प्रकारच्या संकरामध्ये गुण संपन्नता व गुण विविधता भरपूर असते, असा शास्त्रज्ञांचा अनुभव आहे.

लागवडीसाठी संशोधित उसाच्या जातींची निवड करताना पुढील कसोट्यांचा सामान्यपणे विचार केला जातो.

- (१) साखरेचा जास्त उतारा देणारी;
- (२) गळिताच्या हंगामामध्ये लवकर तयार होणारी किंवा उशिरा तयार होणारी;
- (३) बऱ्याच रोगजंतूंचा व कीटकाचा प्रतिकार करण्याची क्षमता असणारी;
- (४) दुष्काळामध्ये किंवा हिम पडले तरी टिकून राहाणारी व त्याचप्रमाणे पुरामध्ये व पाणी साठून राहाणाऱ्या म्हणजे निचरा न होणाऱ्या जमिनीमध्ये टिकून राहाणारी;
- (५) ऊस पक्व झाल्यानंतर उसाची पक्वता बरेच दिवस टिकणारी;



हे सर्व गुण एकाच ऊस जातीमध्ये सापडतील असे नाही. पुष्कळ वेळा तसे ते नसतात. त्यामुळे कोणत्या गुणाला किंवा गुण समुच्चयाला प्राधान्य द्यावयाचे हे ऊस गळिताच्या संयोजनाच्या दृष्टीने आणि स्थानिक परिस्थितीप्रमाणे ठरविता येते. स्थानिक परिस्थिती पुढील कारणामुळे निरनिराळी असू शकते :

- (१) हवामानातील व तपमानातील तफावत ;
- (२) पर्जन्यातील कमीजास्तपणा व अवर्षण, महापूर वगैरे नैसर्गिक आपत्ती ;
- (३) जमिनीचे स्वरूप व तिचा कस.

ह्या बाबतीत निरनिराळ्या देशांमध्ये किंवा एकाच देशामध्ये निरनिराळ्या ठिकाणी उपयुक्त ठरलेली जात इतरत्र तशीच उपयोगी पडत नाही. म्हणून तर गळिताच्या संयोजनाच्या दृष्टीने व स्थानिक परिस्थितीनुरूप इष्टतम गुण असलेल्या गुणजातीची निवड करावी लागते. एकच ऊस जात सर्वत्र का उपयुक्त ठरत नाही हे ह्यावरून ध्यानात येईल.

### ऊस संशोधनाची कार्यपद्धती :

कोइमतूर येथील संस्थमध्ये चाललेल्या ऊस-जातीच्या संशोधन कार्यावरून इतर देशात संशोधन करणाऱ्या संस्था कोणत्या पद्धतीने कार्य करतात ह्याची बरीचशी कल्पना येईल. कोइमतूर येथील संस्था ऊस-संशोधनाच्या दृष्टीने दोन उपक्रमांचा अवलंब करते. प्रथमतः उसाच्या विभिन्न जातींचा संकर करून मिळणाऱ्या संकरित ब्रियाण्याची लागवड करतात. तयार झालेल्या उसाची ३-४ वर्षे लागवड करून, त्याच्या गुणावगुणाचे निरीक्षण करतात. त्यामधील चांगल्या १०-१२ जातींची निवड करून, त्या जाती निरनिराळ्या राज्यांमध्ये आणखी चांचणी घेण्यासाठी उपकेंद्राकड पाठवितात. प्रत्येक राज्यामध्ये हवामान, पाऊसपानी, जमिनीचा प्रकार व कस ही कमी जास्त प्रमाणात अनुकूल किंवा प्रतिकूल असल्यामुळे तेथील परिस्थितीमध्ये उसाची कोणती जात प्रभावी किंवा फायदेशीर होईल ह्याची चांचणी घेण्यात येते. कोइमतूर येथून आलेल्या जातीची उपकेंद्राच्या प्रायोगिक क्षेत्रामध्ये लागवड करतात. तयार झालेल्या उसाना निरनिराळ्या कसोट्या लावून जास्तीत जास्त गुण व कमीत कमी दोष असणाऱ्या जातींची शोधाची निवड केली जाते. ह्याला ६-७ वर्षे लागतात. काही बाबतीत जास्तही कालावधी लागतो. ह्या सर्व कसोट्यातून पार पडलेल्या जाती Co (कोइमतूरची आद्य अक्षरे) ऊस जाती म्हणून ओळखल्या जातात. अशा तऱ्हेने संकरण प्रयोगापासून शोधाची बागायतदाराला लागवडीसाठी उपयुक्त अशी उसाची जात निश्चित होईपर्यंत साधारण-



पणे १०/१२ वर्षे तरी लागतात. इतर संकरित अन्नधान्यापेक्षा हा काल बराच जास्त आहे. ह्याचे प्रमुख कारण म्हणजे उसाचे पौक तयार व्हावयाला एक वर्ष ते दीड वर्षे एवढा काळ लागतो.

कोइमतूर संस्थेचा दुसरा उपक्रम म्हणजे विविध संकरित जातीच्या उसाचे बियाणे निरनिरळ्या राज्यातील ऊस संशोधनाच्या उपकेंद्र संस्थांना पुरविण्यात येते. ह्या बियाण्याचा प्रायोगिक क्षेत्रामध्ये उपयोग करून; स्थानिक हवामान व इतर परिस्थिती ह्यांचा विचार करून कोणती ऊस जात चालू असलेल्या ऊस जातीच्या तुलनेने जास्त उपयुक्त व सरस ठरते हे पाहण्यात येते. विविध चाचण्या घेऊन नंतरच अंतिम निवड केली जाते. उसाच्या अशा जाती जोड नावाने ओळखल्या जातात. उदाहरणार्थ CoS (कोइमतूर-शहजहानपूर); CoJ (कोइमतूर-जालंदर). ह्या दुसऱ्या उपक्रमाचा फायदा म्हणजे ऊस जातीची अंतिम निवड करण्यास थोडा कमी काळ लागतो.

राज्य पातळीवरील संशोधन उपकेंद्रे, विविध चाचण्या घेऊन शेवटी योग्य ठरलेल्या ऊस-जातींची बागायतदारांना शिफारस करतात. स्थानिक परिस्थितीनुरूप व गळिताच्या संयोजनाच्या दृष्टीने एका पेक्षा जास्त जातींचा पुरस्कार केला जातो.

कोइमतूरच्या प्रमुख ऊस जाती व त्यांनी व्यापलेल्या ऊस क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण ह्या विषयी काही राज्यांची आकडेवारी पुढील कोष्टकात दिलेली आहे. हे आकडे १९६५-६६ सालचे आहेत.

### कोष्टक क्र. ४.१

राज्य	ऊस जात	ऊस क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण	राज्य	ऊस जात	ऊस क्षेत्राचे शेकडा प्रमाण %
उत्तर प्रदेश	Co ३१२	२०.६८	तामिळनाडू	Co ४१९	७८.२९
पंजाब - हरियाना	Co ३१२	३०.४६	"	Co ४४९	१०.०५
"	Co ४५३	८.५३	मध्य प्रदेश	Co ३१२	२८.००
महाराष्ट्र	Co ७४०	५९.७४	"	Co ४१९	२८.००
"	Co ४१९	३७.००	गुजरात	Co ४१९	६४.७०
आंध्र प्रदेश	Co ४१९	६२.९२			
"	Co ५२७	१४.२८			

लागवडीसाठी योग्य ठरलेल्या कोइमतूरच्या काही ऊस जातींना त्यांच्या विशिष्ट गुणामुळे बागायतदाराकडून मागणी असते. उदाहरणार्थ Co 1148, Co 997, Co 312,

Co 5510 ह्या जाती अवर्षणातही टिकून राहातात. तर Co 1148, Co 312 ह्या ऊस जाती अवर्षण व त्याचप्रमाणे हिमवर्षाव सहन करू शकतात. Co 785 ही जात पुरामध्ये टिकाव धरते आणि Co 1157 ही जात निचरा नसलेल्या जमिनीतही वाढू शकते. Co 740, Co 853 वगैरे जातीमध्ये ऊस तयार झाल्यावर त्यामधील साखरेचे प्रमाण दीर्घकाल कमी न होता कायम राहाते.

महाराष्ट्रामध्ये खरे म्हणजे जुन्या मुंबई इलाख्यामध्ये मुख्य संशोधन उपकेंद्र 'ऊस संशोधन केंद्र पाडेगाव (जि. पुणे), हे आहे. ह्या केंद्राची स्थापना १९३३ साली झाली. कोडमतूर येथून आलेल्या जातींपैकी विविध कसोट्यांना उतरलेल्या जातींचा महाराष्ट्रामध्ये पुरस्कार करण्याचे कार्य ही संस्था गेली ४३ वर्षे सातत्याने करित आहे. महाराष्ट्रातील इतर विभागीय केंद्रे म्हणजे कोल्हापूर, अकलुज, देवलाही, लखमापूर, कोपरगांव ही आहेत.

१९३६ साली Co 419 ह्या जातीचा महाराष्ट्रामध्ये पुरस्कार करण्यात आला. थोड्याच दिवसात जुन्या पुंड्या व अन्य जाती मागे पडल्या, आणि Co 419 ही जात बागायतदारांच्या पसंतीस उतरली. त्यानंतर महाराष्ट्र राज्यासाठी उसाच्या नवीन नवीन सुधारलेल्या जाती निवडण्याचे कार्य सतत चालूच असते. उसाचे अधिक उत्पादन, साखरेचा अधिक उतारा, गुळाची प्रत, रोग व कीड प्रतिकार क्षमता ह्या गुणांमुळे Co 419 पेक्षा वरचढ जाती निवडण्याच्या प्रयत्नांमधून १९५४ साली Co 678 व १९५६ साली Co 740; Co 775 व Co 798 ह्या जातींचा पुरस्कार करण्यात आला. ह्या जातींची माहिती विस्ताराने पुढे दिलेली आहे.

Co 419 : ही जात लवकर पक्व होते. त्यामुळे ऊस गळिताचा हंगाम लवकर सुरू करण्यास ही जात उपयोगी पडते. निरनिराळ्या प्रकारच्या जमिनीमध्ये व हवामानामध्ये ही जात वाढू शकते. पाण्याचा थोडाफार ताण ह्या जातीला सहन होतो. विदर्भ व मराठवाडा ह्या ठिकाणी हीच जात प्रमुख आहे. ह्यापासून तयार होणाऱ्या गुळाची प्रत चांगली असते. ह्या जातीचे हेक्टरी उत्पादन साधारण १३२ मेट्रिक टन व साखरेचे उत्पादन १८.८ मेट्रिक टन येते.

Co 678 : ही ऊस जात लोळणारी आहे. त्यामध्ये पक्वता अल्पकाळच टिकते. त्यामुळे ऊस पक्व झाल्यावर त्याची लगेच तोडणी करावी लागते. ह्या जातीच्या खोडव्याचे उत्पन्न बरे असते. हलक्या व खान्या जमिनीसाठी ह्या जातीची शिफारस करण्यात येते. ह्या जातीच्या उसाचे हेक्टरी उत्पादन १४९ मे. टन व साखरेचे उत्पादन २१.८ मे. टन येते.



Co 740 : ह्या जातीच्या पूर्ण वाढीला अधिक काळ लागतो. पक्वता त्यामुळे उशिरा येते खरी परंतु ती २-३ महिने टिकून राहाते. गळित हंगामाच्या उत्तरार्धात साखर किंवा गुळ तयार करण्यास ही जात फार उपयोगी पडते. ह्या जातीमध्ये रोग व कीड प्रतिकार क्षमता कमी आहे. शिवाय ह्या जातीला उन्हाळघातील पाण्याचा ताण दीर्घ-काळ सहन करता येत नाही. परंतु पाण्याची सोय करता आल्यास ही जात चांगले उत्पादन देते. महाराष्ट्र राज्यातील विशेषतः कालव्याखालील ऊस क्षेत्रामधील जवळ जवळ ९० टक्के क्षेत्र ह्या जातीने व्यापले आहे. दर हेक्टरी या जातीच्या उसाचे उत्पादन १७६ मे. टन आणि साखरेचे उत्पादन २५.८ मे. टन एवढे येते.

Co 798 : या जातीच्या उसापासून काढण्यात येणारा गुळ चांगल्या प्रतीचा असतो. या ऊस-जातीमध्ये काणी व वेणी या रोगांचा प्रतिकार करण्याची क्षमता आहे. दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन १६१ मे. टन आणि साखरेचे उत्पादन २१ मे. टन येते.

Co 775 : या ऊस जातीला विशेष प्रसिद्धी मिळाली ती त्यापासून निघणाऱ्या गुळाच्या उत्तम दर्जामुळे. ही जात सुरू किंवा पूर्व हंगामी लावणीस जास्त सोईची असते. तांबेरा व वेणी ह्या रोगांना प्रतिकार करणारी अशी ही जात आहे. Co 740 ऊस जातीशी तुलना करता ही जात लवकर पक्व होते. साखरेचे प्रमाण ऊस जातीमध्ये जास्त असले तरी दर हेक्टरी उसाचे उत्पन्न मात्र कमी असते. ह्या जातीच्या उसाचे उत्पादन दर हेक्टरी १५२ मे. टन आणि साखरेचे उत्पादन २२.७ मे. टन येते.

Co 853 : या ऊस जातीमध्ये खोडव्याचे उत्पादन बरे येते. ह्या जातीला तुरे लवकर येतात. परंतु ऊस मात्र थोडा उशिरा पक्व होतो. दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन १६२ मे. टन होते आणि साखरेचे उत्पादन २१.४ मे. टन एवढे मिळते.

ह्या शिवाय मोठ्या अपेक्षा निर्माण करणाऱ्या अशा काही ऊस जाती सध्या प्रगत प्रयोगावस्थेमध्ये आहेत.

\* \* \*





## साखरेचे उत्पादन तंत्र

### उसापासून साखर

उसाच्या रसापासून पांढरी साखर, खांडसारी वगैरे स्फटिकी आणि गुळसारखे अस्फटिकी साखरप्रकार तयार करण्यात येतात. ह्यांपैकी पांढरी साखर जगामध्ये सर्वत्र रूढ आहे. ही साखर सर्व इतर प्रकारांपेक्षा शुद्ध असून त्यामध्ये ९९.७ टक्के सुक्रोज म्हणजेच शर्करा असते. जगामध्ये उसापासून दोन प्रकारची साखर तयार करण्यात येते. त्यापैकी एक प्रकार म्हणजे पिंगट रंगाची कच्ची साखर. कच्ची साखर प्रत्यक्ष खाण्यामध्ये वापरत नाहीत. ऊस पिकविणाऱ्या देशातून बहुधा अशी साखर तिचे शुद्धीकरण करून मग वापरणाऱ्या अशा देशांना निर्यात केली जाते. शुद्धीकरण कारखान्यांमध्ये स्वच्छ पांढरी साखर तयार करूनच ती बाजारात विक्रीसाठी ठेवतात. त्या उलट काही साखरकारखाने, विशेषतः भारतातील साखर कारखाने, मधला कच्च्या साखरेचा टप्पा गाळून सरळ उत्तम शुद्ध पांढरी साखर तयार करतात.

कच्ची साखर कशी तयार करतात ते पाहू. साखर उत्पादनामध्ये पुढील टप्पे महत्त्वाचे आहेत :

- (१) उसाचा रस काढणे;
- (२) रस तापवून त्यातील मळी काढणे;

- (३) रस शिजवून त्याचा पाक करणे;
- (४) रसाच्या पाकाचे स्फटिकीकरण करणे;
- (५) स्फटिक व मोलॅसिस वेगळे करणे;
- (६) स्फटिकांचे शुद्धीकरण करणे.

घेतातून कापून आणलेल्या पक्व उसापासून चरकामध्ये रस काढतात. उसामधून जास्तीत जास्त रस निघावा म्हणून ऊस पुनःपुन्हा निरनिराळ्या चरकांमधून पिळला जातो. ह्यासाठी चरकातील दोन लाटीमधील अंतर क्रमशः कमी कमी करण्यात येते. पहिल्या चरकामधून साधारणतः ५० टक्के रस बाहेर पडतो. त्यानंतर चरकामध्येच ऊस चिरला जातो व उसाच्या आतील रस पेशीयुक्त तंतूंतून दोन लाटीमध्ये शक्य तेवढा पिळला जातो. पेशीतील रस बाहेर पडल्यास अडचण येते ती उसातील तंतूंमुळे तंतूंचे म्हणजेच चिपाडांचे प्रमाण जास्त असल्यास, अशा उसातील रस कमी प्रमाणात बाहेर पडतो. चरकातून बाहेर पडणाऱ्या चिपाडांवर शेवटी पाणी मारून त्यातील रसाचा उरलेला अवशेष पण बऱ्याच प्रमाणात पिळून काढतात. अशा तऱ्हेने यांत्रिक चरकातून उसातील जवळ जवळ ९३-९४ टक्के रस निघतो. चिपाडांमध्ये फार थोडा साखरेचा अंश शिल्लक राहातो. ह्या चिपाडांचा विनियोग कसा करतात हे पुढे येईलच. अशा रीतिने तयार झालेला रस चांगला गाळून घेतात.

गाळलेला रस नंतर ६०° ते ७०° से. पर्यंत तापविला जातो. उसाचा रस आम्ल-धर्मी असल्याने रसातील शर्करेचे पर्यस्तन (inversion) होऊन शर्करा उत्पादन घटते. म्हणून ही नैसर्गिक आम्लता चुन्याची निवळी घालून आम्लताशून्यापर्यंत (pH=7) आणतात. चुन्याची निवळी आल्कधर्मी असल्याने रसातील आम्लाचे ती उदासीनीकरण (neutralisation) करते. त्याचप्रमाणे सर्व रसातून सल्फर-डायॉक्साइड वायू सोडल्याने रसाचे शुद्धीकरण होते व जादा चुन्याच्या निवळीचे उदासीनीकरण होते.

हा रस पुढे कढईसारख्या भांड्यामध्ये १००° से. पर्यंत तापवितात. ह्या तपमानाला रसातील बहुतेक अपद्रव्ये एकत्र साकलून त्यांचा सांका बनतो व तो वेगळा करून किंवा गाळून रस स्वच्छ करतात. सांकावर चांगला दाब दिल्यानंतर त्यात अडकून बसलेला रस मोकळा होतो. प्रेसमंड किंवा गाळ मागे शिल्लक राहातो. त्याचे उपयोग पुढे दिलेले आहेत.

स्वच्छ रस पुढे बहुपद वाष्पकामध्ये (multiple effect evaporators) सोडतात. तेथे तो थोडा जास्त घन (३०Bc) होऊ देतात. रसाचा हा पातळ पाक त्यानंतर निर्वात कढईमध्ये उकळण्यासाठी सोडतात. तेथे रस उकळत राहिल्याने



रसाचा जाड पाक तयार होत जातो. त्यामध्ये साखरेचे स्फटिक तयार होऊ लागतात. निर्वात कढईमध्ये रस बऱ्याच कमी तपमानाला उकळतो म्हणून तो तपमानामुळे येणारे दोष टळतात. रसातील साखरेचे पर्यस्तन होत नाही व रस करपून काळा पडत नाही. निर्वात कढईमध्ये तयार झालेले स्फटिक सेंट्रिफ्यूज किंवा अपकेंद्रित ह्यामधून वेगळे करून उरलेला पाक पुन्हा निर्वातावस्थेमध्ये उकळू देतात. पुन्हा एकदा स्फटिक वेगळे करतात. ह्या दोन्ही टप्प्यातील स्फटिक एकत्र मिसळून ती कच्ची साखर म्हणून साखर शुद्धीकरण कारखान्यांना विकतात. दोन वेळा स्फटिक काढून घेतल्यावर उरलेला पाक पुन्हा निर्वात कढईमध्ये उकळू देऊन तो तसाच सावकाशपणे स्फटिक होण्यासाठी ठेवून देतात. यथाक्रम त्यातील स्फटिक वेगळे होतात. ते सेंट्रिफ्यूज यंत्रामध्ये वेगळे करतात. हे स्फटिक पहिल्या दोन टप्प्यामध्ये स्फटिक केंद्रक (seeds) म्हणून वापरतात. शक्य तेवढी साखर काढून घेतल्यावर उर्वरित द्रावण मोलॅसिस म्हणून काढून टाकण्यात येते. मोलॅसिसचे उपयोग पुढे देण्यात आले आहेत. कच्ची साखर तयार करणारे कारखाने उसाच्या हंगामावर अवलंबून असल्याने साहाजिकच हे कारखाने ५-६ महिने चालतात.

### साखरेचे शुद्धीकरण :

कच्च्या साखरेचे शुद्धीकरण स्वतंत्र कारखान्यामध्ये करतात. कच्च्या साखरेचा पुरवठा सतत होणे शक्य असल्याने शुद्धीकरण कारखाने वर्षभर चालू राहू शकतात. ह्या कारखान्यांमध्ये प्रथमतः कच्च्या साखरेवर पाणी मारून ती सेंट्रिफ्यूज मध्ये घातल्यावर साखरेच्या कणांना चिकटलेले मोलॅसिस चाळणीतून बाहेर पडते व साखर बरीच स्वच्छ होते. थोड्या गरम पाण्यामध्ये ही साखर विरघळवतात व त्याच्या द्रावणामध्ये चुन्याची निवळी, फॉस्फोरिक आम्ल व किसल गुन्ह ही योग्य प्रमाणात मिसळून द्रावणाचे आम्लत्व (pH=7) शून्य करतात. द्रावणाचे तपमान ९८° से. येईपर्यंत तापवून मग ते गाळतात. गाळल्यामुळे चमकदार झालेले द्रावण मग क्रियाशील कोळशामधून गाळून घेतात. काही रंग शिल्लक राहिला असल्यास तो ह्या क्रियेमध्ये निवून जातो. रस पाण्यामध्ये चांगला स्वच्छ व पारदर्शक बनतो. पुढे हे द्रावण ब्रह्मपद बाष्पकामध्ये तापवून रस दाट करतात व निर्वात काहिलीमध्ये उकळतात. नंतर सेंट्रिफ्यूज यंत्राच्या साहाय्याने शुभ्र पांढरी कणीदार साखर वेगळी काढतात. उरलेल्या पाकातून वरीलप्रमाणे पुनःपुन्हा करून प्रत्येक वेळी शुभ्र पांढरी साखर मिळविता येते. ही साखर मग चांगली टिकाऊ असते. अशा तऱ्हेने ४-५ वेळा उकळल्यानंतर पुढे शेष पाकातून शुभ्र पांढरी साखर मिळत नाही. त्यानंतर शेष द्रव आटवून त्याची फिकट रंगाची 'मऊ' साखर बनवितात. ह्या साखरेला तिच्या विशिष्ट

स्वादामुळे विलायती मिठाई बनविण्यासाठी मागणी असते. शेष द्रवाचा दुसरा उपयोग म्हणजे त्यातील शर्करेचे पर्यस्तन करून पिवळ्या रंगाचा 'गोल्डन सिरप' नावाचा मधुर पाक तयार करून विकतात.

### साखर कारखान्यातील शुभ्र साखर :

भारत, जावा, क्युबा वगैरे देशांमध्ये काही कारखाने सरळ शुभ्र पांढरी साखर तयार करतात. ह्या त्यांच्या निर्मिती तंत्रामध्ये रस जास्त शुद्ध, रंगहीन बनविण्याच्या बाबतीत दक्षता घेण्यात येते. ह्या तंत्रामध्ये उसाचा रस काढणे, गाळणे, ह्या पद्धती पूर्वी दिल्याप्रमाणेच असतात. परंतु रसाचे शुद्धीकरण करण्यावर भर देण्यात येतो. रसातील अपद्रवांमध्ये आल्ब्युमिनाइडस्, पेक्टिन, कार्बनी आम्ले व रंग असणारी द्रव्ये ही मुख्य असतात. अपद्रव्ये काढून टाकण्यासाठी नुसती चुन्याची निवळी अपुरी पडते. अपद्रव्यांपैकी चिकट पदार्थ, कोलॉयडलद्रव्ये व रंगद्रव्ये काढून टाकण्यासाठी हिशोबापेक्षा जास्त चुन्याची निवळी घालावी लागते. परंतु ही जादा चुन्याची निवळी रसातील ग्लुकोज बरोबर संयोग पावते. तयार झालेला संयुग जास्त तपमानाला अपघटन पावून रंग असलेली नवीन कार्बनी आम्ले तयार होतात. त्यामुळे चुन्याच्या जादा भागाचे उदासीनीकरण करण्यासाठी सल्फर डायॉक्साइड किंवा कार्बन डायॉक्साइड वापरतात. ह्यापैकी सल्फर डायॉक्साइड वापरणे सोईचे असते. सल्फर डायॉक्साइड वापरायचा तर चुन्याचे प्रमाण दर टन उसाला अर्धा ते एक किलो एवढे ठेवतात. परंतु कार्बनडायॉक्साइड वापरायचा तर हेच प्रमाण दर टन उसाला ५ ते ७ किलो चुना एवढे ठेवता येते. किसल गुन्ह किंवा क्रियाशील कार्बन (कोळसा) वापरून रंग गाळून घेतल्यास रसामध्ये काही रंग असल्यास तो निघून जातो. रस तापविण्यासाठी वापरावयाची भांडी, त्यामध्ये बराच सांखा जमत असल्याने दररोज बदलावी लागतात. शिवाय रसातील मळी खाली बसण्यासाठी मोठ्या टाक्यांमध्ये रस पुष्कळ वेळ ठेवावा लागतो. त्यानंतर गाळ खाली बसतो व स्वच्छ रस वर राहातो. शुद्ध रसाचे वाष्पन, निर्वात कढईमध्ये उत्कलन व सेंट्रिफ्यूज यंत्रातून स्फटिक गाळून घेणे ही सारी तंत्रे पूर्वी दिल्याप्रमाणेच असतात. सेंट्रिफ्यूज यंत्राच्या चाळणीतून साखर वेगळी झाल्यानंतर त्यावर पाण्याचा फवारा मारून साखरेच्या स्फटिकांना चिकटलेले मोलॅसिस चाळणीतून निघून गेल्यावर उरलेले साखरेचे स्फटिक पांढरे स्वच्छ असतात. भारतामध्ये तयार करण्यात येणाऱ्या शुद्ध साखरेचे स्फटिक आकाराने थोडे मोठे असतात. आकाराचा मोठेपणा दाखविण्यासाठी ह्या साखरेला केंव्हा केंव्हा 'साखऱ्या' असेही म्हणतात. अशा ह्या शुद्ध साखरेमध्ये ९९.७ टक्के सुक्रोज म्हणजेच शर्करा असते. साखरेच्या उत्पादनाचा विचार करता उसातील एकूण



साखरेपैकी ८० ते ८५ टक्के साखर स्फटिकरूपाने उपलब्ध होते. मग उरलेली १५ ते २० टक्के साखर जाते तरी कोठे? एवढी साखर उसाची बाडे, चिपाडे, गाळ किंवा मळी आणि मोलॅसिस ह्यांमध्ये असते.

चिपाडे व मोलॅसिस ह्यांमध्ये फुकट जाणारा साखरेचा काही अंश उपलब्ध करून घेता आल्यास एकूण साखरेचे उत्पादन वाढेल व वाया जाणाऱ्या एका मौल्यवान द्रव्याची पुनःप्राप्ति होईल. ह्याकामी दोन आधुनिक तंत्रांचा साखर उत्पादनाच्या दोन स्तरावर उपयोग करण्यात येतो. ह्यासाठी लागणारी यंत्रसामुग्री महाग असली तरी त्यापासून मिळणाऱ्या आर्थिक लाभामुळे ती मोठ्या कारखानदारांना परवडणारी अशी आहे. पहिले तंत्र आहे ते चिपाडांमध्ये फुकट जाणारा शर्करेचा अंश जास्तीत जास्त प्रमाणात उपलब्ध करून घेण्याचे. ह्या तंत्रासाठी वापरण्यात येणारे साधन म्हणजे 'विसरक' किंवा 'डिफ्युजर' (diffuser).

### विसरक किंवा डिफ्युजर :

तसे पाहिले तर हे तंत्र नवीन नाही. ह्या तंत्राचा उपयोग बीट-कंदापासून शर्करा वेगळी काढून घेण्यासाठी वापरण्यात येत असते. बीट-साखरेसाठी ह्या तंत्राचा कसा उपयोग करतात ह्या विषयी विस्तृत माहिती 'बीट-कंदापासून साखर' ह्या उप-शीर्षकाखाली पुढे देण्यात आलेली आहे. हेच तंत्र वापरून उसापासूनही साखर काढता येईल. तथापि सामान्यपणे पुष्कळ साखर-कारखानदार प्रथमतः २-३ चरकामधून ऊस गाळून घेतात व बराच रस बाहेर काढल्यावर उरलेल्या चिपाडांमध्ये सुद्धा काही साखर शिल्लक राहातेच. ती काढून घेण्यासाठी ही चिपाडे चिरून, त्यांचे लहान लहान तुकडे करतात. ह्या जोड पद्धतीला 'चरक-विसरक' पद्धती किंवा 'मिलिंग-डिफ्युजर' (milling-diffuser) पद्धती म्हणतात.

डिफ्युजन करणारी यंत्रे, म्हणजे डिफ्युजर, पूर्वी आयात करावी लागत. आता लॉसन-टोन्नो सारख्या यंत्रोत्पादक कंपनी त्यांची भारतामध्ये निर्मिती करतात. पृष्ठ ६४ समोरोल चित्र हे डी डी एस् डिफ्युजरचे आहे (चित्र क्र. १). ह्या यंत्राचा वापर केल्याने उसातील एकूण साखरेच्या ९७ टक्के पर्यंत भाग रसामध्ये येऊ शकतो. उत्तम चरक संच वापरून फक्त ९२-९३ टक्के एवढाच साखरेचा उतारा वाढतो व त्याच-बरोबर संचामध्ये कमी चरक पुरत असल्याने चरक चालविण्यासाठी होणारा खर्च थोड्या प्रमाणात वाचतो, अशी यंत्रोत्पादक कंपनी हमी देतात. ह्या चरक-विसरक पद्धतीचा अवलंब केल्यास उसापासून साखर उत्पादन ०.३ टक्क्यांनी वाढते. म्हणजेच २ लक्ष टन ऊस गाळणाऱ्या कारखान्याला ६००० पोती साखर जास्त मिळते. ह्या



तंत्राचा विशेष फायदा म्हणजे एकच तंत्र बीट-कंद-साखरेसाठी व तसेच ऊस-साखरे-साठी वापरता येते. ऊस व बीटकंद अशी दोन्ही पिके घेणाऱ्या राजस्थान व उत्तर प्रदेश अशा राज्यांमध्ये अशा ह्या दुहेरी साधनाला महत्त्व आहे.

### आयन एक्स्चेंज किंवा आयन विनिमय :

हे तंत्र आहे ते साखर उत्पादनाच्या दुसऱ्या एका स्तरासाठी. क्षारविरहित मोलॅसिस वनविष्याच्या कामी त्याचा उपयोग होतो. उसाचा स्वच्छ केलेला रस आटवून घट्ट करण्यापूर्वी त्यामधील क्षार द्रव्ये काढून टाकण्यात येतात. मोलॅसिस त्यामुळे क्षारविरहीत होतो. वाया जाणारा साखरेचा काही अंश ह्यामुळे वाचविता येतो. सामान्यपणे मोलॅसिस ही एक निरुपयोगी अडगळ मानली जाते. परंतु मोलॅसिस क्षार-विरहित केल्यास त्यापासून चांगला रुचकर खाण्यालायक गोड पाक मिळतो.

आयन एक्स्चेंज किंवा आयन विनिमय हे तंत्र तसे नवीन नाही. चित्र क्र. २ (पृष्ठ ६५ समोर) पाण्यामधील क्षार द्रव्ये काढून पाणी शुद्ध करण्याचे हे तंत्र, प्रयोगशाळांमध्ये किंवा औपघांच्या कारखान्यांमध्ये वापरतात. मोठ्या प्रमाणावर ह्याच तत्वाचा वापर उसाच्या रसातील क्षारद्रव्ये काढून टाकण्यासाठी पण करता येतो. नॅशनल शुगर इन्स्टिट्यूट, कानपूर, ह्या संस्थेने उसाच्या स्वच्छ केलेल्या रसातील क्षार द्रव्ये रसातून वेगळी करून काढण्याचे हे तंत्र प्रयोगांती प्रस्थापित केले आहे. ह्या तंत्राचा नुकताच आरंभ होत असला तरी त्याबद्दल मोठ्या अपेक्षा निर्माण झाल्या आहेत.

ह्या कामी वापरण्यात येणाऱ्या साधनासाठी आयन एक्स्चेंजर म्हणजे आयन विनिमयक किंवा आयनांची अदलाबदल करणारी रेझिने (राळसम द्रव्ये) लागतात. ह्या साधनांमध्ये रेझिनचे खडे भरलेले असतात. त्यामधून पाणी किंवा द्रावण सोडण्याची सोय असते. रेझिनच्या खड्यांचा पाण्याशी किंवा द्रावणाशी संबंध आला तरी ते खडे त्यामध्ये विरघळत नाहीत. आयनांची अदलाबदल करणारी रेझिने दोन प्रकारची असतात. एका प्रकारच्या रेझिनच्या खड्यांमध्ये असलेल्या हायड्रोजन आयनची ( $H^+$ ) जागा द्रावणातील क्षार द्रव्याचा धन आयन घेतो. अशा आयन एक्स्चेंजरला धन आयन एक्स्चेंजर किंवा धन आयन विनिमयक असे म्हणतात. दुसऱ्या प्रकारच्या रेझिनमध्ये क्षारद्रव्यातील ऋण आयन घेतला जातो व त्या ऐवजी हायड्रॉक्सिल ( $OH^-$ ) हा रेझिनमधील ऋण आयन मुक्त होतो. ह्यालाच ऋण आयन विनिमयक असे म्हणतात. खो-खो मध्ये एक खेळाडू भिडूला खो देऊन त्याच्याजागी बसतो व तेथून उठलेला भिडू धावायला मोकळा असतो. परंतु खेळाडूंची फळी तशीच राहाते. तसेच काहीसे रेझिन खड्यांच्या बाबतीत होते. वरील तऱ्हेने आयनांची अदलाबदल झाली तरी रेझिनचे बाह्य स्वरूप होते तसेच राहाते. अशा तऱ्हेने दोन्ही प्रका-

रच्या रेझिननी क्षारातील दोन्ही आयन अडकवून ठेवल्याने त्या जागी मुक्त झालेले हायड्रोजन व हायड्रॉक्सिल आयन एकत्र येऊन त्यांचे पाणी बनते. थोडक्यात द्रावण क्षारविरहित होते.

अशा तऱ्हेने वापरलेले रेझिन खडे कालांतराने निकामी होतात का? म्हणजे त्यांची ही अदलाबदल करण्याची क्षमता थांबते का? त्यांची कार्यक्षमता संपते हे खरे. परंतु ते वाया जात नाहीत. त्यांचे पुनरुज्जीवन करता येते. म्हणजे त्यांचे द्रावणातील क्षार काढून घेण्याचे सामर्थ्य पूर्ववत होते. हे कसे करावयाचे? निकामी झालेल्या घन आयन एक्स्चेंजर वरून आम्लाचे विरल द्रावण सोडले तर रेझिनमध्ये नवीन आलेला घन आयन मुक्त होतो व त्याची जागा हायड्रोजन आयन घेतो. मग आम्लामधील ऋण आयन व रेझिनवरील पोटॅशियम सोडियम किंवा कॅल्शियमसारखा घन आयन ह्यांचे मिश्रण क्षाररूपाने बाहेर पडते. म्हणजे पोटॅशियम वगैरे घन आयन असलेला मुक्त क्षार तयार होतो. अशा प्रकारे घन आयन एक्स्चेंजर रेझिनचे पुनरुज्जीवन होते. त्यानंतर ऋण आयन एक्स्चेंजर रेझिन वरून सोडियम हायड्रॉक्साइडचे विरल द्रावण सोडले तर रेझिनवरील क्षारातील क्लोराइड सल्फेटसारखा ऋण आयन मुक्त होतो व त्याची जागा हायड्रॉक्सिल आयन घेतो. पुन्हा हे सर्व खो-खोच्या खेळाप्रमाणे. अशा तऱ्हेने दुसऱ्या आयन एक्स्चेंजरचे पुनरुज्जीवन होते. पुनरुज्जीवित झालेली रेझिने पाण्याने धुतल्यावर पोटॅशियम वगैरेचे मुळचे क्षार बाहेर पडतात. हे क्षार जमविता येतात.

अशा तऱ्हेने क्षारमुक्त झालेल्या रसापासून साखर तयार करित असताना तयार होणारे मोलॅसिस क्षारविरहित झाल्याने, त्यामधील साखरेचा बराच भाग शर्करा-स्फटिकांच्या रूपामध्ये उपलब्ध होतो व साखरेचे एकूण उत्पादन वाढते. त्याच प्रमाणात मोलॅसिसचे उत्पादन कमी होते. मोलॅसिसमध्ये क्षार द्रव्ये नसल्याने व त्यामध्ये मुख्यतः ग्लुकोज वगैरे पर्यंत साखर प्रकार असल्याने, त्यापासून खाण्यालायक रुचकर पिवळसर पाक ( golden syrup ) बनतो. नेहमीच्या पद्धतीमध्ये मोलॅसिसमधून वाया जाणारी साखर वाचतेच व त्यापासून उपयुक्त पाक तयार होतो. ह्याशिवाय आणखी एक फायदा म्हणजे आयन एक्स्चेंजरचे पुनरुज्जीवन करित असताना निघणारे क्षार, विशेषतः पोटॅशियम क्षार, ह्यांचा खतांसाठी चांगला उपयोग होतो. हे खत आयात करावे लागत. असे हे आयन एक्स्चेंजरचे म्हणजे आयन विनिमयकारकाचे विविध फायदे आहेत.

### खडी साखर :

साखरेचा घन पाक गरम पाण्यामध्ये करून तो मातीच्या भांड्यांमध्ये सावकाश संवयणे म्हणजे न ढवळता थंड होऊ दिल्यास काही दिवसांनी पाकातून स्फटिक



वेगळे होतात व द्रावण न ढवळल्यामुळे त्यांचा आकार वाढतो. बऱ्याच मोठ्या आकाराचे स्फटिक म्हणजेच खडीसाखर. ह्या साखरेमध्ये काही प्रमाणात पर्यस्तन झाल्याने त्याची गोडी निराळी म्हणजे जास्त मधुर वाटते. खडी-साखर तयार करणे हा काही लोकांचा पारंपारिक घरगुती धंदा आहे. उत्तर हिंदुस्थानात या साखरेचे उत्पादन होते. ह्यालाच मिस्त्री किंवा मिश्री साखर असे म्हणतात. खडीसाखरेमध्ये काही औषधी गुण आहेत असे मानतात. आयुर्वेदिक औषधांमध्ये खडी साखरेचा उपयोग करतात.

### पिठी साखर :

साखरेचे स्फटिक दळून पिठी साखर तयार करतात. पिठी साखरेला पांढरा शुभ्र रंग येण्यासाठी त्यामध्ये थोडा निळा रंग घालतात. पिठी साखर मऊ व ओलसर असते. ओलसरपणा कायम टिकविण्यासाठी थोडे ग्लिसरिनसारखे एखादे द्रव वापरण्यात येते. ग्लिसरीनसारखी द्रव्ये थोडी आर्द्रता शोषून घेतात. पिठीसाखर त्यामुळे ओलसर राहाते. साखरेचे कण अगदी बारीक असल्याने ते जिभेवर लवकर विरघळतात. त्यामुळे ती साखर जास्त गोड आहे असे वाटते. परंतु त्याची गोडी स्फटिकयुक्त साखरेच्या गोडी एवढीच असते. जिभेवर किती साखर किती वेळात विरघळते, ह्यावरून आपल्याला साखर जास्त किंवा कमी गोड वाटते.

### बीट-कंदापासून साखर :

ऊस चरकात घालून रस काढतात. हे तंत्र बीट-कंदाच्या बाबतीत वापरीत नाहीत. बीट-साखर व ऊस-साखर तयार करण्याचे पुढील टप्पे तेच असले तरी हा प्राथमिक टप्पा मात्र निराळा असतो. बीट-कंदाचा रस काढण्यासाठी चरकाऐवजी 'विसरण' प्रक्रिया (diffusion process) वापरतात. बीट-कंद यांत्रिक सुरीने कापून पातळ काप किंवा चकत्या करतात. साधारणतः त्यांची लांबी ७ सें.मी., रुंदी २.५ सें.मी. व जाडी ३ मि.मी. असते. ह्या चकत्यामध्ये असणाऱ्या पेशीत इतर काही द्रव्यांबरोबर बरीच साखर व पाणीही असतात. पेशीचे बाहेरील पटल हे पाणी किंवा साखर ह्यांना 'पार्य' (permeable) असते. म्हणजे पेशीमधील इतर पदार्थ असतात ते पटलाच्या बाहेर पडू शकत नाहीत. ते पटलाच्या आत पेशीमध्ये आहेत तसेच सामान्यतः राहातात. त्यांना 'अपार्य' (impermeable) द्रव्ये म्हणतात. पेशीमधील मुख्यतः साखर व पाणी ह्यांचे मात्र पेशीच्या आत किंवा बाहेर परिस्थितीनुसार विसरण (diffusion) होते. आतील साखर त्यामुळे बाहेर येऊ शकते व तसेच बाहेरचे पाणी आत जाऊ शकते. पेशीच्या आत व बाहेर



ह्या विसरणक्रियेमुळे साखर व पाणी ह्यांचे परस्पर प्रमाण ह्यामध्ये अल्पावधीमध्ये समतोल साधला जातो. परंतु पेशीबाहेरील पाणी बदलले म्हणजे साखरयुक्त गोड पाणी काढून घेतले व त्याजागी नवीन ताजे पाणी सोडले तर प्रस्थापित झालेला पूर्वीचा समतोल जाऊन त्याजागी नवीन समतोल निर्माण होऊ लागतो. हे होत असताना पेशीमधील उरलेला साखरेचा काही अंश पुन्हा बाहेरच्या पाण्यामध्ये येऊ लागतो. पुन्हा नवीन समतोल प्रस्थापित होईपर्यंत हे विसरण चालू राहाते. पेशीतील साखरेचा अंश ह्यामुळे कमी होतो व तो पाण्यामध्ये येतो. पाणी बदलण्याचे कार्य पुनःपुन्हा करित राहिल्यास बीट-कंदाच्या पेशीतील साखर विसरणाने क्रमाक्रमाने पाण्यामध्ये येईल. शेवटी पेशीमधील साखर निःशेष होऊन साखरेच्या बाबतीत पेशी म्हणजेच बीट-कंदाच्या काचच्या शेवटी निःसत्त्व होतील. परंतु ह्यासाठी सतत ताजे पाणी वापरून पेशीमधील साखर काढून घ्यावयाची तर पुष्कळ पाणी लागेल. तयार झालेला हा विरल गोड रस आटवून घन करण्यासाठी बरेच इंधन लागेल. पुष्कळ वेळ लागेल व त्याच प्रमाणात खर्च पण वाढेल. हे टाळण्यासाठी, म्हणजे गोड रस पातळ न होता सारखा दाट होत जावा म्हणून, प्रत्यक्षात ही वेळखाऊ प्रक्रिया कशी पार पाडतात ते पाहू.

एकाला एक अशा नळाने जोडलेल्या १०-१२ गोलाकार व ऊंच टाक्या चक्राकार रचलेल्या असतात. बीट-कंदातील साखर काढून घेण्याचा कार्यक्रम १०-१२ टप्प्यांनी घडवून आणतात. पहिल्या टप्प्यामध्ये थोडी साखर पाण्यामध्ये येते. दुसऱ्या टप्प्यामध्ये आणखी साखर त्याच पाण्यामध्ये येऊन रस थोडा दाट होतो. ह्याच क्रमाने शेवटच्या टप्प्यामध्ये पाण्यात साखरेचे प्रमाण वाढून चांगला गोड रस तयार होतो. हा रस पुढे शुद्धीकरणासाठी जातो.

परंतु साखर काढून घेण्याची प्रक्रिया सातत्याने चालण्यासाठी प्रारंभीचे प्रयोग करून आरंभी क्रमाक्रमाने प्रत्येक टाकीमध्ये कमीत कमी साखर असलेल्या बीटच्या चकत्या ठेवतात. ताजे पाणी शेवटच्या टाकीमध्ये सोडतात. तेथून ते क्रमाक्रमाने नळावाटे साखरेचा जास्त अंश असलेल्या टाकीमध्ये नेण्यात येते. पाण्याच्या ह्या प्रवाहामध्ये प्रत्येक टप्प्यामध्ये पाण्यातील साखरेचे प्रमाण वाढत जाते व साखरेचा दाट रस शेवटी तयार होतो. हे कसे घडून येते ? ज्या टाकीमध्ये कमीत कमी साखर असलेल्या चकत्या असतात, त्यामध्ये ताजे गरम पाणी सोडतात. टाकीतील चकत्यांच्या पेशीमध्ये शिल्लक राहिलेला साखरेचा अत्यल्प अंश बाहेरच्या ताज्या पाण्यामध्ये जातो. ह्याची कारणे दोन आहेत. एक म्हणजे पाण्यामध्ये मुळीच साखर नसल्याने समतोलसाठी पेशीच्या आतील साखर पेशीबाहेर पडते. शिवाय बीट-कंदाच्या चकत्याच्या मानाने पाण्याचे प्रमाण बरेच जास्त असल्याने पेशीच्या आत व बाहेर साखरेचे प्रमाण

सम होण्यामध्ये साखरेचा अत्यल्पभागमुद्धा पाण्यामध्ये जातो. व कंदाच्या चकत्या जवळजवळ साखरविरहित होतात. अशा ह्या चकत्यामधून आणखी साखर मिळण्यासारखी नसल्याने त्या चकत्या टाकीमधून काढून टाकतात. चक्राकार रचनेतील ही टाकी रिकामी होते. मग ह्या टाकीमध्ये बीटकंदाच्या नवीन कापलेल्या चकत्या टाकतात. रिकाम्या केलेल्या टाकीतील थोडेसे गोड असलेले पाणी पुन्हा त्याच्या अलिकडील टाकीमध्ये सोडतात. ह्या टाकीमध्ये असलेल्या बीटच्या काचऱ्यांमध्ये थोडी जास्त साखर असते. म्हणजे त्यामध्ये सोडलेल्या पाण्यामध्ये असते त्यापेक्षा जास्त. पुन्हा ह्या टाकीमध्ये समतोल प्रस्थापित होऊन बाहेरील पाणी व पेशी आतील पाणी ह्यामध्ये साखरेचे प्रमाण साधारण सम होते. पाण्यामध्ये साखरेचे प्रमाण पूर्वीपेक्षा वाढले, तर काचऱ्यामध्ये त्या प्रमाणात कमी झाले. आता ही टाकी क्रमाने शेवटची झाली. अशा तऱ्हेने प्रत्येक टप्प्यामध्ये पाण्यातील साखरेचे प्रमाण वाढते व चकत्यातील साखर त्याच प्रमाणात कमी होत जाते. शेवटी साखरयुक्त गरम पाणी नवीन कापलेल्या चकत्यांच्या टाकीमध्ये येऊन पोचते. तेथे पुन्हा समतोल झाल्यावर पाण्यातील साखरेचे प्रमाण ० टक्क्यांपासून १४-१५ टक्क्यापर्यंत क्रमाक्रमाने चढत जाते. व बीट-कंदाच्या चकत्यातील साखरेचे प्रमाण उतरल्या क्रमाने १५ टक्क्यांपासून जवळजवळ ० टक्क्यापर्यंत उतरत जाते. पाण्याचा प्रवाह कमी साखर असलेल्या चकत्यांच्या टाकींपासून जास्त साखर असलेल्या चकत्याकडे जातो. रिकाम्या झालेल्या टाकीचा क्रम पहिला होतो. पुढील टाक्यांचा क्रम एका एका संख्येने पुढे पुढे जातात. असे रहाटगाड्याप्रमाणे चक्राकार क्रम बदलणे सारखे चालू असते.

ह्या तंत्राचे फायदे काय ? ह्या तंत्रामध्ये १०-१२ टप्पे हवेच कशाला ? १०-१२ टप्प्यांच्या विसरण तंत्राचा एक फायदा म्हणजे कमीत कमी पाण्याने बरीच साखर काढून घेता येते. म्हणजेच बराच दाट रस झाल्याने रस आटविण्याचे काम कमी खर्चाचे होते. ह्या तंत्रामध्ये साखरेव्यतिरिक्त बरीचशी इतर द्रव्ये पेशीतच राहातात. बीट-कंदाचा रस त्यामुळे उसाच्या रसापेक्षा बराच शुद्ध असतो. रसाचे शुद्धीकरण साहाजिकच सुलभ होते. साखर कारखान्यामध्ये ह्या विसरण तंत्रामध्ये १०-१२ टप्प्यांचा एकेक असे बरेच संच असतात. अलिकडे ह्या तंत्रामध्ये बऱ्याच सुधारणा झाल्या आहेत. परंतु त्यामागील तत्त्व समजून घेण्याच्या दृष्टीने हे टप्प्याटप्प्याचे वर्णन उपयोगी पडेल.

बीट-कंदातील साखर काढून घेण्यासाठी गरम पाणी (तपमान ७०°-७५° से.) वापरीत असतात. शिवाय त्यामध्ये थोडे फॉर्मलिनही घालतात. रसामध्ये त्यामुळे सूक्ष्मजीवींच्या वाढीला प्रतिबंध होतो. आणखी एक फायदा म्हणजे पाणी गरम असल्याने पेशींच्या आत व बाहेर साखरेच्या द्रावाचा समतोल लवकर प्रस्थापित होतो.



### उसापासून गुळ :

भारतीय पद्धतीच्या स्वयंपाकामध्ये एक गोड व पौष्टिक पदार्थ म्हणून गुळ हा खाद्य पदार्थांला फार महत्त्वाचे स्थान आहे. भारतामध्ये आजही गुळाचा खप साखरेच्या खपाच्या दुप्पट आहे. उसाच्या उत्पादनापैकी ५० टक्क्यापेक्षाही जास्त भाग गुळ तयार करण्यासाठी वापरला जातो. तसे पाहिले तर प्राचीन काळापासून एक कुटीर-उद्योग म्हणून गुळाची निर्मिती होत आली आहे. परंतु आधुनिक काळामध्ये गुळ निर्मितीला औद्योगिक व शास्त्रीय बैठक दिल्याशिवाय वाढत्या साखर कारखानदारीशी गुळ उद्योगाला बरोबरी करता येणार नाही. सुस्थिरता प्राप्त होण्यासाठी गुळाच्या उत्पादन व्यवसायामध्ये आधुनिकीकरण अत्यंत आवश्यक आहे.

चरकातून ऊस गाळून रस काढल्यावर तो जाड कापडाच्या गाळणीतून गाळून घेतात. गुळामध्ये पुढे त्यामुळे केरकाडी येत नाही. गाळून तयार झालेला रस लगेच कढईमध्ये घालून चुलाणावर तापवितात. रस तापविण्यास सुरुवात केल्यावर अर्ध्या तासात रस मळीला येतो. ह्याचा अर्थ म्हणजे रसातील नायट्रोजनयुक्त द्रव्ये साकळतात व ती मळीच्या रूपाने रस उकळू लागला म्हणजे वर वर येऊ लागतात. शेवटी पृष्ठभागावर तरंगू लागतात. ह्यालाच 'ढोरमळी' असे म्हणतात. ढोरमळी झाल्याच्या साहाय्याने साफ काढून टाकणे आवश्यक असते.

हा कार्यक्रम पहिल्या अर्ध्या तासातच व्हावयाला पाहिजे. ढोरमळी तत्परतेने व पूर्णपणे काढून टाकली तरच रंगदार, रवाळ, असा उत्तम प्रतिचा गुळ तयार होतो. ढोरमळीचा अवशेष रसामध्ये शिल्लक राहिल्यास गुळ काळसर होतो.

रसाच्या पृष्ठभागावरील मळी काढून टाकीत असतानाच तपमान वाढत असते. रस उकळू लागतो व पृष्ठभागावर तयार झालेली मळी फुटू लागते. ह्यावेळी मॅडीचा रस उकळल्या रसामध्ये टाकतात. रसातील सर्व अपद्रव्ये एकत्र जमा होऊन मळीचा घट्ट थर बनतो. ही मळी सुद्धा झाल्याच्या साहाय्याने काढून टाकण्यात येते. मळी काढून घेतलेल्या स्वच्छ रसामध्ये पापडखार किंवा सज्जीखार ह्यांचे द्रावण थोड्या प्रमाणात घालण्यात येते. गुळ रंगदार व चांगल्या दर्जाचा बनविण्यासाठी ह्याचा उपयोग होतो.

रसामधील मळी पूर्णपणे निघून गेल्यावर रस स्वच्छ पारदर्शक व काहीसा तांबूस पिवळसर दिसतो व पुढे तो रस चांगला उकळू लागतो व वर फेस येऊ लागतो. गुळ रवाळ व चांगल्या रंगाचा होण्यासाठी गुपर फॉस्फेटचे गाळलेले द्रावण थोड्या प्रमाणात वापरतात. ह्याशिवाय रस घन होत असताना त्यामध्ये सोडिअम् हायड्रोसल्फेट नावाचे रासायनिक द्रव्य वापरल्यास गुळाचा रंग चांगला पिवळसर व चमकदार होतो. परंतु हा रंग फार काळ टिकत नाही.

रस उकळण्याची क्रिया साधारणतः १॥ तास चालू राहिल्यावर रस घट्ट होऊन त्यावर मोठमोठे बुडबुडे दिसू लागतात. रस ह्यावेळी 'काकवी' किंवा 'राब' ह्या अवस्थेमध्ये आलेला असतो. अशावेळी रस चांगला ढवळीत रहावे लागते. कढईतील रसाला 'गोळी घालणे' ही कसोटी लावून गुळ तयार झाल्याचे ठरवितात. नंतर कढई चुलाणावरून उतरतात. ह्यावेळी कढईतील रसाचे सें. तपमान सुमारे  $99^{\circ}-123^{\circ}$  एवढे असते.

कढई चुलाणावरून उतरल्यावर त्यातील पाक थंड होण्यासाठी सिमेंटच्या टाकी-मध्ये ओततात. पाक अर्धवट घट्ट झाल्यावर गुळाच्या ढेपी बनविण्यासाठी तो पाक पत्र्याच्या किंवा लाकडी बादलीमध्ये ओततात. तेथे तो चांगला घट्ट झाल्यावर बाहेर काढून बाजारात विक्रीसाठी पाठवितात.

उसांच्या वजनाच्या साधारणतः १०-११ टक्के एवढा गुळ बनतो. गुळामध्ये ७० ते ८० टक्के शर्करा असते, १०-१२ टक्के पर्यस्त शर्करा असते, व २-३ टक्के अकार्बनी घटक (राख) व ३-६ टक्के आर्द्रता असते.

स्फटिकयुक्त साखर व अस्फटिकीय साखर असे साखरेचे दोन प्रकार जगात बऱ्याच ठिकाणी रूढ आहेत. त्यापैकी अस्फटिकीय प्रकारांना विविध नावे आहेत. उदाहरणार्थ मास्कोवॅडो, पॅन्को, रिपोडुरा, पॅपिटोन, जागरी, गुळ वगैरे. अर्थातच अस्फटिकीय साखरेचा वापर मुख्यतः अविकसित देशांमध्ये होतो.

शास्त्रीय तांत्रिक प्रगतीबरोबर साखर निर्मितीमध्ये सुधारणा होत आहेत. तथापि गुळाच्या निर्मितीच्या बाबतीत आधुनिक शास्त्रीय व तांत्रिक दृष्टीने फारच थोडे लक्ष पुरविण्यात आलेले आहे. सामान्यपणे पूर्वापार चालत आलेल्या पद्धतीच अजूनही बऱ्याच प्रमाणात चालू आहेत. जुन्या पद्धतीमध्ये उसातील साखरेचा बराच अंश चिपाडामध्ये राहातो व शेवटी तो चुलागामध्ये जळून जातो. ह्या संदर्भात श्री. के. ए. जोशी व श्री. डी. जी. पडाळकर ह्यांनी सुचविलेल्या सुधारणा फार महत्त्वपूर्ण आहेत. गुळ उत्पादनाच्या रूढ तंत्रामध्ये गुळाचा उतारा वाढविण्याच्या दृष्टीने दोन बाबींवर भर दिलेला आहे. (१) उसातील रसापैकी फार तर ६५ टक्के रस साध्या चरकानून पिळून निघतो. परंतु साध्या चरकाऐवजी साखर-कारखान्यामध्ये वापरतात तसा यांत्रिक चरक वापरल्यास रसाचे प्रमाण ९० टक्यांपर्यंत वाढविता येते. म्हणजेच चिपाडामध्ये वाया जाणारी साखर मिळविता येते. (२) उघड्या कढई ऐवजी निर्वात कढईमध्ये उसाचा रस उकळू लागला, तर उकळण्याचे तपमान कमी असल्याने साखरेचे पर्यस्तन होणार नाही, किंवा गुळ करणार नाही. शिवाय निर्वातावस्थेमध्ये रस उकळण्यासाठी उष्णता कमी पुरते. म्हणजेच पर्यायाने जळण वाचते. अर्थातच पूर्वीच्या



कुटिर उद्योगाला मध्यम कारखानदारीचे रूप देऊन ह्या सुधारणा केल्यास साखर कारखान्याच्या मानाने किती तरी कमी भांडवलामध्ये हा गुळाचा कारखाना निघू शकतो. एवढेच नव्हे तर गुळाचे उत्पादन उसाच्या वजनाच्या १०-११ टक्क्यांऐवजी १५ टक्के एवढे होते. म्हणजेच जवळ जवळ दीडपट उत्पादन वाढते.

अशा तऱ्हेने गुळाचे वाढीव उत्पादन व जळणातील काही बचत ह्यामुळे गुळाचा उत्पादन खर्च बराच कमी होतो. सध्या अशा प्रकारचा एक कारखाना कर्नाटक राज्यामध्ये जकानूर (विजयपूर जिल्हा) ह्या ठिकाणी चालू आहे.

### उसापासून खांडसारी :

खांड म्हणजे साखर. खांडसारी हा साखर प्रकार भारतामध्ये प्राचीन काळापासून रूढ असावा. उसाचा शुद्ध रस कमी तपमानाला निर्वातावस्थेमध्ये उकळून त्यापासून पांढरी शुभ्र साखर मिळविणे ही तांत्रिक सुधारणा औद्योगिक क्रांतीनंतरची आहे. त्यापूर्वी शुद्ध साखर नाही तरी स्फटिकयुक्त कोरडी व थोडीशी पिंगट अशा रंगाची साखर तयार करण्याचे तंत्र भारतामध्ये फार प्राचीन काळापासून विकसित झाले असले पाहिजे.

महाभारतामध्ये :

‘भक्ष्यं खाण्डव गगणां क्रियतां भुज्यतां तथा’

असा श्लोक असल्याचा ‘संस्कृतिकोशा’मध्ये निर्देश केलेला आहे. त्यातील खाण्डव (खांड) शब्द साखरेसाठी वापरला असला पाहिजे.

मोगलांच्या काळी, म्हणजे साधारणतः १३ व्या शतकामध्ये दहा प्रकारची साखर तयार होत असल्याची नोंद आढळते. त्यातील मुख्य प्रकार म्हणजे गुळी, खांडसारी, व दुधाबरोबर शुद्ध केलेली हे होत. १८ व्या शतकाच्या अखेरीला रूढ असलेले साखर प्रकार म्हणजे पुत्री, चिनी, मिश्री, लालभुरा वगैरे. सामान्यपणे हे खांडसारी साखरेचे कमीजास्त प्रमाणात शुद्ध केलेले साखर प्रकार आहेत.

### खांडसारी तयार करण्याची जुनी पद्धती :

उसाचा रस काढल्यावर तो कढ्यांमध्ये शिजवीत असत. रस शुद्ध करण्यासाठी त्यामध्ये भेंडीच्या मुळांचा रस व चुन्याची निवळी यांचा वापर करीत. ‘गोळी’ पडेपर्यंत रस तापविल्याने त्याचा जाड पाक तयार होतो. त्यालाच ‘राब’ असे म्हणतात. राब म्हणजे अर्धवट घट्ट असा साखरेचा पाक. खांडसारीसाठी वापरावयाचा राब हा गुळासाठी लागणाऱ्या राबापेक्षा थोड्याशा कमी तपमानाबरोबर रस तापवून तयार करतात. राब थंड होऊ दिल्यावर त्यामध्ये साखरेचे स्फटिक दिसू लागतात. हा राब नंतर पोत्यामध्ये भरण्यात येई. चटईवर अशी पोती एकावर एक रचून त्यांच्यावर

विटा, दगड ह्यासारख्या वजनदार वस्तू ठेवून देत. अशा रचनेवरील जड वस्तूंच्या वजनामुळे राबावर चांगला दाब निर्माण होई. ह्या दाबामुळे पोत्याच्या कापडाच्या विणीतील बारीक छिद्रातून काकवी निघळून जाऊन ओलसर साखरेचे बारीक स्फटिक पोत्यामध्ये शिल्लक उरतात. ही साखर पुढे थोडी स्वच्छ केल्यावर फिक्कट करड्या रंगाची साखर तयार होई. पुढे ही साखर उन्हामध्ये वाळवीत असत. बिन-सायीच्या दुधाबरोबर ही साखर उकळून मळी काढून टाकल्यावर पक्की साखर तयार होई व ती पूर्वी मिठाई तयार करण्यासाठी वापरण्यात येत असे.

### खांडसारीचे आधुनिक तंत्र :

खांडसारी साखर निर्मितीमधील आधुनिक सुधारणा म्हणजे रस स्वच्छ करण्यासाठी चुन्याची निवळी व सल्फर डायॉक्साइड किंवा कार्बन डायॉक्साइड ह्यांचा वापर रस उकळण्यासाठी गुळाच्या कढईपेक्षा थोडे कमी तपमान (साधारण ११०° से.) वापरतात. रसाचा पाक घट्ट होऊन त्याचा राब झाल्यावर कढई चुळणावरून उतरून थंड होण्यासाठी तो राब सिमेंटच्या टाक्यामध्ये किंवा मातीच्या भांड्यामध्ये ओततात. राब हळूहळू थंड होत असताना एकसारखे ढवळीत राहिल्याने साखरेचे कण आकाराने एकसारखे होण्यास मदत होते. टाक्यातील राब साधारण ७०° से. पर्यंत थंड झाल्यावर तो टिनच्या पिंपामध्ये किंवा मातीच्या भांड्यामध्ये ओततात. त्या-ठिकाणी साखरेचे कण थोडे मोठे होतात. असा हा कणयुक्त राब ८-१० दिवस थंड जागेत ठेवला असता साखरेचा दाणा मोठा होतो व काकवी निराळी होऊन वर येते. शेंवटी 'पगमिल' मध्ये घालून दाब ढवळण्यात येतो. ह्यामुळे साखरेचे दाणे आकाराने एकसारखे होण्यास मदत होते.

अशारीतने तयार झालेला राब थोडा थोडा सेंट्रिफ्यूज यंत्रामध्ये घालून यंत्र फिरविताच यंत्रातील चाळणीच्या कडेला साखर राहाते आणि मोलॅसिस चाळणीतून बाहेर पडते व ते एका नळीवाटे जमा करण्यात येते. चाळणीमध्ये असलेल्या ओलसर साखरेवर थोडे कोमट पाणी मारतात व परत सेंट्रिफ्यूज यंत्र फिरविल्याने साखरेतील मोलॅसिसचा थोडासाही अंश निघून जातो. सेंट्रिफ्यूज यंत्राच्या चाळणीतील साखर मग बाहेर काढून उन्हामध्ये पसरून वाळविण्यात येते. अशा तऱ्हेने खांडसारी तयार होते. नेहमीच्या पांढऱ्या साखरेपेक्षा खांडसारीच्या निर्मितीमध्ये एक महत्त्वाचा फरक आहे. तो म्हणजे खांडसारीसाठी उसाचा रस निर्वातावस्थेमध्ये उकळवीत नाहीत. रस उफड्या कढईमध्ये तापविण्यात येतो. दोन प्रकारच्या साखरेमधील मुख्य फरक ह्यामुळेच निर्माण होतो. उसाच्या वजनाच्या साधारण ६ टक्के एवढी खांडसारी तयार होत असे. अलिकडे सुधारित तंत्र वापरल्याने ह्या साखरेचा उतारा ७ ते ७।।



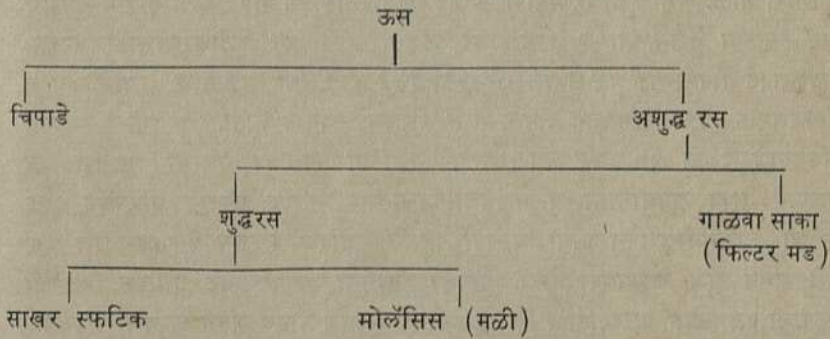
टक्क्यांपर्यंत वाढला आहे. खांडसारीमध्ये ०.५ ते २ टक्के एवढी पर्यंत शर्करा असते. आर्द्रता एक टक्क्यापेक्षाही कमी असते. खांडसारीचे उत्पादन अजूनही कुटिर उद्योग विभागामध्ये मोडते.

खांडसारीपासून निघणाऱ्या मोलॅसिसचा उपयोग गुडाखू नावाचा तंबाखू तयार करण्यासाठी करतात. काही ठिकाणी ह्या मोलॅसिसमध्ये थोडे पाणी घालून त्यातील बारीक स्फटिक विरघळवतात व मग त्यामध्ये उसाचा ताजा रस घालून तो उकळून नंतर त्यापासून गुळ बनवितात.

### साखर उत्पादनातील उपद्रव्ये :

उसामध्ये साखरेव्यतिरिक्त बरेच कार्बनी व अकार्बनी घटक असतात. साखर निर्मितीमध्ये हे घटक काढून टाकावे लागतात. शेतामध्ये ऊस तयार झाल्यावर तो मुळापासून कापतात, व उसाची पाने व शेंडे छाटून टाकतात. त्यानंतर ऊस साखर-कारखान्याकडे पाठविण्यात येतो. छाटलेली पाने शेतातच जाळून किंवा त्याचे कंपोस्ट खत करून शेतामध्ये खत म्हणून वापरतात. उसाचे शेंडे गुरांना खाण्यासाठी देतात.

कारखान्यामध्ये आणलेल्या उसापासून साखर तयार करण्यासाठी बहुविध प्रक्रिया कराव्या लागतात. ह्या प्रक्रियेमध्ये साखरेच्या दृष्टीने टाकाऊ परंतु अन्यत्र उपयोगी पडणारी उपद्रव्ये तयार होतात. त्याची कल्पना पुढील आराखड्यावरून येईल :



तोडलेल्या उसाच्या वजनाशी तुलना करता उपद्रव्यांचे शेकडा प्रमाण साधारणपणे पुढीलप्रमाणे असल्याचे आढळते :

चिपाडे : २३-३० टक्के

मोलॅसिस : २.७-४.५ टक्के

फिल्टर मड : ३ टक्के

फिल्टर मड मध्ये ८० टक्के पाणी असते.

**चिपाडे (बॅगास) :** चिपाडामध्ये तंतूमय पदार्थ ४५-४८ टक्के, पाणी ४५-५० टक्के, साखर ३-४ टक्के व क्षार वगैरे १-२ टक्के असे घटक असतात. चिपाडांचे दोन प्रमुख उपयोग म्हणजे (१) जळण म्हणून; व (२) कागद व हार्डबोर्ड म्हणजे घट्ट फलक किंवा पुठे म्हणून.

चिपाडाचे उष्णीयमान (calorific value) बरेच असल्यामुळे साखरेच्या कारखान्यामध्ये लागणाऱ्या वाफेच्या निर्मितीसाठी त्याचा बाँयलरमध्ये जळण म्हणून उपयोग केल्यास कारखान्याला अन्य जळण लागत नाही.

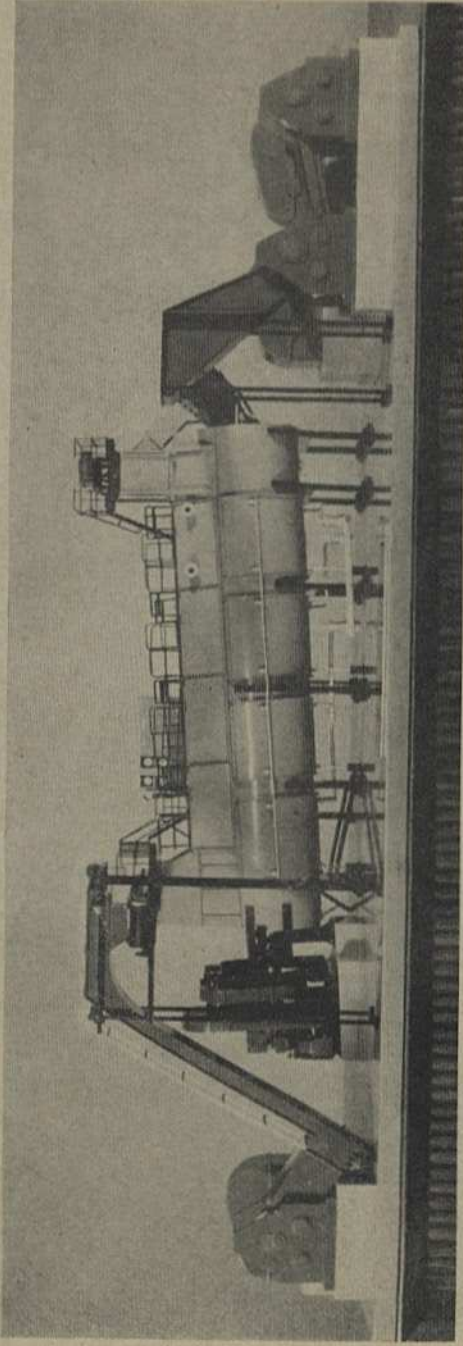
चिपाडामध्ये सेल्युलोजचे म्हणजे तंतूमय पदार्थाचे प्रमाण बरेच असल्यामुळे कागदाच्या निर्मितीसाठी त्याचा उपयोग होऊ शकतो. अमेरिकेमध्ये कागदासाठी चिपाडांचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग करण्यात येतो. विशेषतः ज्या देशामध्ये जळण म्हणून खनिजतेल किंवा कोळसा मुबलक व स्वस्त दरामध्ये उपलब्ध असतो, त्या देशामध्ये ह्या तंतूपुक्त चिपाडाचा कागदासाठीच मुख्यतः वापर होतो. चिपाडांवर काही यांत्रिकी व रासायनिकी प्रक्रिया करून त्याचा लगदा बनवितात. त्यापासून फायबर बोर्ड (तंतू फलक किंवा पुठे) किंवा रोधी पुठे बनवितात. चिपाडावर निरनिराळ्या प्रक्रिया करून त्यापासून गुरांना योग्य असे अन्न, प्लॅस्टिके, खते वगैरे तयार करता येतात.

**फिल्टरमड-प्रेसमड (गाळावा साका) :** रस गाळून घेतल्यावर गाळण्यात शिल्लक राहाणारा गाळ. रस शुद्धीकरणासाठी सल्फर डायॉक्साइडचा वापर केल्यास त्या गाळाचे वजन उसाच्या वजनाच्या ३ टक्के एवढे असते. परंतु रस शुद्धीकरणासाठी कार्बन-डायॉक्साइड वापरल्यास हेच प्रमाण ७ टक्के एवढे होते. ह्या गाळामध्ये, नायट्रोजन व फॉस्फोरसयुक्त क्षार असल्याने त्याचा खत म्हणून उपयोग होतो. गाळामध्ये म्हणजे प्रेसमडमध्ये ८ ते १० टक्के मेण असते. उसाच्या सालीवर मेणाचा पातळ थर असल्याने बाह्य तपमानाचा व आर्द्रतेचा उसातील रसावर फारसा परिणाम होऊ नये ही त्यामागील निसर्गाची योजना दिसते. द्रावक वापरून प्रेसमडमधील मेण वेगळे करून शुद्ध केल्यावर त्याला चांगली मागणी असते. बुट पॉलिश, लाकडी तक्तपोशी गुळगुळीत करण्यासाठी किंवा फळावर मेणाचे रोगण करून फळाचे परिरक्षण करण्यासाठी उपयोग होतो. भारतामध्ये प्रेसमडमधून मेण वेगळे करण्याचा एक कारखाना आहे.

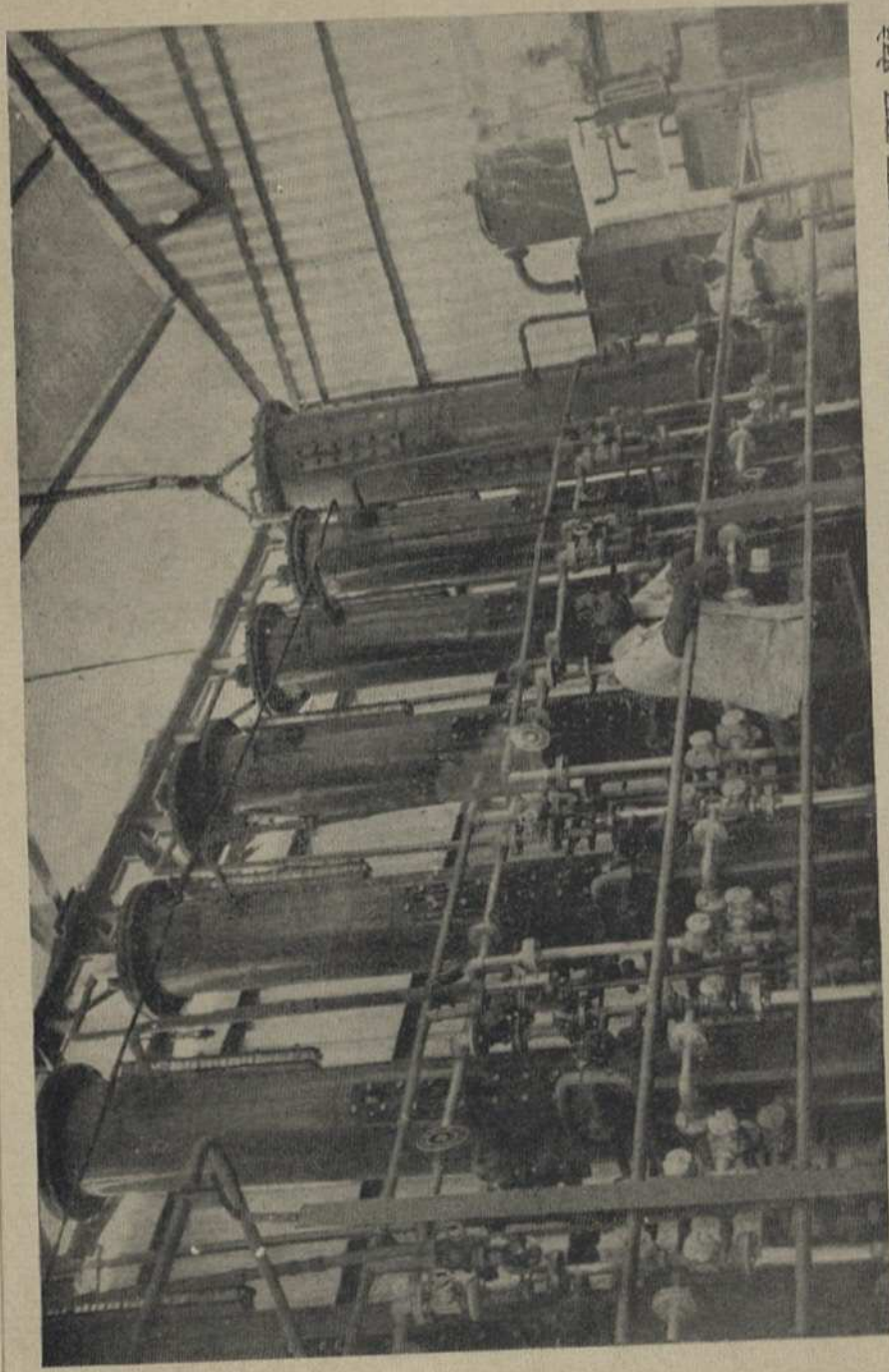
### मोलेसिस-उसाची मळी :

साखरेच्या कारखान्यामध्ये ह्या द्रवरूप उपद्रव्याचे उत्पादन उसाच्या उत्पादनाच्या ४ टक्के एवढे होते. साखर कारखान्यामध्ये ह्या अमाप द्रवरूप उपउत्पादनाचा साठा करणे, किंवा त्याची वाहतूक करणे, ह्या गोष्टी बऱ्याच कठीण आहेत. त्यामध्ये





चित्र क्र. १. उसाचे विसरण करणारी (डी. डी. एस. केन डिफ्युजर) यंत्र योजना  
(लार्सन अँड टोब्रो लि., मुंबई, ह्यांच्या सीजन्याने)



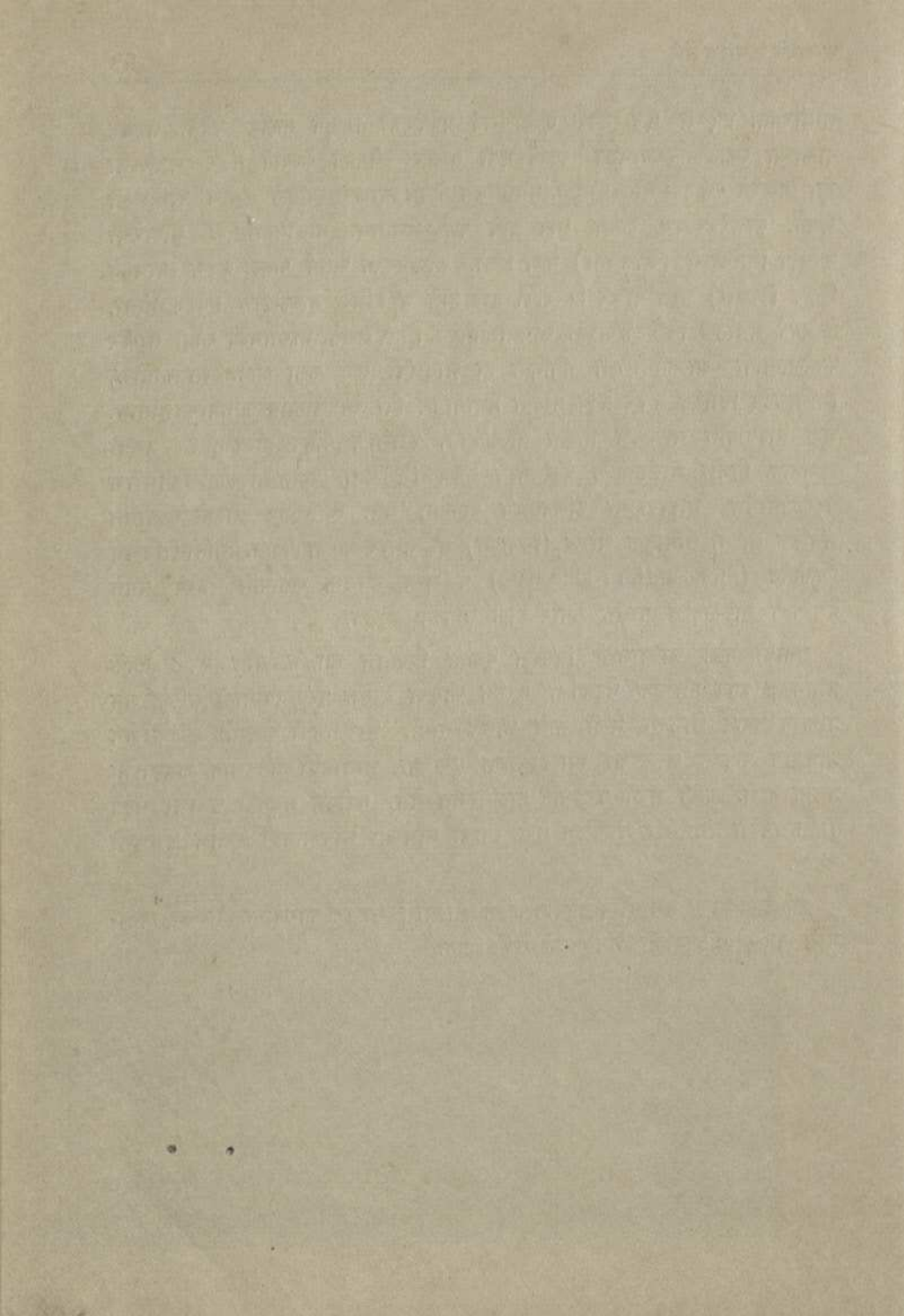
चित्र क्र. २. आयनविनिमय (एक्सचेंज) यंत्र योजता. पहिल्या तीन उभ्या नळ्यातून रस गाळला जात असताना धत आयन काढून घेतले जातात तर उरलेल्या तीन उभ्या नळ्यातून ऋण आयन काढून घेतले जातात. त्यामुळे रस क्षार विरहित होतो. (संजीवनी साबर कारखाना, कोपरगांव, व आयन एक्सचेंज (इंडिया) लि. यांच्या सौजन्याने)



साधारणतः ४५ ते ५४ टक्के एबडी सर्व प्रकारची मिळून साखर असते. साखर पाकाच्या स्फटिकीकरणामध्ये स्फटिकरूपी साखर वेगळी केल्याने नंतर उरलेल्या ह्या साखरेचे स्फटिक होत नाहीत. मोलॅसिसमध्ये ही साखर त्यामुळे तशीच राहिलेली असते. साखरेबरोबर काही क्षार द्रव्ये पण असतात. मोलॅसिसमधील साखरेचा उपयोग डिस्टिलरी (आसवती) मध्ये होतो. साखरयुक्त पदार्थ पातळ करून त्यामध्ये किण्व (yeast) घातल्यावर किण्वांची वाढ होते व इथिल आल्कोहोल तयार होतो. हे कार्य अर्थातच डिस्टिलरीच्या कारखान्यामध्ये होत असते. भारतामध्ये काही साखर कारखान्यांनी आल्कोहोलची निर्मिती हा जोडधंदा सुरू केला आहे. आल्कोहोल, मिथिलिटेड स्पिरिट वगैरे द्रव्ये मोठ्या प्रमाणावर ह्या कारखान्यांमध्ये तयार होतात. शुद्ध आल्कोहोल म्हणजेच निर्जल आल्कोहोल, ह्यालाच पाँवर आल्कोहोल असेही म्हणतात. निर्जल आल्कोहोल पेट्रोलमध्ये सहज मिसळतो. पेट्रोल-आल्कोहोल मिश्रण पेट्रोलप्रमाणेच मोटारीच्या इंजिनामध्ये वापरता येते. त्याशिवाय आल्कोहोलपासून अँसेटिक आम्ल, सायट्रिक आम्ल (लिंबाम्ल) ही तयार करता येतात. मॉनोसोडिअम ग्लुकोनेट (monosodium gluconate) व अन्य उपयुक्त रासायनिक द्रव्ये प्रगत देशांमध्ये आल्कोहोल पासून तयार होऊ लागली आहेत.

उसाची मळी चान्यामध्ये मिसळून गुरांना दिल्यास ह्या मळीतील २.८ टक्के प्रथिने व इतर पौष्टिक घटकांचा गुरांना फायदा होतो. परंतु त्यासाठी सल्फेशन प्रक्रियेने तयार झालेली मळी मात्र चालत नाही. भारतामध्ये मुख्यतः सल्फेशन प्रक्रियाच वापरत असल्याने ह्या मळीचा गुरांच्या खाद्यामध्ये अंतरभाव करण्याचा प्रघात नाही. काही मळी परदेशात पाठविण्यात येते. तरीपण अजूनही उसाची मळी ही साखरेच्या धंद्यातील अडगळच आहे. त्याची व्यवस्था लावण्यामध्ये बऱ्याच अडचणी येतात.

सर्व उपद्रव्यांचा यथायोग्य उपयोग करता आल्यास साखर कारखान्याच्या उत्पादनामध्ये १५-२० टक्यांची भर पडणे शक्य आहे.





## साखरेचे गुणधर्म

**सा**खर एवढी नेहमीच्या वापरातील आहे, एवढी सुपरिचित आहे की, साखरे-बट्टल नवीन ते काय सांगणार! खरे म्हणजे आपल्याला माहित असतात ते साखरेचे उपयोग. साखरेच्या कोणत्या गुणधर्मावर साखरेची उपयुक्तता आधारलेली आहे किंवा साखरेच्या उपयुक्ततेचे रहस्य कशामध्ये आहे हे समजून घेणे आवश्यक आहे.

साखर ही स्फटिक रूप असून प्रत्येक स्फटिकाला सामान्यपणे १०-१२ पृष्ठभाग असतात. पृष्ठभागांचा विस्तार कमी-जास्त असू शकतो. परंतु दोन पृष्ठभागांमधील कोनांचा अंश एकच असतो. त्यामुळे साखरेच्या स्फटिकाचा आकार म्हणजे लहान-मोठेपणा बदलला तरी त्याची आकृति तीच राहाते. साखरेच्या स्फटिकाचा आकार साधारणतः साखरेच्या पाकातील काही सूक्ष्म अपद्रव्ये ह्यांच्यामुळे किंवा स्फटिकीकरण सावकाश किंवा जलद झाले ह्यामुळेही बदलतो. स्फटिकाच्या आकृतीवरून साखरेचा शुद्धपणा ठरविला जातो. काही स्फटिकामध्ये पाण्याचे रेणू त्या द्रव्याच्या घटनेमध्ये आत्मसात झालेले असतात. उदाहरणार्थ मोरचूद. परंतु साखरेच्या स्फटिकामध्ये अंगभूत असे पाण्याचे रेणू नसतात, हे लक्षात ठेवले पाहिजे.

साखरेचा रेणुभार ३४२ असून द्रवणांक  $9\text{C}6^{\circ}$  से. असतो. परंतु साखर वितळलेपर्यंत तापविली तर तिचे अपघटन होते. म्हणजे साखरेचे कोळसा व पाणी ह्यांमध्ये अपघटन होऊ लागते.

आपल्या आहारामध्ये येणाऱ्या बहुविध पदार्थांमध्ये रसायनशास्त्रदृष्ट्या अगदी शुद्ध असे फारच थोडे पदार्थ आहेत. त्यामध्ये साखर हा एक पदार्थ आहे. चांगल्या साखरेची शुद्धता ९९.९ टक्के एवढी असू शकते.

### साखरेची द्रावणीयता :

साखर पाण्यामध्ये सहज विरघळते. परंतु ती इथिल आल्कोहोल किंवा मिथिल आल्कोहोलमध्ये विरघळत नाही. २०° से. ला साखरेच्या संतृप्त द्रावणामध्ये ६७ टक्के साखर असते. साखरेचे शेकडा प्रमाण ह्यापेक्षा जास्त झाल्यास साखर न विरघळता तळाशी राहते. परंतु वाढत्या तपमानाप्रमाणे पाण्यामधील साखरेची द्रावणीयता वाढते. ती किती वाढते हे पुढील कोष्टकावरून स्पष्ट होईल.

### कोष्टक क्र. ६.१

तपमान.	साखरेचे भाग	पाण्याचे भाग	तपमान	साखरेचे भाग	पाण्याचे भाग
२०°	२०१	४९.८	७०°	३३१	३०.४
३०°	२१८	४७.८	८०°	३८१	२६.२
४०°	२३८	४२.०	९०°	४४७	२२.४
५०°	२६३	३८.०	१००°	५४३	१८.४
६०°	२९३	३४.१			

म्हणजे उकळत्या पाण्यातील साखरेच्या संतृप्त द्रावणामध्ये, खरे म्हणजे साखरेच्या पाकामध्ये १०० भाग साखर विरघळण्यासाठी १८.४ एवढे भाग पाणी पुरते.

साखर पाण्यामध्ये सहज व जलद विरघळते. ह्याचे फायदे पुष्कळ आहेत. साखर किंवा साखरयुक्त पदार्थ जिभेवर टाकल्याबरोबर ते लाळेमध्ये विरघळतात व आपल्याला गोड रूचीचा प्रत्यय येतो. जिभेला जाणवणाऱ्या गोडीप्रमाणे साखरेच्या प्रमाणाचा अंदाज ठरविता येतो. त्यामुळे लाडू, पेढा कमी गोड की जास्त गोड हे सहज ध्यानात येते.

### परिरक्षणासाठी साखर :

साखरेच्या विविध उपयोगामध्ये साखरेचा फळे, दुध वगैरे परिरक्षणाचा (preservation) गुण हा महत्त्वाचा ठरतो, तो केवळ परासरणाच्या क्रियेमुळे (osmotic



activity). पक्व फळाचे परिरक्षण साखर करते तरी कशी? एकाद्या पक्व फळातील पेशीमध्ये इतर द्रव्यांबरोबर असलेला पाण्याचा भाग हा सूक्ष्मजीवींच्या वाढीला चांगलाच पोषक असतो. म्हणून तर ओलसर दमट खाद्य पदार्थ नासतात. परंतु अशा खाद्यपदार्थांमध्ये साखर किंवा साखरेचा दाट पाक घातल्याने सूक्ष्मजीवींच्या वाढीला आवश्यक तेवढा जलांश किंवा ओलसरपणा मिळत नाही व त्यांची वाढ खुंटते. त्यामुळे कुजणे किंवा नासणे ह्या क्रिया थांबतात. साखरेचा पाक, खाद्य पदार्थातील पेशी किंवा अन्य पेशी ह्यांतील जलांश पेशीच्या पटलातून शोषून घेते व त्याचप्रमाणे साखरेचा अंश बाहेरून पटलामधून पेशीमध्ये जातो. हे शक्य होण्याचे कारण म्हणजे पेशीच्या पटलामधून साखर व पाणी ही पेशीच्या आत बाहेर जाऊ शकतात. साखर आणि पाणी ह्यांचा पेशीच्या आत व बाहेर समतोल साधला जातो. ह्यालाच 'परासरण क्रिया' म्हणतात. त्यामुळे पेशींच्या आतील द्रव्यांवर सूक्ष्मजीवींच्या वाढीला साखरेमुळे प्रतिबंध होतो. परंतु साखरेचा पातळ पाक आंबतो हे पुष्कळांना माहित आहे. तर मग साखर सूक्ष्मजीवींना कशी विरोध करू शकते? साखरेचे प्रमाण बरेच जास्त असले तरच नासणे, कुजणे ह्यासारख्या सूक्ष्मजीवींच्या कार्याला प्रतिबंध होऊ शकतो. साखरेचे प्रमाण थोडे कमी झाले तर मात्र सूक्ष्मजीवी आपले कार्य करू शकतात. मग हे साखरेचे प्रमाण असावे तरी किती? पाकामध्ये साखरेचे प्रमाण ६० ते ७० टक्के असल्यास खाद्य पदार्थांचे परिरक्षण होऊ शकते. ह्याची उत्तम उदाहरणे म्हणजे मुरांबे, मुरावळे, जाम, सुधारस, अननस, आंब वगैरे परिरक्षित फळे, फळांचे रस हे होत. मूळ खाद्यपदार्थांमध्ये आंबटपणा असल्यास साखरेचे प्रमाण ६० ते ६५ टक्के एवढे पुरते.

कंडेन्सड मिल्क किंवा डबाबंद करून ठेवलेले आटीव दूध कित्येक महिने टिकविता येते. दूध ताजे असले तर तापवून काही तास ते न नासता ठेवता येते. परंतु कांही तासानंतर मात्र ते नासू लागते. परंतु दुधामध्ये ७० टक्के साखर घालून आटीव केलेले दूध डबाबंद केल्यास म्हणजेच 'कंडेन्सड मिल्क' कित्येक महिने टिकू शकते. ह्या मागील शास्त्रीय कारण म्हणजे ७० टक्के साखर व दुधातील घनपदार्थ हे आहे. उरलेल्या जलांशामध्ये सूक्ष्मजीवींची वाढ होत नाही. अशा तऱ्हेने दुधाचा साठा करणे व दुधाची वाहतूक करणे सोपे झाले आहे. कोठेही केव्हाही दुध किंवा दुग्धपदार्थ मिळण्याची सोय झाली ती साखर मुबलक व ग्राहकांना सामान्यपणे परवडणाऱ्या दरात उपलब्ध झाल्यामुळेच.

साखरेने परिरक्षण केलेल्या पदार्थांचे मुळचे गुण म्हणजे वास, स्वाद, माधुर्य वगैरे अबाधित राहातात. परंतु परिरक्षणासाठी खाद्य पदार्थ उकळी फुटेपर्यंत उघड्या

भांडघात तापविल्यास मात्र खाद्यपदार्थांचा वास व स्वाद ह्यांमध्ये विघाड होतो. परंतु हेच पदार्थ निर्वातावस्थेखाली गरम केल्यास फारच कमी तपमानाला त्यांना उकळी फुटते व त्यामुळे वास व स्वाद ह्यांमध्ये कसलाच विघाड होत नाही.

साखरेने परिरक्षित केलेल्या पदार्थांचे आणखीही काही गुण आहेत. फळांच्या फोडींचा किंवा रसाचा तजेला कायम राहिल्याने त्यांच्यामध्ये आकर्षकता येते. स्वाद तर तसाच राहातो. शिवाय साखर घनस्वरूपामध्ये परंतु एकजीव झालेली असल्याने खाद्यपदार्थ, वाढणे, खाणे, सुलभ होणे, परिरक्षित खाद्यपदार्थांच्या वाटल्या तोंडबंद अवस्थेमध्ये कित्येक दिवस टिकतात हे खरे. परंतु वाटली उघडल्यावर आतील खाद्यपदार्थांचा टिकाऊपणा कमी होतो. म्हणून तर वाटली किंवा डबा उघडल्यावर ती लवकर संपवावी अशी सूचना देण्यात येते. उघडलेल्या बरणीतील किंवा वाटलीतील खाद्यपदार्थांवर थोडेच दिवसात अगदी वरच्या थरावर बुरशी जमा झालेली दिसते. त्याचे कारण काय? साखरेने केलेल्या परिरक्षणाचे काय झाले? उघड्या काचेच्या बरणीतील खाद्यपदार्थ वाहेरील आर्द्रता शोषून घेतात. त्यामुळे पृष्ठभागावरील थरातील साखरेचे शेकडा प्रमाण घटते. मग मात्र सूक्ष्मजीवींच्या वाढीला अनुकूल परिस्थिती लाभते.

वाजारात मिळणारी सरबते किंवा वाटलीबंद गोड पेये ह्यांमधील निरनिराळ्या रसांचे परिरक्षण साखर घालूनच करतात. ५० लिटर पाण्यामध्ये कमीत कमी २ किलो साखर असली पाहिजे असे कायद्याचे बंधन आहे. कमी गोड पेयांमध्ये साखरेचे प्रमाण ह्याच्या निम्मे असते.

आईस्क्रीममध्ये साखरेचे प्रमाण बरेच असते हे त्याच्या मधुर रुचीवरून घ्यानात येते. साखरेचे प्रमाण साधारणतः १० टक्के असते. परंतु आईस्क्रीम टिकते ते शीतपणामुळे. साखरेचा अंतरभाव केल्याने आईस्क्रीमचा गोठणांक ०° से. पेक्षाही खाली जातो. आईस्क्रीम गोड व थंडगार वाटते ते त्यामुळेच.

### रुची व स्वाद ह्यांना उठाव :

थोडक्यात साखर वापरल्यामुळे अन्न पदार्थांचा आकार वाढतो. त्याचप्रमाणे अन्न पदार्थांचा दाटपणा, व त्यांचा परासरण दाब व उत्कलनांक ह्यांची पण वाढ होते आणि त्यांचा विलयानांक कमी होतो. साखरेमुळे योग्य प्रमाणात आर्द्रता किंवा ओलसरपणाही टिकून राहातात. स्वाद, रुची, रंग ही तर मुळबुरहुकुम राहातातच. परंतु साखरेमुळे खाद्यपदार्थांमध्ये काहीशी पारदर्शकता व त्यामुळे आकर्षकपणा येतो. फळांच्या पेशी-मध्ये अंतरप्रवेश करणे वगैरे बहुविध गुणामुळे काही खाद्यपदार्थांमध्ये साखरेला फार मोठे महत्त्व आहे. तसे पाहिले तर साखरेची रुची किंवा चव तीव्र आहे. तिच्या



रुचिमध्ये अन्य रुचिप्रकारांचे मिश्रण नसल्याने ती एकरूप आहे. रासायनिकदृष्ट्या साखर शुद्ध द्रव्य असल्याने केव्हाही व कोठेही तिच्या रुचिमध्ये बदल नसतो. शिवाय साखरेमध्ये स्वतंत्रपणे शरीरपोषणाचे गुण तर आहेतच. साखरेच्या आकारमानामुळे मूळ खाद्यपदार्थाचा आकार वाढतो हा फायदा मोठा आहे. सॅकरिन सारखे कृत्रिम किंवा संश्लेषित रासायनिक गोड पदार्थ साखरेपेक्षाही पुष्कळ पटींनी गोड असतात. परंतु त्यांचा साखरेऐवजी उपयोग केल्याने गोडपणा येतो हे खरे. तथापि हे पदार्थ खायला गोड लागले तरी खाल्ल्यावर नको असलेल्या रुची जिभेवर रेंगाळत राहातात.

### गाढवाला गुळाची चव :

साखरेबद्दलचे माणसाचे आकर्षण हे स्पष्ट झाल्यावर एक प्रश्न राहातो. मानवेतर प्राण्यांना साखरेच्या रुचीचे आकर्षण असते का? सर्वच प्राण्यांना साखरेचे आकर्षण असतेच असे नाही. मुंग्यांना साखरेचे किती तरी आकर्षण असते हे सुप्रसिद्धच आहे. मांजराला गोडपदार्थाचे आकर्षण फारसे नसते हे सर्वांच्या परिचयाचे आहे. ऊंदीर, काही पक्षी व काही माशांच्या जाती ह्यांना पण साखरेची रुची नसते. उंदीराला 'माल्टोज' ह्या साखर प्रकाराचे मात्र बरेच आकर्षण असते. परंतु माल्टोज हा साखर प्रकार अल्प गोड असल्यामुळे त्याचे माणसाला आकर्षण नसते. ह्यावरून साखरेच्या रुचीचे आकर्षण सर्वव्यापी नाही हे ध्यानात येईल.

### साखरेचे जलीय अपघटन : (hydrolysis)

शर्करेचा एक महत्त्वाचा गुण अथवा दोष म्हणजे शर्करेशी आम्लाचा किंवा विशिष्ट एन्झाइमचा संबंध आला तर शर्करेचे जलीय अपघटन होते. शर्करेच्या रेणू (सूत्र  $C_{12}O_{22}O_{11}$ ) मध्ये पाण्याचा रेणू ( $H_2O$ ) चा अन्तर्भाव होऊन ग्लुकोज (सूत्र  $C_6H_{12}O_6$ ) व फ्रक्टोज (सूत्र  $C_6H_{12}O_6$ ) असे दोन भिन्न रेणू सम प्रमाणात तयार होतात. शर्करेच्या मूळ रुचिमध्ये थोडा बदल होतो. साखरेच्या 'पर्यस्तना (inversion) मुळे असे घडते.

### शर्करेचे पर्यस्तन :

ही शब्दयोजना प्रकाशीय क्रियाशीलता ह्याच्या संदर्भात वापरली जाते. काही इतर द्रव्यांप्रमाणे शर्करा, ग्लुकोज व फ्रक्टोज हे साखर प्रकार ही क्रियाशीलता दाखवितात. ही क्रियाशीलता मोजण्यासाठी प्रकाशाची कंपनी निकोलचिती (prism) किंवा पोलराइड काच ह्यांमधून गेल्यावर ती दिशादिष्ट होतात. म्हणजेच प्रकाश कंपनी काही ठराविक प्रकारची आणि ठराविक प्रतलातच होतात. प्रतल दिशादिष्टी प्रकाश किरण वरील द्रव्यांच्या द्रावणातून जाऊ लागले म्हणजे दिशादेशन - प्रतल चलित होतो.

शुद्ध शर्करा व ग्लुकोज ह्यांच्या द्रावणामध्ये तो प्रतल उजव्या वाजूला वळविण्याचा गुण असतो. म्हणजेच प्रकाशाच्या प्रतलाची पातळी उजवीकडे वळते, तर फ्रक्टोजच्या द्रावणाने ती पातळी डावीकडे वळते. शर्करेचे जलीय अपघटन होऊन तयार झालेले ग्लुकोज व फ्रक्टोज हे समप्रमाणात असतात हे खरे. परंतु त्यांच्या समप्रमाणित द्रावणातून प्रकाश प्रतल परिवलन होते ते मात्र एकमेकांच्या उलट. त्यातल्या त्यात ही फ्रक्टोजमुळे बरेच जास्त डावीकडे तर ग्लुकोजमुळे तुलनेने बरेच कमी उजवीकडे. ह्या उलटसुलट परिवलनाचा एकत्रित परिणाम म्हणजे एकूण परिवलन डाव्या वाजूलाच होते. ग्लुकोजप्रमाणे शर्करापण दक्षिण (उजवी) परिवलनी असल्यामुळे शर्करेच्या द्रावणातून जाणारा प्रकाश प्रतल उजवीकडे वळतो. थोडक्यात दक्षिण परिवलनी शर्करेचे जलीय अपघटन झाल्यावर निर्माण होणाऱ्या दोन द्रव्यांच्या उलटसुलट परिवलनाचा एकत्रित परिणाम म्हणजे वाम (डाव्या) परिवलनाचे मिश्रण तयार होते. म्हणूनच ह्याला 'पर्यस्तन' किंवा 'inversion' असे म्हणतात.

प्रकाश प्रतलाचे परिवलन मोजण्यासाठी 'पोलॅरिमिटर' नावाचे उपकरण वापरतात रसातील शर्करेचे प्रमाण किंवा एखाद्या द्रावणातील ग्लुकोज किंवा फ्रक्टोज ह्या शुद्ध द्रव्यांचे प्रमाण ओळखण्यासाठी ह्या उपकरणाचा उपयोग करतात. उसाच्या रसातील शर्करेचे प्रमाण मोजण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या अशाच प्रकारच्या उपकरणाला 'सॅकरिमिटर' असे म्हणतात.

### साखरेचे स्फटिक नकोत :

गोड पदार्थ खाण्यामध्ये दोन विशेष अपेक्षा असतात. एक म्हणजे तो पदार्थ जास्तीत जास्त गोड असावा ही व दुसरी अपेक्षा म्हणजे तो पदार्थ खात असताना साखरेचे स्फटिक जिभेला किंवा दातांना जाणवू नयेत, म्हणजेच खाताना कचकच लागू नये. ह्यासाठी साखरेचा पाक जास्तीत जास्त दाट करणे आवश्यक आहे. त्याच बरोबर जास्तीत जास्त तपमानाला संतृप्त झालेला पाक थंड होत असताना त्यामध्ये स्फटिकांची निर्मिती होऊ नये म्हणून खबरदारी घेणे. पहिली गोष्ट सोपी परंतु दुसरी थोडी कठिण. स्फटिकीभवन टाळण्यासाठी साखरेचा जाड पाक एकदम थंड केल्यास स्फटिकीभवनाला आवश्यक ती अनुकूलता किंवा संधी लाभत नाही. साखर पाक त्यामुळे चांगला घट्ट होतो व त्याचे सुघटन होते, परंतु त्यामध्ये स्फटिक नसतात. दुसरा एक मार्ग म्हणजे शर्करेच्या पाकामध्ये 'पर्यस्तन' झालेली शर्करा (ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांचे मिश्रण) घातल्यास स्फटिकीभवनाला अटकाव होतो. त्याचाही फायदा घेण्यात येतो.



साखरेच्या गाठी करतात किंवा साखरेची चित्रे करताना साखरेचा घट्ट पाक थंड साच्यामध्ये ओतल्यास सुघटित एकसंघ विविध आकाराची चित्रे किंवा अन्य पदार्थ बनविता येतात. बत्तासे बनविताना साखरेचा संतृप्त गरम पाक पळीने ओल्या कापडावर घालतात.

कागदबंद गोड 'गोळघा' सुद्धा बऱ्याच तपमानाला संतृप्त असलेल्या साखरेच्या पाकापासून बनवितात. गरम पाकाला योग्य तो आकार देऊन त्या गोळघा लगेच थंड होऊ दिल्यास एकसंघ सुघटित, रुचकर व पारदर्शक गोळघा तयार होतात. त्यामध्ये स्फटिक नसतात. गोळघा तयार होत असतानाच त्यामध्ये अल्प प्रमाणात स्वादद्रव्ये व रंगद्रव्ये घालतात. काही प्रकारांच्या गोळघांमध्ये एखादे कार्बनी आम्लपण थोडे घालतात व त्यामुळे त्यांची आंबट गोड अशी चांगली मधुर रुची असते. ह्या कागदबंद गोळघा निरनिराळ्या नावाखाली बाजारात मिळतात. परंतु ह्या गोळघा उघड्या राहिल्या तर बाहेरच्या वातावरणातील आर्द्रता शोषून घेतात. त्यामुळे गोळीच्या बाहेरील साखरेचा थर ओलाव्यामध्ये विरघळतो व मग मात्र स्फटिकीभवनाची शक्यता असते. हे टाळण्यासाठी गोळघावर आर्द्रतारोधी कागद गुंडाळलेला घसतो.

### साखरेची साठवण :

साखर तयार झाल्यावर ती पोत्यामध्ये बंद करून गोदामामध्ये साठवून ठेवतात. तयार साखर थोड्याच दिवसात ग्राहकांपर्यंत पोचवावयची असेल तर किंवा बोटीवर चढवून परदेशात पाठवावयची असेल तर विशेष अशा काही अडचणी उद्भवत नाहीत. परंतु साखर बराच काळ गोदामात ठेवणे आवश्यक झाल्यास काही अडचणी निर्माण होतात. एखाद्या वर्षी चांगले उत्पादन होते तेव्हा पुढील संभाव्य दुष्काळ व अन्य आपत्तींना तोंड देता यावे म्हणून 'राखीव साठा' (buffer stock) ठेवताना ह्या अडचणी विशेष जाणवतात.

साखर ही एका पोत्यातून दुसऱ्या पोत्यामध्ये किंवा भांड्यामध्ये सहज ओतता आली पाहिजे. ओतीत असताना साखरेचा मुक्त प्रवाह किंवा अखंड प्रवाह (free flow) असला पाहिजे. उत्तम साखरेची ही एक कसोटी आहे. परंतु बरेच दिवस साखर साठवून ठेवणे आवश्यक झाल्यास साखरेचा 'मुक्त प्रवाह' हा गुण खंडित होतो. त्याचे कारण म्हणजे पोत्यामध्ये साखरेच्या स्फटिकांचे गठ्ठे होतात व ते दगडासारखे घट्ट होतात व सहज फुटत नाहीत. केव्हा केव्हा ते बऱ्याच मोठ्या आकाराचे बनतात. हे मोठे गठ्ठे बनतात तरी कसे हे पाहू.

साखरेच्या स्फटिकांचे निरनिराळे पृष्ठभाग वातावरणातील आर्द्रता शोषून घेतात. पृष्ठशोषणामुळे स्फटिकाचा पृष्ठभाग ओलाव्यामध्ये विरघळतो व साखर ओलसर होते.

गोदामाचे तपमान वाढले तर किंवा तेथील हवेतील आर्द्रता कमी झाली तर पृष्ठ-भागावरील साखरेच्या द्रावणाचे परत स्फटिकीकरण होते. नवीन स्फटिकीकरण होत असताना प्रत्येक स्फटिक नजिकच्या स्फटिकाला जोडल्यामुळे चिकटला जातो. एकाला एक असे कितीतरी स्फटिक एकमेकांना चिकटल्यामुळे चांगला मोठा गट्टा तयार होतो. विशेषतः आर्द्रता व तपमान सारखे बदलत राहिल्यास गट्टे बनतात व साखरेचा मुक्त प्रवाह खंडीत होतो. हे टाळण्यासाठी काही सूचना करण्यात आलेल्या आहेत.

(१) पोल्यातील साखरेच्या स्फटिकांच्या आकारमानामध्ये शक्यतो एकरूपता असावी.

(२) गोदामामध्ये शक्यतो तपमान व सापेक्ष आर्द्रता ह्यांमध्ये फेरफार कमी व्हावा.

स्फटिक जेवढा लहान तेवढा त्याचा सापेक्ष पृष्ठभाग जास्त व त्यामुळे लहान स्फटिकांची गट्टा होण्याची प्रवृत्ती जास्त. स्फटिकांचे आकारमान फार सुक्ष्म (साधारण पिठाच्या कणा एवढे) असल्यास, गट्टा टाळण्यासाठी त्यामध्ये २-३ टक्के स्टार्च पूड चांगली मिसळतात. साखरेच्या स्फटिकावर स्टार्चचे सुक्ष्म पटल किंवा आवरण आल्याने साखरेचे स्फटिक ओले होत नाहीत. एकमेकमेकांना न चिकटता अलग राहातात.

कारखान्यामध्ये साखर कोरडी होण्यासाठी वाळविण्यात येते. गोदामामध्ये ठेवण्यापूर्वी गरम झालेली साखर गार होऊ देणे आवश्यक आहे. नाहीतर गोदामातील तपमान आधी वाढेल व नंतर कमी होईल. गट्टा होण्याला ही परिस्थिती अनुकूल असते. साधारणतः सापेक्ष आर्द्रता ६० टक्क्यांपेक्षा कमी असल्यास गट्टे होत नाहीत असा अनुभव आहे.

आवश्यक तेवढी काळजी घेऊनही गोदामामध्ये होणाऱ्या थोड्याशा बदलामुळे साखरेच्या पोल्याच्या आतील पृष्ठभागावर साखरेचे लहान लहान गट्टे होतात. परंतु ते ठिसूळ असल्याने सहज मोडता येतात.

### औद्योगिक क्षेत्रात साखर :

पूर्वी इथिल आल्कोहोलच्या उत्पादनासाठी साखर व त्या उद्योगातील काही अपद्रव्यांना फार मोठी मागणी होती व अजूनही काही प्रमाणात आहे. काही वर्षांपूर्वी आल्कोहोल मिळविण्याचा तोच एक मार्ग होता. परंतु पेट्रोल रसायनाचा उदय झाला आणि साखरेचा हा एकाधिकार संपला. पेट्रोलरसायनामध्ये इथिल आल्कोहोल फार थोड्या किमतीत व मुबलक प्रमाणात मिळू लागला आहे. साखरेची वाढती मागणी, विशेषतः अविकसित देशाकडून येणारी मागणी लक्षात घेता नजिकच्या भविष्य काळात साखरेच्या वाढत्या उत्पादनाचे काय करावयाचे हा प्रश्न उद्भवणार नाही. तरीपण औद्योगिक रसायनशास्त्रज्ञांचे ह्या नैसर्गिक शुद्ध पदार्थाकडे लक्ष वेधले नसेल असे मानणे मात्र बरोबर नाही.



कार्बनी रसायनांची सतत वाढणारी मागणी लक्षात घेता, पेट्रोलियमबरोबरच अन्य मार्गाकडे पण लक्ष पुरविणे आवश्यक आहे. त्यादृष्टिने अति शुद्ध व तुलनेने फार महाग नाही अशा साखरेकडे लक्ष जाणे क्रमप्राप्तच आहे. 'पेट्रोरसायनशास्त्र' ह्याच धर्तीवर प्रयोग शाळेमध्ये तरी 'सुक्रोज केमिस्ट्री' किंवा 'शर्करा रसायन शास्त्र' हे एक नवीन शास्त्र तयार होण्याच्या मार्गावर आहे. आज त्या शास्त्राची निकड कमी आहे म्हणून त्यामधील प्रगति फारच थोडी आहे. परंतु त्यातील काही द्रव्यांबद्दल मोठी आशा निर्माण व्हावी अशी परिस्थिती आहे. त्यामधील काही द्रव्ये आहेत ती निर्मलक क्षेत्रा-मध्ये. पेट्रोरसायनांपैकी निर्मलक नावाची संश्लेषित द्रव्ये वस्तू स्वच्छ करण्याचे साव-णाचे कार्य उत्तम तऱ्हेने करतात हे खरे. परंतु हे निर्मलक सांडपाण्यामध्ये विशेष बदल न होता किंवा त्यांचा नाश न पावता तसेच राहातात व सांडपाण्याबरोबर शेवटी नदीमध्ये किंवा तलावामध्ये साचतात. इतर द्रव्ये अशी साचत नाहीत. सूक्ष्म-जीवींच्या प्रभावाने त्यांचे अपघटन होऊन त्यांचे सामान्य द्रव्यांमध्ये रूपांतर होते. परंतु पेट्रोरसायनातून निघणारे सूक्ष्मजीवींना दाद देत नसल्यामुळे ते निर्मलक जवळ-जवळ मूळ स्वरूपामध्ये नदीच्या पाण्यामध्ये सारखे साचत जातात. त्याचा परिणाम म्हणजे नदीच्या पाण्याचे प्रदुषण होते. ते पाणी पिण्याच्या दृष्टीने किंवा जलचरांच्या दृष्टीने अपायकारक ठरते. काही देशांमध्ये त्यामुळे पेट्रोरसायनिक निर्मलकांवर पुर्ण बंदी घालण्यात आली आहे. इतर देशातही अशा प्रकारची बंदी आज ना उद्या येणार असे स्पष्ट दिसत आहे. अशा परिस्थितीमध्ये सूक्ष्मजीवीकडून अपघटन होऊ शकतील असे निर्मलक वापरावयाचे तर 'शर्करा रसायन शास्त्रा'कडे वळावे लागेल. शर्करेपासून तयार होणारी 'शर्करा एस्टर' (sugar esters) सारखी द्रव्ये वापरून बनलेल्या निर्मलकांचे सूक्ष्मजीवीकडून अपघटन होऊन ते यथावकाश नाश पावतात. नदी तलावांचे प्रदुषण टळते. ह्या विषयांची प्रगति प्रयोगावस्थेच्या पुढे गेलेली आहे.

त्याचप्रमाणे नवीन गुणधर्म असणारी प्लॅस्टिके तयार करण्यासाठी आकार्यता साहाय्यक (plasticizers) म्हणून साखर द्रव्यांचा उपयोग होण्याची फार मोठी शक्यता आहे. आणखी एका उपयोगाकडे लक्ष देण्यात आले आहे. पायस म्हणजे इमल्शन तयार करण्यासाठी लागणारी साहाय्यक द्रव्ये किंवा पायसकारी द्रव्ये म्हणून साखरेचा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष उपयोग करणे शक्य आहे. अशाच तऱ्हेने औद्योगिक रसायन क्षेत्रामध्ये साखरेच्या काही गुणांना वाव आहे हे ध्यानात येईल.







प्रथिनामुळे शरिराची वाढ होणे, शीज भरून येणे ही कार्ये पार पडतात. शिवाय शरीरामध्ये अन्य प्रकारचे अन्न नसेल तेव्हा प्रथिनांचे मंद ज्वलन होऊन शरीराला लागणारी उष्णता पण मिळते. स्निग्ध पदार्थ हे शरिरामध्ये साचून राहातात. कार्बो-हायड्रेट अन्न संपून गेल्यावर स्निग्ध पदार्थांच्या मंद ज्वलनाला प्रारंभ होतो. स्निग्ध पदार्थ तेवढ्याच वजनाच्या कार्बोहायड्रेटपेक्षा किंवा प्रथिनापेक्षा साधारणतः दुप्पट उष्णता देतात. उष्णता देण्याच्या विशिष्ट कार्यामुळे आहाराचे अन्नमुल्य मोठ्या 'कॅलरी' मध्ये देण्याची पद्धत आहे. आहार केवळ वजनामध्ये देता येणार नाही. तशी त्यामुळे पद्धतही नाही. श्रमाची कामे करणाऱ्या कामगारांना ३००० कॅलरी (मोठ्या) किंवा श्रमाच्या तीव्रतेप्रमाणे त्यापेक्षाही जास्त कॅलरी उष्णता देणारे एकूण अन्न पदार्थ लागतात. ह्या उलट बिन श्रमाची बैठी कामे करणाऱ्या कामगाराला १६०० कॅलरी पुरतात. ह्यापेक्षा कमी कॅलरी देणारे अन्न माणसाला मिळाल्यास त्याची कार्यक्षमता कमी होईल. कोणत्या अन्नाच्या किती वजनाला किती उष्णता निर्माण होते हे माहिता असल्यास समतोल आहार वजनाच्या रूपामध्ये देण्यासाठी पुढील कोष्टक वापरता येईल.

### कोष्टक क्र. ७.१

अन्नप्रकार	वजन (ग्रॅम)	कॅलरी (मोठ्या)
प्रथिने	१००	४००
कार्बोहायड्रेट	१००	४००
स्निग्ध पदार्थ	१००	९००

माणसाला लागणाऱ्या उष्णता ऊर्जेपैकी सामान्यपणे ५० टक्के ऊर्जा कार्बोहायड्रेट (पिष्टमय पदार्थ व शर्करा) ह्यामधून मिळते.

आपल्या आहारामध्ये साखरेचे स्थान ह्याचा विचार करताना ती केवळ जिव्हा-लौल्यासाठीच नसून तिच्याकडून जीवनोपयोगी कार्य होत असते हे ध्यानात घ्यावे लागेल. आपल्या आहारातील कार्बोहायड्रेट ह्यामध्ये पिष्टमयपदार्थ किती व शर्करा किती असावी हे ठरविले जाते मुख्यतः खाणाऱ्याच्या आर्थिक स्थितीवरून. संपन्नता जेवढी जास्त तेवढी जेवणाची गोडी साखरेने वाढविली जाते. तथापि आर्थिकदृष्ट्या दुर्बल लोकांचे जेवण अगदीच अगोड असते. असे मानणे मात्र चूक होईल. साखरेच्या अभावी भाकरी पोहे वगैरे पिष्टमय पदार्थ चांगले चावून खाल्ल्यावर गोड लागतात हा सर्वांचा अनुभव आहे. रंक आणि राव ह्यांचे आपापले अन्न रुचकर करण्याचे मार्ग काहीसे भिन्न असतात एवढेच. आहारामधील साखरेचा वापर व आर्थिक संपन्नता



ह्यांचा अन्योन्य संबंध कसा आहे ते पाहू. ह्यावद्दल युनायटेड नेशन्सच्या वतीने काम करणारी 'अन्न व शेती संघटना (FHO)' ह्या संस्थेने १९६१ साली संग्रहीत केलेली माहिती म्हणजे माणसाचे सरासरी उत्पन्न, आहारातील घटकांचे परस्पर प्रमाण व त्यांचे उष्णतामूल्य ही पुढील कोष्टकांत दिलेली आहेत. वार्षिक उत्पन्नाचे आकडे पाऊंड नाण्यामध्ये आहेत. (१ पाऊंड म्हणजे जवळ जवळ २० रुपये).

कोष्टक क्र. ७.२ (दैनिक आहार)

सरासरी वार्षिक उत्पन्न पाऊंड	स्निग्ध पदार्थ (ग्रॅम)	प्रथिने (ग्रॅम)	कार्बोहायड्रेट पिष्टमय	कार्बोहायड्रेट शर्करा	एकूण कार्बो-हायड्रेट	साखरेचे एकूण कार्बो-हायड्रेटशी प्रमाण	एकूण उष्णता मूल्य (मोठ्या कॅलरी)
३८	३४	५२	३५९	३५	३९४	९	२०६०
८२	६१	६८	३७८	५९	४३७	१३.५	२५००
१४८	७३	७८	३८०	८६	४६६	१९	२७००
२९२	११८	८६	३१७	१०२	४१९	२४	२९७०
४६०	१४०	९२	२८३	१३९	४२२	३३	३२००

ह्या कोष्टकावरून काही निष्कर्ष काढता येतील. एक म्हणजे वाढत्या उत्पन्ना-बरोबर आहारातील प्रथिने व स्निग्ध पदार्थ ह्यांचे प्रमाण वाढते. पण साखरेच्या प्रमाणात मात्र पुष्कळच वाढ होते. आहाराचे उष्णता मूल्य पण सांपत्तिक स्थिती प्रमाणे वाढते. परंतु आहारातील कार्बोहायड्रेटचे प्रमाण मात्र फारसे वाढत नाही. संपन्न लोकांच्या आहारामध्ये साखरेचे प्रमाण वाढते, त्याच प्रमाणात आहारातील पिष्टमय पदार्थ कमी होतात. ह्या संदर्भात इंग्लंडमधील आकडेवारी उद्बोधक आहे. आहाराच्या उष्णता-मूल्यापैकी ५० टक्के भाग कार्बोहायड्रेट ह्या पदार्थापासून मिळतो. दररोज सरासरी ३५० ग्रॅम कार्बोहायड्रेटची गरज असते. ह्यापैकी १७५ ग्रॅम पिष्टमय (स्टार्च) पदार्थ असतात. उरलेल्या भागात १४० ग्रॅम शर्करा, २० ग्रॅम दुग्धशर्करा (लॅक्टोज) व १५ ग्रॅम दुसऱ्या प्रकारची साखर म्हणजे मुख्यतः ग्लुकोज व फ्रक्टोज, अशी ही कार्बोहायड्रेटची विभागणी आहे. कोणत्याही देशाचे सरासरी उत्पन्न व त्या देशामधील साखरेचा सरासरी खप ह्यांचा अन्योन्य संबंध आढळतो. म्हणूनच साखरेच्या खपावरून कोणत्याही देशाची संपन्नता अजमावता येते.

गेल्या ५०-६० वर्षात साखरेचे जागतिक उत्पादन वाढत आहे व माणसाची क्रयशक्ति पण वाढत आहे. ह्याचा प्रत्यय पुढील कोष्टकावरून येईल.

**कोष्टक क्र. ७.३**

वर्ष	दर माणशी साखरेचा वार्षिक खप किलो	खपाच्या वाढीचा निर्देशांक
१८९९	५.५	१००
१९०९	७.५	१३५
१९२४	१०.२	१८५
१९२९	१२.४	२२५
१९३८	१२.०	२१८
१९४९	११.८	२१५
१९५७	१५.५	२८२

साखरेचा दरमाणशी सरासरी वार्षिक खप अजूनही १५ किलोच्या जवळपास आहे. परंतु हे आकडे आहेत सरासरीचे व जागतिक. प्रत्यक्षात मात्र चित्र बरेच निराळे आहे. इंग्लंड, अमेरिका, स्वीडन, कॅनडा, ऑस्ट्रेलिया वगैरे देशासारख्या औद्योगिक दृष्ट्या प्रगत व संपन्न देशात हेच प्रमाण सरासरी दरमाणशी ५० किलो किंवा जास्त असते, तर भारत, पाकिस्तान, चीन वगैरे देशांमध्ये हेच प्रमाण त्यांच्या एक दशांश म्हणजे ५ किलोच्या जवळपास असते. सरासरीचा आकडा त्यामुळे १५ किलोच्या आसपास येतो.

युद्धपूर्वकाळातील शेतीउत्पादने व १९५८ सालची उत्पादने ह्यावरून ह्या कालखंडातील दरशेकडा वाढ पुढील कोष्टकावरून समजून येईल. ही माहिती एफ् ए ओ (FAO) ह्या संघटनेने संग्रहित केलेली आहे.

**कोष्टक क्र. ७.४**

शेती उत्पादने	शेकडा वाढ	शेती उत्पादने	शेकडा वाढ
कोको	२०	स्निग्ध पदार्थ	३५
कापूस	२०	मांस	४५
तांदूळ	३०	गहू व इतर धान्ये	४५
दुध	३५	साखर	१००

अन्नधान्ये व इतर खद्यपदार्थ ह्यांच्या उत्पादन वाढीशी साखरेच्या उत्पादन वाढीची तुलना करता साखरेची उत्पादन वाढ बरीच जास्त असल्याचे आढळते.



साखरेचे जागतिक उत्पादन १९१० साली एक कोटी टन होते ते १९७० साली ६ कोटी टनांवर गेले. म्हणजे उत्पादनाची ६ पट वाढ झाली. साखरेचे एवढे प्रचंड उत्पादन जाते तरी कोठे असा प्रश्न मनामध्ये येणे शक्य आहे. साखरेच्या वाढत्या खपाचे एक कारण म्हणजे जगाची वाढती लोकसंख्या हे आहे. परंतु त्याहूनही प्रमुख कारण म्हणजे लोकांचे वाढते जिव्हालौल्य. ह्या संबंदात एक उल्लेखनीय गोष्ट म्हणजे विकसित देशांच्या मानाने विकसनशील देशांमध्ये साखरेचा खप झपाट्याने वाढत आहे. उदाहरणार्थ १९३९ ते १९७० ह्या कालखंडामध्ये इंग्लंडचा दर माणशी साखरेचा खप अवघा १० टक्क्यांनी वाढला. परंतु विकसनशील देशांमध्ये मात्र २०० ते ३०० टक्क्यांनी वाढला. अर्थातच ही आकडेवारी थोडीशी फसवी आहे. कारण मागासलेल्या देशांचा खप एवढा अल्प होता की त्याची दुप्पट, तिप्पट केली तरी तो आकडा फार मोठा होणार नाही. ह्यापुढे साखरेच्या वाढत्या उत्पादनाला वाढती मागणी येणार आहे ती विकसनशील देशांकडून. औद्योगिकदृष्ट्या प्रगत देशांमध्ये अगोदरच साखरेच्या खपाने उच्चांक गाठला आहे. त्यामुळे प्रगत देशांकडून साखरेची मागणी वाढेल ती वाढत्या लोकसंख्येच्या गरजेसाठी आणि खाण्याव्यतिरिक्त अन्य कामासाठी साखर वापरली गेली तरच. परंतु अविकसित व विकसनशील देशांची गरज मात्र तेथील लोकांची पूर्वीपेक्षा साखर व साखरयुक्त पदार्थ जास्त खाण्याच्या इच्छेमुळे असते हे उघड आहे.

औद्योगिक दृष्ट्या प्रगत व आर्थिक दृष्ट्या संपन्न देश ह्यामध्ये साखरेचा खप पुष्कळ असतो हे खरे. परंतु त्यातही आघाडीवर असलेला देश म्हणजे इंग्लंड. सरासरीच्या हिशेबाने दर माणशी दरसाल ५६ किलो साखर इंग्रज माणूस वापरतो. म्हणजे प्रत्येक इंग्रज स्वतःच्या वजनाएवढी साखर जवळ जवळ दीड वर्षात खातो. हा झाला सरासरीचा हिशेब. म्हणजे काही लोक एका वर्षामध्ये स्वतःच्या वजनाएवढी साखर फस्त करित असावेत. इंग्लंडच्या मानाने अमेरिका हा देश जास्त प्रगत व आर्थिकदृष्ट्या जास्त श्रीमंत, परंतु अमेरिकेचा दरमागशी साखरेचा खप तुलनेने थोडासा कमी ह्याबद्दल नवल वाटणे साहाजिक आहे. परंतु साखर आणि लठ्ठपणा ह्यांचा संबंध जोडणारा प्रचार, चर्चा ह्यांचा त्यांच्या शर्करा आहारावर थोडासा परिणाम झाला असेल हे संभवनीय आहे.

स्त्रिया व पुरुष ह्यांची साखरेची आवड किती असते ह्याबद्दल तुलनात्मक अभ्यास काही ठिकाणी करण्यात आल्यावर स्त्रिया पुरुषांपेक्षा कमी साखर खातात असे अमेरिकेच्या आकडेशास्त्रज्ञांना आढळून आले आहे. स्त्री पुरुषातील साखरेबद्दलचे आकर्षण कमी जास्त आहे ते त्यांच्या जन्मजात रक्तगुणामुळे की काही बाह्य कारणामुळे हे

समजणे कठीण आहे. परंतु बारीक होण्याची व बारीक राहाण्याची आधुनिक स्त्रियांची वाढती फॅशन व त्याबद्दल वृत्तपत्रातील स्त्रियांसाठी असणाऱ्या विशेष सदरामध्ये किंवा रेडिओ व टी. व्ही. ह्यांवरील कार्यक्रमांमध्ये होणारी खुसखुशीत चर्चा ह्यांचाही वाटा उपरोक्त आकडेवारीच्या कारणामध्ये नसेल असे नाही.

इंग्लंडसारख्या देशामध्ये दरमाणाशी साखरेच्या वार्षिक खपाचे कित्येक किलोचे आकडे पाहिल्यावर हे लोक एवढी साखर खातात तरी कशी ह्याचे नवल वाटावे ह्यात आश्चर्य नाही. साखरेच्या खपाचा सर्व भाग काही चहा, कॉफी, जेवणातील गोडघोड पदार्थ ह्यांच्यासाठीच खर्च पडतो असे नाही. साखरेचा काही भागच चहा कॉफी व गोडघोड पदार्थ वगैरेसाठी खर्च होतो. परंतु उरलेला भाग मेवा मिठाई वगैरेसारखे टिकाऊ पदार्थ बनविण्यासाठी वापरला जातो. पाश्चिमात्य देशामध्ये रुढ असलेले मिष्ट-खाद्य पदार्थ म्हणजे चॉकोलेट, व तत्सम पाकिटबंद गोड मिठाई, केक्स, विस्कटे, जॅम, मार्मलेड, कोकसारखी थंड पेये, सरबते, आइस्क्रीम, पेपरमिट, लिमलेटच्या गोळ्या, टॉफी वगैरे. ह्यासाठी बरीच साखर लागते. स्वयंपाकघरामध्ये चहाकॉफी, कन्डेन्सड मिल्क, पुडिंग वगैरे साठी साखर खर्च होते. ह्या विविध खाद्य व पेय पदार्थांमध्ये साखरेची विभागणी कशी होत असावी ह्याची कल्पना इंग्लंडमधील उपलब्ध आकडेवारीवरून देता येईल. हे आकडे १९६५ सालचे आहेत.

### कोष्टक क्र. ७.५

खाद्य पदार्थ	निर्मिती १०० टन	शेकडा प्रमाण
चॉकोलेट वगैरे मिठाई	३५९	३२.५
केक, विस्कट वगैरे	१७५	१६.०
जॅम, मार्मलेड वगैरे	१३७	१२.५
थंडपेये	१३०	११.५
इतर	३१०	२७.५
एकूण बाजारी टिकाऊ मिठाई वगैरे	११११	

साखरेच्या एकूण खपापैकी ४२ टक्के साखर बाजारी मिठाई वगैरे साठी व ५८ टक्के साखर स्वयंपाकघरात प्रत्यक्ष साखर ह्या स्वरूपात वापरतात. हेच प्रमाण सर्वच प्रगत देशांमध्ये असते असे नाही. निरनिराळ्या देशांमध्ये कमी जास्त फरक असल्याचे आढळते. विशेष संपन्न देशामध्ये कारखान्यामध्ये तयार होणारी साखरयुक्त टिकाऊ मेवा मिठाई किंवा मिष्ट खाद्यपदार्थ ह्यांचे प्रमाण कसे वाढत जाते हे काही देशांच्या उपलब्ध आकडेवारीने स्पष्ट होईल. ही आकडेवारी १९५७ सालची आहे.



कोष्टक क्र. ७.६

देश	मिष्ट खाद्याच्या कारखान्यात वापरण्यात येणाऱ्या साखरेचे प्रमाण
दक्षिण आफ्रिका	२०
पश्चिम जर्मनी	४०
फ्रान्स	४२
इंग्लंड (यु. के.)	४९
अमेरिका	५१
ऑस्ट्रेलिया	५५

चॉकोलेट ह्या विलायती मिष्ट खाद्याची किंवा मिठाईची निर्मिती व वापर ह्यांचा आरंभ झाला तो गेल्या शतकाच्या शेवटच्या २५ वर्षांत. बरोबर वाळगण्याला सोईचा, बाजारात सहज कागदबंद पाकिटातून मिळणारा, लहान आकाराचा व वजनाचा, परंतु चांगला रुचकर व पौष्टिक आणि शिवाय तहान भूक भागविणारा हा खाद्य-पदार्थ एकदम लोकप्रिय झाला. परंतु त्याच्या वापरामध्ये विशेष वाढ झाली ती पहिले महायुद्ध संपले व दुसरे महायुद्ध सुरू झाले त्या कालावधीमध्ये. ह्या कालावधीमध्ये अमेरिका, इंग्लंड वगैरे देशातील लोकांचे जीवनमान फारच बदलले. कारखानदारी वाढली. त्याच प्रमाणात शहरांचा विस्तार वाढला. राहाण्याची जागा व कामाची जागा ह्यामधील अंतरे वाढत गेली. ह्याच काळामध्ये चॉकोलेट बरोबर थंड वाटलीबंद गोड पेये ह्यांचा खप पण वाढला. इंग्लंडमध्ये तो दुप्पट झाला, तर अमेरिकेमध्ये तो तिप्पट झाला. तसे पाहिले तर इंग्लंडचे लोक अमेरिकेच्या लोकांपेक्षा थोडे जास्त खाणारे. परंतु शीत पेयांचा खप बराच वाढला तो अमेरिकेमध्ये. ह्याच्या संभाव्य कारणांपैकी एक कारण विचारवंताना सापडले. ह्याच कालखंडामध्ये अमेरिकेत सर्वत्र दारुबंदीचा कार्यक्रम मोठ्या धडाडीने चालू होता. त्यामुळे मद्यासाठी लागणारा पैसा वाचला व चैनीचे इतर गोड पदार्थ विकत घ्यावयाला लोकांकडे पैसा उरू लागला. शिवाय एखाद्या सोज्वळ माणसाने दुधाची तहान ताकावर भागवावी, त्याप्रमाणे मद्यपी आपला दाह पिण्याचा षौक लेमन, ऑरेंजसारखी पेये पिऊन पुरवू लागला. त्यामुळे मद्यविरहित परंतु गोड फस-फसणाऱ्या पेयांचा खप वाढला. साखरेचा खप वाढण्याचे हे कारणही संभवते.

गोड खाण्याची आवड सर्वांनाच असते. परंतु किती गोड खावयाची व त्यामध्ये स्वयंपाकासाठी व चहा कॉफीसाठी प्रत्यक्ष साखर किती, गोड फळे किती व मेवां-मिठाई किती व त्यांचे परस्पर प्रमाण काय असावे ह्या गोष्टी पुष्कळशा बाह्य परिस्थितीवर

अवलंबून असतात. गरीब देशातील लोक त्यांना परवडत नाहीत म्हणून कमी गोड खातात. इंग्लंडच्या गत साम्राज्यामध्ये साखरेचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर होत असल्याने त्या देशामध्ये प्रतिष्ठेचे प्रतीक म्हणून साखरेचा खप वाढला. ह्याशिवाय प्रगत देशांमध्ये मिष्ट खाद्यपदार्थांचा खप अतोनात वाढण्यामागे तेथील लोकांचे जिव्हालौल्य, ह्याशिवाय आणखी एक कारण आहे. ते कारण म्हणजे आधुनिक जगावर पडणारा जाहिरातीचा प्रभाव किंवा दबाव. जाहिरातीच्या नवीन विकसित तंत्राचा परिणाम म्हणजे ग्राहकाला नको असलेल्या वस्तुमुद्धा विकत घेण्याचा मोह कसा टाळता येत नाही हे सर्वांच्या परिचयाचे आहे. केव्हा केव्हा असंबद्ध बाह्य कारणामुळे माणसाच्या आवडीनिवडी बदलतात. इंग्रज माणूस गोड फळापेक्षा गोड मिठाई जास्त खातो. तर युरपमधील माणसाचा गोड फळांवर विशेष भर असतो. ह्याचे कारण म्हणजे युरपमध्ये गोड फळे स्वस्त असतात. तर इंग्लंडमध्ये मिठाई स्वस्त मिळते. परंतु इंग्लंड युरोपियन कॉमन मार्केटचा सभासद झाल्याने दोन्ही ठिकाणी किंमतीमध्ये एकसुपता येईल व त्यामुळे सर्वच लोकांच्या खाण्याच्या आवडी थोड्याफार बदलतील. हे हेरून धूर्त व्यापाऱ्यांनी आपल्या दुकानांचे स्वरूप बदलले आहे.

बाजारात मिळणाऱ्या तयार गोड खाद्यपदार्थांमध्ये साखरेमुळेच गोडपणा येतो हे खरे. परंतु त्या पदार्थांमध्ये कुरकुरीतपणा, खुसखुशीतपणा, खमंगपणा, माधुर्य व मूळच्या आकर्षक रंगाला व रुचीला उठाव वगैरे गुण साखरेमुळेच येतात. अशी ही साखरेची दुहेरी कामगिरी पाश्चात्य मेवा मिठाईच्या विशेष लोकप्रियतेमागे आहे.

‘साखरेचा खाणार त्याला देव देणार’ अशी एक रूढ म्हण आहे. देवाची कृपा झाल्यावर मग कसला तोटा! ‘यद् यद् रोचते तत् ग्राह्यम्, यद् न रोचते तत् त्याज्यम्’ असे अतिथीला मोठ्या नम्रतेने सूचविण्यात येते. माणसाने गोड लागेल ते यथेष्ट खावे. ह्यामध्ये जिव्हालौल्य हेच आपण आहारामागील एकमेव सूत्र गृहीत धरतो. जिमेचे हे चोचले शरीराला कितपत मानवतील ह्याचाही विचार करण्याची पाळी येते. आहार हा शरीराच्या गरजा पुरविण्यासाठी व आरोग्यासाठी असला पाहिजे. आरोग्यामध्ये विघाड होतो तेव्हा आहारातील घटकांबद्दल फेरविचार करण्याची गरज निर्माण होते.

### साखर आणि आरोग्य :

आधुनिक संस्कृतीमुळे म्हणजेच आधुनिक जीवनपद्धतीमुळे काही व्याधी बळावल्या आहेत असे सांगण्यात येते. उदाहरणार्थ रक्तदाब, कॉरोनरी थांबोसिस, मधुमेह, दात किडणे, पचन नलिकेतील विघाड, सांधे दुखणे, खाज येणे ह्यासारखे चर्मदोष, वगैरे व्याधींचे प्रकार ही आधुनिक संस्कृतीची कडु फळे असे मानण्यात येते. परंतु हे बरोबर



नाही. खरे म्हणजे ह्या व्याधीचा उगम संस्कृतीपेक्षा काही देशांच्या संपन्नतेमध्ये किंवा सुबत्तेमध्ये शोधावा लागेल.

एका शास्त्रज्ञाने १९२० ते १९६० ह्या कालखंडामध्ये ब्रिटनमधील टी.व्ही. व रेडिओ ह्यांच्या परवान्यांची संख्या व कॉरोनरी मृत्यूंची संख्या ह्यांचा आलेख काढून दोन्हीमध्ये पुष्कळशी एकरूपता असल्याचे एक गंमत म्हणून दाखवून दिले आहे. ह्यावरून ह्या दोन आलेखांमध्ये कार्यकारक संबंध शोधणे चुकीचे होईल. दोन आलेखातील एकरूपता असण्याचे कारण देशाची वाढती श्रीमंती व संपन्नता ह्यांमध्ये शोधावे लागेल.

मुसंपन्न देशातील लोकांचा आहार तपासून पाहता त्यामध्ये प्रमाणाबाहेर असलेली साखरच, पूर्णतया नाही तरी अंशतः, दोषी आहे असे आता मानण्यात येते. ह्याविषयी शहानिशा करण्यासाठी आहारातील साखरेचे प्रमाण आणि वरील व्याधींचा प्रादुर्भाव ह्यांच्या अन्योन्य संबंधाबद्दल बरेच संशोधन होऊन काही निष्कर्ष काढण्यात आले आहेत.

### पोकळ उष्मांक (empty calorie) :

साखर आणि आहार ह्यांचा विचार करतांना एक गोष्ट ध्यानात घेणे आवश्यक आहे. ब्रिटनसारख्या पुढारलेल्या देशामध्ये तेथील लोकांच्या आहारासाठी लागणाऱ्या उष्मांकापैकी सरासरी २० टक्के भाग केवळ साखरेचे भागविला जातो. काही लोकांच्या बाबतीत हे प्रमाण त्याहूनही जास्त असते. सर्व आहारापैकी जवळजवळ २० टक्के भाग केवळ शरिराच्या जीवन कार्यक्रमासाठी लागणाऱ्या उष्णतेसाठी खर्च पडतो. शरिराच्या संपूर्ण पोषणासाठी लागणारी जिवनसत्त्वे, क्षार व इतर पोषणसाहाय्यक द्रव्ये ही साखरेमध्ये मुळीच नसतात. इतर अन्नपदार्थांमध्ये उष्मांकाबरोबर ही पोषणसाहाय्यक द्रव्ये बऱ्याच प्रमाणात असतात. आहारामध्ये साखरेचे प्रमाण जेवढे जास्त तेवढे ह्या साहाय्यक द्रव्यांचे प्रमाण कमी पडेल. समतोल आहाराच्या दृष्टीने ह्या साहाय्यक द्रव्यांची भरपाई स्वतंत्ररीतिने करणे आवश्यक आहे. म्हणजे ही तूट इतर अन्नपदार्थांमधून भरून निघाली पाहिजे. अथवा ही पोषण साहाय्यक द्रव्ये स्वतंत्रपणे तरी घेतली पाहिजेत.

### चर्मरोग, सांधेदुखी व पचन-नलिकेचे विकार :

ह्या व्याधी व आहारातील साखरेचे जादा प्रमाण ह्यांचा प्रत्यक्ष संबंध आहे काय? व असल्यास तो किती आहे? प्रयोगशाळेमध्ये प्राण्यांवर केलेल्या प्रयोगांनी निश्चित असा काहीच निष्कर्ष काढता येत नाही. तरीपण ह्या आजारांनी त्रस्त झालेल्या

रोग्यांच्या आहारामधील कार्बोहायड्रेट व साखर ह्यांचे प्रमाण कमी केल्यास रोग्यांना बरे वाटते असा डॉक्टरांचा अनुभव आहे.

### मेदवृद्धि :

कोणी कोणते अन्न किती खावे ह्या विषयी शास्त्रीयदृष्ट्या काही प्रमाणे ठरविली जातात. अशा व एवढ्या आहाराला आपण योग्य प्रमाणित किंवा वाजवी आहार असे म्हणजे. आहार वाढल्यास म्हणजे वाजवीपेक्षा जास्त अन्न खाल्ले तर काय होईल ? जादा अन्नाचे मेदवृद्धीमध्ये रूपांतर होते असे मानण्यात येत असे. जादा आहार म्हणजे मेदवृद्धी हे समीकरण शास्त्रीय दृष्ट्या पूर्णत्वाने बरोबर नाही असे आढळून आले आहे. ह्या संबंधीचे काही शास्त्रीय निष्कर्ष असे आहेत :

काही माणसांना आहार जास्त झाला तरी तो पचविता येतो. पचन झाल्यामुळे निर्माण होणारी जादा उष्णता शरीरातून विसर्जित होते. ह्या लोकांच्या बाबतीत जादा आहारामुळे मेदवृद्धी होत नाही.

जिव्हालीत्य म्हणून जादा आहार घेणाऱ्या लोकांनी जर पुरा आहार दिवसातून २-३ वेळा घेण्यापेक्षा बऱ्याच वेळा थोडा थोडा घेतल्यास लठ्ठपणा येण्याची शक्यता बरीच कमी असते.

काही लोकांच्या बाबतीत जादा आहारातील कार्बोहायड्रेट घटकामध्ये साखरेचे प्रमाण जास्त असल्यास लठ्ठपणा येतो. परंतु ग्लूकोज ह्या साखर प्रकारामुळे लठ्ठपणा येत नाही.

ह्यावरून आहारातील साखर व लठ्ठपणा ह्यांचा निश्चित संबंध दाखविता येत नाही. प्रयोगशाळेतील प्राण्यांवर केलेल्या प्रयोगावरून निश्चित असा काहीच निष्कर्ष काढता येत नाही. तथापि जादा वजन असलेल्या लोकांच्या बाबतीत त्यांच्या आहारातील साखरेचे प्रमाण कमी केल्यास त्या लोकांचे जादा वजन घटते असा मात्र बऱ्याच डॉक्टरांचा अनुभव आहे.

### दंत दोष :

किडके, दुखरे दात व साखरयुक्त घनरूप आहार ह्यांचा परस्पर संबंध असल्याचे बऱ्याच प्रयोगांनी निश्चितपणे प्रस्थापित झाले आहे. लहान मुलांच्या बाबतीत साखर-युक्त घनरूप आहारामुळे दात किडतात. दात स्वच्छ न ठेवणाऱ्या मुलांमध्ये हे प्रमाण पुष्कळच असते. परंतु दातांच्या स्वच्छतेबद्दल काळजी घेणाऱ्या मुलांमध्ये ह्या अशा खाण्याचा विपरीत परिणाम फारसा दिसत नाही. तरीपण दंतवैद्य दंतरोगाच्या बाबतीत साखरेलाच मुख्य गुन्हेगार मानतात. १९६४ साली इंग्लंडमध्ये १३ वर्षांच्या २५००



मुलांचे निरीक्षण केल्यावर ही मुले प्रत्येक आठवड्याला प्रत्येकी ६ औंस ते ३५ औंस (सरासरी १७ $\frac{1}{2}$  औंस) विलायती मिष्टखाद्ये म्हणजे स्वीटस् खातात. ह्यावरून मुलांना मिठाईबद्दल आकर्षण किती आहे ह्याची कल्पना येईल.

ब्रिटिश दंतवैद्यक संघटनेने (ब्रिटिश डेंटल असोसिएशन) १९६९ साली एका पत्रकाद्वारे मिठाईमुळे होणारे दंतरोग मोठ्या परिणामकारक रीतिने स्पष्ट केले आहेत. ब्रिटनमधील मुले दरसाल निदान ५ लक्ष ८५ हजार टन मिष्ट मिठाई-स्वीटस् खाऊन फस्त करतात. परंतु त्याबद्दल त्यांना फार मोल द्यावे लागते. अशा ह्या गोड खादाड मुलांचे दात किडतात, दूषित होतात किंवा दुखतात. दंतवैद्याने ते उपटून काढून टाकावे लागतात. दरसाल अशा ह्या काढून टाकलेल्या दातांची रास केल्यास, त्यांचे वजन ४००० किलो एवढे तरी भरेल. गोड खादाडपणाला केवढी किंमत द्यावी लागते !

वाढणाऱ्या दातांचा साखरयुक्त पदार्थाशी दीर्घकाळ संबंध राहिल्याने दंत दोष निर्माण होतात. ह्यासाठी आपल्या खाण्याच्या सवयी बदलण्याची गरज निर्माण झाली आहे. साखरयुक्त गोड पदार्थ चघळत राहिल्याने व फार काळ दातांना चिकटून राहिल्याने दातांची खराबी प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्षपणे करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांच्या घातक कार्याला वाव मिळतो. गोड खाऊ त्यामुळे लवकर खाऊन संपवावा व लगेच तोंड स्वच्छ धुवून टाकावे असे सांगण्यात येते. परंतु मोहक स्वाद व गोड रुची तोंडात रेंगाळत ठेवण्याचा आनंद उपभोगणाऱ्या मुलांना हा कटु उपदेश कसा रुचणार ! पालन करावयाला त्यातल्या त्यात सोपा असा एक नियम म्हणून मुचविण्यात येतो. तो म्हणजे जेवणाव्यतिरिक्त अन्य वेळी गोडघोड पदार्थ वर्ज्य करा. चॉकलेट, टॉफी, लिमलेट, मिठाई वगैरे गोड खाऊ तयार करणाऱ्या मोठ्या कारखानदारांपुढे ही नवीनच समस्या उभी राहिली आहे.

ह्या अडचणीतून मार्ग काढण्याच्या दृष्टीने एक पर्याय मुचविण्यात येतो. दातांना चिकटून न राहणारी व लवकर खाऊन संपणारी अशी मिठाई-स्वीटस् तयार करणे. दातांना, तोंडाला चाळा पाहिजे असलेले किंवा थोड्या मिठाईने पुष्कळ वेळ तोंड गोड राहावे ह्यासाठी उत्सुक असलेल्या मुलांना हा पर्याय कितपत रुचेल हा प्रश्नच आहे. ह्या गोड मिठाईमधून साखर काढून टाकली तर सर्व प्रश्नच सुटेल. परंतु मग साखरेच्या ऐवजी काय वापरवायाचे ? सॅकरिन व सायक्लामेट किंवा तत्सम अन्य कृत्रिम गोड पदार्थ वापरले तर मिठाईमध्ये गोडपणा येईल. परंतु साखरेने मिठाईला येणारे आकारमान, खुसखुशीतपणा, व पौष्टिकता हे गुण मात्र त्यामध्ये दिसतील. FAO/WHO ह्यांसारख्या अन्तरराष्ट्रीय संघटनांनी मुलांच्या खाण्यामध्ये वरील कृत्रिम गोड द्रव्ये निशिध्द ठरविली असल्यामुळे, त्याचा वापर ग्राह्य मानता येणार नाही.

साखरेव्यतिरिक्त अन्य कार्बोहायड्रेट वापरल्यास, त्यामध्ये इतर गुण असले तरी गोडपणा बराच कमी असतो. परंतु विशिष्ट एन्झाइम वापरून स्टार्चचे जलविघटन करून त्यापासून ग्लुकोज मिळविता येतो. तो गोडपणा साखरेपेक्षा कमी असतो. परंतु गोडीची कमतरता अल्प प्रमाणात कृत्रिम गोड द्रव्ये वापरून भरून काढल्यास मिश्रणामध्ये दातांना अपाय करणारे दोष राहाणार नाहीत. अगदी अलिकडे साखरेच्या ऐवजी ग्लुकोज वापरण्याकडे जास्त कल होऊ लागला आहे, असा ब्रिटिश व्यापारऱ्यांचा अनुभव आहे.

### मधुमेह :

शरीराकडून जेव्हा एखादे काम केले जाते तेव्हा रक्तातील ग्लुकोज साखरेचे ज्वलन होते व त्यामधून निष्पन्नाच्या उष्णतेने शरीर गरम राहाते व काम करावयाला लागणारी ऊर्जा मिळते. रक्तामध्ये ही साखर येते कोठून? आपण प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष साखर खातो तिचे ग्लुकोजमध्ये रूपांतर होऊन ती रक्तामध्ये येते. परंतु ती फारच थोडी असते. भात, पोळी, वगैरे पिष्टमय पदार्थ आपण खातो. त्यांचे प्रथम ग्लुकोजमध्ये रूपांतर होते. शरीराला फक्त ग्लुकोजचाच उपयोग करता येतो. त्याचप्रमाणे आपल्या आहारातील प्रथिनापासून सुद्धा ग्लुकोज मिळतो. सामान्यपणे सुदृढ प्रकृतीच्या माणसाच्या पचनेंद्रियातून त्याच्या आहारामधून दररोज ४५० ग्रॅम ग्लुकोज त्याच्या यकृतामध्ये जातो. शरीर जरी ग्लुकोजचा उपयोग करीत असले तरी त्याचा संग्रह यकृतामध्ये 'ग्लायकोजेन' ह्या स्वरूपामध्ये करून ठेवते. रक्तामध्ये असलेले ग्लुकोजचे प्रमाण फारच अल्प असते. साधारणतः माणसाच्या शरीरामध्ये ५ किलो रक्ताचे अभिसरण होत असते. रक्तामध्ये ग्लुकोजचे प्रमाण ०.१० टक्क्याएवढे (म्हणजे रक्ताच्या एक हजार भागांमध्ये ग्लुकोजचा एक भाग एवढे) असते. हेच प्रमाण हजारामध्ये १.८ एवढे झाले तर त्या माणसाला मधुमेह झाला आहे असे म्हणता येईल. त्याउलट हेच प्रमाण हजार भागांमध्ये  $\frac{1}{3}$  (०.६०) भाग ग्लुकोज एवढे कमी झाल्यास माणसाला भयंकर थकवा येतो. म्हणजेच माणसाच्या रक्तामध्ये इन्सुलिनचे प्रमाण वाजवीपेक्षा वरेच जास्त आहे. ह्यावरून माणसाच्या संबंध शरीरामधील रक्तामध्ये केवळ एक चमचा (४-५ ग्रॅम) ग्लुकोज कमी झाल्याने सुदृढ माणसाला एकदम आजाराची तीव्र लक्षणे होतात.

रक्तामधील ग्लुकोज आणि आपण खातो ती साखर ह्यांचा नेमका संबंध काय आहे? आपण खातो ती साखर प्रथम जठरा (stomach) मध्ये जाते व तेथून ती ड्युओडिनम (deudinum) मध्ये कोणताही फेरबदल न होता तशीच जाते. परंतु ही क्रिया अगदी जलद होते. त्यानंतर ती छोट्या आतड्यामध्ये जाते व तेथे साखरेची



इन्व्हर्टेज (invertase) ह्या एन्झाइमशी संबंध येऊन, साखरेचे ग्लुकोज व फ्रक्टोज-मध्ये रूपांतर होते. त्यानंतर ती रूपांतरीत साखर पोर्टल व्हेन (portal vein) म्हणजे प्रतिहारिणी शिरेमधून यकृताकडे पोचते.

रक्तामधील ग्लुकोजचे प्रमाण कमी झाल्यावर यकृतामधील ग्लायकोजेन ह्या संग्रहित स्वरूपातील ग्लुकोज रक्ताभिसरणामध्ये जातो. हृदय, स्नायू व अवयव ह्यांच्या कार्यक्षमतेसाठी आवश्यक ते इंधन ग्लुकोज पुरवितो. जादा ग्लुकोज यकृतामध्ये साठविला जातो. त्याचप्रमाणे स्नायूमध्येपण ग्लुकोजचा ग्लायकोजेन ह्या स्वरूपात साठा करून ठेवण्याची योजना असते. दोन खाण्यामधील कालावधीमध्ये बाहेरून ग्लुकोज मिळविण्याचे साधन उपलब्ध नसते. ह्या कालामध्ये रक्तात ग्लुकोजचा सतत पुरवठा होण्यासाठी अन्नातून तयार होणाऱ्या ग्लुकोजचा यकृतामध्ये ग्लायकोजेन ह्या स्वरूपामध्ये संग्रह करून ठेवण्याचे कार्य इन्सुलिन हा हॉर्मोन करित असतो. इन्सुलिनची निर्मिती पॅन्क्रिआज (pancreas) म्हणजे प्रपाचिक पिंड ह्यामध्ये मेंदूच्या प्रेरणेने होते. इन्सुलिनची दोन प्रमुख कार्ये म्हणजे जादा ग्लुकोजचे यकृतामध्ये ग्लायकोजेनमध्ये रूपांतर करणे व उतकातीमध्ये म्हणजे टिश्यूजमध्ये ग्लुकोजचे ज्वलन करणे. रक्तातील ग्लुकोजच्या प्रमाणावर असणारे नियंत्रण पाहिले तर इन्सुलिनच्या कार्यक्षमतेबद्दल कौतुकच वाटेल. आपल्या रोजच्या आहारातून निघणारे ग्लुकोज हे रक्तात असणाऱ्या ग्लुकोजच्या १०० पट तरी जास्त असते. तरी पण रक्तातील ग्लुकोजच्या प्रमाणांमध्ये फार तर २० टक्के एवढा फेरफार होतो.

परंतु इन्सुलिन तयार करणाऱ्या (पॅन्क्रिआज) प्रपाचीक पिंडामध्ये बिघाड झाल्यास मधुमेह ही व्याधी होते. त्याचे कारण म्हणजे आवश्यक त्या इन्सुलिनची निर्मितीच होत नाही. आहारापासून तयार होणाऱ्या ग्लुकोजचा साठा इन्सुलिनच्या अभावी ग्लायकोजेन ह्या स्वरूपामध्ये यकृतात होत नाही. रक्तातील जादा ग्लुकोजचे म्हणजे ०.१८ टक्क्यापेक्षा जास्त ग्लुकोजचे मुत्रपिंड किंवा किडनीमधून मुत्रावाटे विसर्जन होते. मुत्रामध्ये साखर आढळणे हे मधुमेहाचे लक्षण आहे. परंतु बाहेरून इन्सुलिन मिळविण्याचा शोध लागला आणि मधुमेहींचे जीवन सुसह्य झाले.

इन्सुलिनची योग्य त्यापेक्षा जास्त मात्रा इन्जेक्शनने शरीरामध्ये दिल्यास रक्तातील ग्लुकोजच्या ज्वलनाचे कार्य एवढ्या झपाट्याने होते की रक्तातील ग्लुकोजचे प्रमाण शेकडा ०.०५ ते ०.०६ टक्क्यावर येऊन माणसाला भयंकर भूक लागणे, थकवा येणे, कापरी सुटणे, उन्माद येणे व गुंगी येणे वगैरे लक्षणे कमीजास्त प्रमाणात दिवू लागतात. त्यावर उपाय एकच आणि तो म्हणजे साखर, विशेषतः ग्लुकोज, खाणे. पॅन्क्रिआज मध्ये बिघाड झाल्यास आहाराचे प्रमाण विशेषतः साखरेचे प्रमाण मर्यादित ठेवणे का

आवश्यक आहे हे लक्षात येईल. ह्यामध्ये एक प्रश्न राहातो, तो म्हणजे साखर जास्त खाल्याने किंवा आहार जास्त ठेवल्याने पॅन्क्रिआजवर जादा ताण पडल्याने, त्यामध्ये बिघाड होत असेल का? ह्याचे निश्चयात्मक उत्तर सापडलेले नाही. तरीपण सावध-गिरीची सूचना म्हणून कार्बोहायड्रेट म्हणजे पिष्टमय व साखरयुक्त आहाराचा अतिरेक टाळावा असा वैद्यकीय सल्ला देण्यात येतो.

### फ्रक्टोज (fructose) चे कार्य :

शर्करा आतड्यात गेल्यावर शर्करेचे पर्यस्तन (inversion) होऊन ग्लुकोज व फ्रक्टोज असे दोन साखर प्रकार तयार होतात. ह्यापैकी ग्लुकोजचे इन्सुलिनच्या साहाय्याने यकृतामध्ये ग्लायकोजन ह्या स्वरूपामध्ये संग्रह केला जातो हे पूर्वीच आलेले आहे. परंतु फ्रक्टोजचे नेमके काय होते हे मात्र अजूनही पूर्णपणे समजलेले नाही. ह्याबद्दल तज्ञांचे निरनिराळे अभिप्राय पाहिल्यावर काहीही अंदाज करणे अवघड झाले आहे. अर्थातच फ्रक्टोजच्या बऱ्याचशा भागाचे आतड्याच्या आतल्या बाजूच्या स्त्रावाने यकृतामध्ये प्रथम ग्लुकोजमध्ये व नंतर ग्लायकोजनमध्ये रूपांतर होऊन फ्रक्टोज यकृतामध्ये संग्रहित होतो हे सर्वमान्य आहे. तथापि यकृतामध्ये विशेष बिघाड झाला नसल्यास रक्तामध्ये ग्लुकोज बरोबर अत्यल्प प्रमाणात म्हणजे दहा हजारांमध्ये एक भाग (०.०१%) किंवा त्यापेक्षाही कमी प्रमाणात फ्रक्टोज असतो असे आढळून आले आहे. काही तज्ञांच्या मताप्रमाणे शरीरामध्ये ग्लुकोज व फ्रक्टोज ह्यांच्यामध्ये एक महत्त्वाचा फरक असल्याचे दिसून येते. ग्लुकोजचे ऊतीमध्ये ज्वलन होण्यासाठी इन्सुलिनची गरज लागते. परंतु फ्रक्टोजच्या उपयोग इन्सुलिनशिवाय होऊ शकतो. ह्याचा एक फायदा म्हणजे थकून गेलेल्या माणसाला शर्करा खाल्याने म्हणजे पर्यायाने फ्रक्टोज मिळाल्याने थकावा जाऊन माणूस फार जलद तरतरीत होतो. केवळ ग्लुकोज घेतल्याने हे कार्य थोडे सावकाश होते. दीर्घकाल उपोषणानंतर किंवा अति श्रमानंतर फ्रक्टोजमुळे, किंवा फ्रक्टोजयुक्त मधामुळे माणसाला हुशारी वाटते असे एक मत आहे. काही तज्ञांच्या मते शरीराच्या घडामोडीमध्ये फ्रक्टोजची ग्लुकोजच्या तुलनेने मेदवृद्धीकडे जास्त प्रवृत्ति असते पण ग्लायकोजेन बनविण्याकडे कमी असते. तज्ञांमध्ये एकमत नसलेली अशी ही फ्रक्टोजची कार्यपद्धती दिसते.

### हृद्घमनी रोग (coronary diseases) :

हृद्घमनी रोग हे सुद्धा संपन्नतून येणाऱ्या व्याधी मानल्या जातात. साखरेचा वाढता आहार व हृद्घमनीरोग ह्यांचा संबंध पुष्कळदा जोडण्यात येतो. ह्याबाबतीत करण्यात आलेल्या प्रयोगांनी निश्चितपणे असा संबंध दाखविण्यात आलेला नाही. तरीपण काही



व्यक्तिमध्ये तरी जादा साखरयुक्त आहार व हृद्दमनी रोग ह्यांचा संबंध असावा अशी शंका घेण्यास वाव आहे.

शेवटी विविध आजार विशेषतः मधुमेह व हृदरोग व साखरेचा वाढता आहार ह्यांचा जो काही, थोडासा का होईना, संबंध दिसून येतो त्याचे कारण काय बरे असेल असा प्रश्न मनामध्ये येतो. ह्याचेसुद्धा निश्चयात्मक उत्तर नाही. तथापि लंडन विद्यापीठामधील संशोधक जॉन युडकिन ह्यानी एक संभाव्य उपपत्ति सुचविली आहे. त्यांच्या मताप्रमाणे साखरेचा आहार वाढल्याने रक्तातील इन्सुलिनचे प्रमाण वाढते. इन्सुलिन ह्या एका हॉर्मोनची निर्मिती वाढल्याने कदाचित इतर हॉर्मोनांच्या निर्मितीवर व एन्झाइमच्या निर्मितीवर प्रतिकूल परिणाम होत असावा. त्यामुळे शरिराचे कार्य यथोचित प्रकारे चालण्यासाठी सर्व हॉर्मोन व एन्झाइम ह्यांच्यामध्ये असलेला एक-प्रकारचा समतोल बिघडत असावा. अशी ती उपपत्ति सुचविण्यात आलेली आहे. ही उपपत्ति निश्चितपणे विचारांना चालना देणारी आहे.

### कृत्रिम किंवा संश्लेषित गोड द्रव्ये :

साखरेला पर्याय शोधून काढण्यासाठी म्हणून काही संश्लेषित द्रव्यांचा शोध लावण्यात आलेला नाही. ह्या द्रव्यांचा शोध लागला तो काहीसा अकल्पितपणे. उदाहरणार्थ ह्या द्रव्यांपैकी पाहिले द्रव्य जे सॅकरिन ह्याचा शोध फालबर्ग ह्याला अनपेक्षितपणे लागला. प्रयोगशाळेत मध्ये काही रासायनिक द्रव्ये तयार करण्यासाठी प्रयोग चालू होते. काही प्रयोग करून फालबर्ग घरी आल्यावर त्याच्या बोटाना चांगलाच गोडपणा असल्याचे त्याला आढळून आले. त्याचे कारण बारकाईने शोधून पाहता, त्याच्या एका प्रयोगामध्ये तयार झालेल्या पदार्थाचीच ती रुची होती, हे त्याच्या लक्षात आले. शुद्ध पदार्थ साखरेच्या कितीतरी पट गोड असल्याचे आढळून आले. ते द्रव्य म्हणजे साखरेपेक्षा ५०० पट गोड असणारे सॅकरिन होय. १८८७ साली त्या द्रव्याच्या निर्मितीसाठी पहिला कारखाना निघाला. त्यानंतर नवीन नवीन संश्लेषित रासायनिक द्रव्ये तयार करण्यासाठी पुष्कळ प्रयोग करण्यात आले. त्यामधील काही द्रव्ये तुलनेने गोड किंवा अतीव गोड असल्याचे आढळून आले. त्यापैकी 'पेरिलाल्डिहाइड' (perilaldehyde) नावाचे द्रव्य साखरेच्या २००० पट गोड आहे. सायक्लामेट हे पण पुष्कळच गोड द्रव्य आहे. ह्या सर्व द्रव्यांमध्ये एक सहज लक्षात येणारा दोष म्हणजे साखरेप्रमाणे ह्यांची रुची एकसंध शुद्ध गोड अशी नसते. रुचीमध्ये कमीजास्त प्रमाणात अन्य रुचीचे मिश्रण असते. जिभेवर रेंगाळणारे हे रुचिमिश्रण पुष्कळ लोकांना आवडत नाही. तथापि दुसऱ्या महायुद्धकाळात साखरेची टंचाई झाल्याने सॅकरिनचा वापर सैनिकांसाठी मोठ्या प्रमाणावर करण्यात आला. परंतु ही कृत्रिम गोड द्रव्ये दीर्घकाळ

वापरल्याने काही व्यक्तींच्या प्रकृतीवर अपायकारक परिणाम होतो; असे आढळून आले आहे. ह्यामुळेच WHO सारख्या जागतिक आरोग्य संस्थांनी अशा प्रकारच्या द्रव्यांचा आहारामध्ये वापर करणे निशिद्ध मानले आहे.

तरीपण मधुमेहासारख्या व्याधीमध्ये जेव्हा डॉक्टर साखर अगदी सोडून द्या, साखर वर्ज्य करा, असे निक्षून सांगतात, तेव्हा मधुमेही लोकांच्या अगोड व कष्टमय जीवनामध्ये कोणाचे स्वागत होत असेल तर सॅकरिन किंवा सायक्लमेट ह्यासारख्या द्रव्यांच्या गोडपणाचे. खाण्यामध्ये किंवा चहामध्ये सॅकरिन वापरल्यास साखरेचा गोडपणा मिळतोच व शिवाय साखरेपासून होणारा अपाय टळतो. सॅकरिन किंवा सायक्लमेट ह्यामध्ये चांगले गुण आहेत तसेच काही दोष पण आहेत. त्यांचा मोठ्या तारतम्याने उपयोग केल्यास त्यातील गुणांचा, मर्यादित प्रमाणात का होईना, फायदा होऊ शकतो.

साखर आणि आरोग्य ह्यांचा विचार करताना साखरेचे गुण, तिच्या वापराचे प्रमाण ह्या दोन गोष्टी ध्यानात घ्याव्या लागतील. खाण्याचे धान्यपदार्थ, फळे, टॉफी, चॉकोलेट ह्यांमध्ये साखरेचा अंतरभाव केल्याने पदार्थाचा स्वाद वाढतो. त्यामध्ये एक-प्रकारचा रुचकरपणा येतो. गोड पदार्थांच्या किमतीच्या मानाने साखरेचा भाव (ती महाग असूनही) कमी असल्याने साखरेमुळे गोड पदार्थांचा आकार वाढतो. साखरे-मधील काही दोषांचा विचार करूनमुद्धा साखरेला पर्यायी पदार्थ शोधून काढणे कठीण आहे हे सहज ध्यानात येईल. आहारातील साखरेवर काही प्रमाणात नियंत्रण ठेवणे एवढाच मार्ग दिसतो.





प्रकरण ८

## भारत आणि साखर

प्रास्ताविक :

**भा**रत हे उसाचे व तसेच साखरेचे माहेरघर असले तरी मध्यंतरी भारत हा साखरेची मोठ्या प्रमाणावर आयात करणारा देश होता. परंतु आता भारत थोड्या प्रमाणावर निर्यात करणारा देश बनला आहे. जगातील ऊस उत्पादक देशांमध्ये भारताचा पहिला नंबर आहे. ब्राझिल किंवा क्युबा हे देश ऊस उत्पादनामध्ये कमी आहेत. १९६८ सालच्या उपलब्ध आकडेवारीप्रमाणे सर्व देशांच्या एकूण ऊस उत्पादनात भारताचा वाटा २१.२ टक्के होता. एकूण उसाखालील क्षेत्रामध्ये भारताचा वाटा २४ टक्के होता.

इतर देशांच्या मानाने ऊस उत्पादनामध्ये भारताचा पहिला नंबर असला तरी साखर उत्पादक देशांमध्ये भारताचा क्रम खाली जातो. पुढील आकडेवारी १९७४-७५ सालची आहे.

कोष्टक क्र. ८.१

देश	साखर उत्पादन (दशलक्ष टन)
ब्राझिल	६.९४
क्युबा	५.३८
भारत	३.९९
एकूण जागतिक	४६.१२

साखरेच्या जागतिक उत्पादनामध्ये भारताचा हिस्सा ८.७ टक्के आहे. साखर उत्पादनामध्ये भारताचा क्रमांक खाली जाण्याचे एक कारण म्हणजे एकूण ऊस उत्पादनापैकी एक तृतीयांश भागच साखर उत्पादनासाठी वापरला जातो. बरील साखर उत्पादनाशिवाय गुळ व खांडसारीचे उत्पादन अंदाजे ८.०० दशलक्ष टन होते ह्याचीही नोंद केली पाहिजे.

भारतामध्ये कापड उद्योगाच्या खालोखाल साखर उद्योगाला महत्त्व आहे. साखर उद्योगामध्ये ७०० कोटीपेक्षाही जास्त भांडवल गुंतलेले आहे. ह्या धंद्यामध्ये सुमारे दोन कोटी ऊस उत्पादक व इतर मिळून साखर धंद्यावर अवलंबून आहेत. साखर कारखान्यांनी व गुळ व खांडसारी उत्पादकांनी विकत घेतलेल्या उसाचा मोबदला म्हणून सुमारे १००० कोटी रुपये शेतकऱ्यांना मिळत असावे. त्याशिवाय साखरेची वाहतूक करणे तिचा व्यापार करणे ह्यामध्ये व मेवा मिठाई निर्मिती इत्यादि व्यवसायांमध्ये कित्येक लोकांना काम मिळते. साखरेची यंत्रसामुग्री बनविणारे कारखानदार हे साहाय्यिकच साखर धंद्यावर अवलंबून नसतात. साखरेवरील 'उत्पादन शुल्का'मुळे भारत सरकारला पण बराच महसूल मिळतो. साखर उद्योगामुळे ग्रामीण परिसरात मोलॅसिस पासून आल्कोहोल व इतर रासायनिक द्रव्यांची निर्मिती करणारे व चिपाडांपासून कागद तयार करणारे उपउद्योग निघतात. त्याचप्रमाणे दुग्ध उत्पादन व कुक्कुट पालन वगैरे जोडधंद्यांना प्रोत्साहन मिळते.

ह्या संदर्भात सहकारी साखर कारखान्यांनी ग्रामीण भागात केलेल्या प्रगतीचा आवर्जून उल्लेख केला पाहिजे. ग्रामीण भागामध्ये नवीन नेतृत्व निर्माण होत आहे. ग्रामीण विकास जलदगतीने होत आहे. ह्याचे प्रत्यंतर ग्रामीण भागात विशेषतः साखर उद्योगाच्या परिसरात येते. तेथे उपलब्ध होणाऱ्या कृषिविषयक सुधारणा, वाहतुकीच्या सोयी, वैद्यकीय व शैक्षणिक सुविधा ह्यांचा विचार करता साखर उद्योगामुळे होत असलेले कार्य फारच मोठे आहे हे ध्यानात येईल.

उत्तर भारत व दक्षिण भारत ह्यांमधील साखर उत्पादनाचा विचार करता हवामानाच्या अनुकूलतेमुळे व इतर कारणांमुळे दक्षिण भारतामध्ये दर हेक्टरी साखर उत्पादन बरेच जास्त असल्याचे आढळून येते. महाराष्ट्र राज्याला साखर उद्योगामध्ये महत्त्वाचे स्थान प्राप्त झाले आहे.

भारतामध्ये उसाखालील एकूण क्षेत्र, दर हेक्टरी उसाचे उत्पादन, साखर कारखान्यांची संख्या, साखरेसाठी ऊस, एकूण साखर उत्पादन व गळिताच्या हंगामाचे दिवस (सरासरी) ह्यांची आकडेवारी पुढील कोष्टकामध्ये दिलेली आहे.



कोष्टक क्र. ८.२ (अ)

वर्ष	उसाखालील क्षेत्र १०० हेक्टर	दर हेक्टरी ऊस उत्पादन टन	एकूण ऊस उत्पा- दन १००० टन	साखर कारखा- न्यांची संख्या.
१९७१-७२	२३६२	४८.००	११३५६९	२२०
१९७२-७३	२४२४	५१.५०	१२४८६६	२२८
१९७३-७४	२६९१	५१.२५	१३७८३३	२२९

कोष्टक क्र. ८.२ (ब)

वर्ष	साखरेसाठी ऊस १००० टन	एकूण साखर उत्पा- दन १००० टन	गळिताच्या हंगा- माचे दिवस सरासरी
१९७१-७२	३०९९८	३११२	१०७
१९७२-७३	४०४०१	३८७२	१३३
१९७३-७४	४२२८३	३९४९	१३८

राज्यस्तरावरील माहिती १९७३-७४ सालची पुढील कोष्टकात दिलेली आहे.

कोष्टक क्र. ८.३

राज्य	ऊस क्षेत्र १००० हेक्टर	ऊस उत्पादन १००० टन	साखरेसाठी ऊस १००० टन	साखर १००० टन	कारखान्यां ची संख्या
आसाम	३९	१५८४	७९	७	१
आंध्र प्रदेश	१५४	१२०१९	२९७७	२८३	१७
बिहार	१४८	५१५७	२५५४	२३३	२६
गुजरात	४४	२२२७	१७९०	१७६	८
केरळ	१०	५१४	३१२	२६	३
महाराष्ट्र	१६१	१२६७३	८९४२	९५५	४५
मध्यप्रदेश	४६	१२५२	३१४	२२	६
म्हैसूर	१०९	९१५८	२८५२	२८४	१४
ओरिसा	४६	२५९२	१०१	९	३
पंजाब	११२	५९७०	८०५	६७	६
हरियाणा	१५०	५९६०	११९२	९४	३
पॉडिचेरी	२	१५३	३०१	२६	१
राजस्थान	४०	१९४०	२३६	२१	३
उत्तर प्रदेश	१४७३	६११३६	१४४२२	१२९६	७४
प. बंगाल	३३	१६४४	७६	१४	१
तामिळनाडू	१४९	१३५९५	५२८७	४४३	१६
इतर	६	२५९	४४	३	२
एकूण	२७२२	१३७८३३	४२२८३	३९४९	२२९

महाराष्ट्रातील साखर कारखाने व साखर उत्पादन (१९७३-७४)

कोष्टक क्र. ८.४

जिल्हा/साखर कारखाना	उसाचे गाळप टन	साखरेचे उत्पादन टन
(१) यवतभाळ वसंत स. सा. कारखाना, पोफळी	२६,७१४	२,४२७
(२) बुलढाणा जिजामाता सह. सा. कारखाना, टुसरवीड	६,२५०	२५०
(३) धुळे श्री सातपुडा-तापी परिसर स. सा. कारखाना, पुरुषोत्तम नगर, पांझरकान स. सा. कार., भडणे	३४६,१९९ १६९,६८३	३२,९०२ १७,१३३
(४) औरंगाबाद गंगापूर स. सा. कारखाना, रघुनाथनगर	४३,२७८	४,२१५
(५) नांदेड कळंबर विभाग स. सा. कार., कळंबर	(फॅक्टरी चालू नाही)	
६) उस्मानाबाद तेरणा शेतकरी स. सा. का., तेरणानगर शेतकरी स. सा. कारखाना, किलारी	६१,९०४ (फॅक्टरी चालू नाही)	६,४३५
७) नासिक रावळगाव शुगर फार्म लि., रावळगाव गिर्णा सह. सा. कारखाना, दभाडी निफाड सह. सा. का., भाऊसाहेब नगर	१८३,२७७ २२२,२९९ २६८,४२३	१८,७८९ २३,०२१ २८,९९७
८) अहमदनगर १. अशोक स. सा. कारखाना, अशोकनगर २. वेलापुर शुगर, हरिगाव ३. श्री गणेश स. सा. कार., गणेशनगर ४. गोदावरी शुगर मिल्स, साखर वाडी	१९२,४४४ १८२,४५९ २२२,४४४ १४९,४९६	१९,२१५ १९,२२१ २२,०८९ १५,०५६



जिल्हा/साखर कारखाना	उसाचे गाळप टन	साखरेचे उत्पादन टन
५. गोदावरी शुगर मिल्स, लक्ष्मीवाडी	१०३,८१०	१०,२०५
६. कोपरगाव स. सा. कार., कोल्हेवाडी	३१९,३६४	३१,९२९
७. महाराष्ट्र शुगर मिल्स, टिळकनगर	२३५,००७	२४,६७१
८. प्रवरा स. सा. कार., प्रवरानगर	४७३,०२३	४८,४६९
९. राहुरी स. सा. कार., श्रीशिवाजी नगर	५३४,५६२	५७,०५४
१०. संगमनेर भाग सह. सा. का., अमृतनगर	१६०,९३८	१६,८०७
११. संजिवनी (टकली) स. सा. का., शिगणपूर	२४४,६७९	२५,५६८
१२. श्री चांगदेव शुगर मिल्स, पुणतांबा	७६,८४७	७,४८४
१३. श्री गोंदा स. सा. का., श्री. गोंदा	६८,६१३	७,४०८

९) सोलापूर

१. बृहन् महाराष्ट्र शुगर सिंडिकेट, श्रीपूर	१४९,३१३	१५,०४०
२. सासवड माळी स. सा. कार., माळीनगर	७७,६४५	७,५९४
३. श्रीशंकर सह. सा. का., सदाशिव नगर	१००,३०९	१०,३९४
४. यशवंत स. सा. कार., अकलुज	२४२,९५९	२५,३८०
५. श्री सिद्धेश्वर स. सा. का., टिकेकरवाडी	(फॅक्टरी चालू नाही)	

१०) पुणे

१. मालेगाव सह. सा. का., मालेगाव	२०६,५१०	२१,६६०
२. श्री छत्रपती स. सा. का., भवानीनगर	१५५,०१४	१६,१५७
३. श्री सोमेश्वर स. सा. का., सोमेश्वरनगर	१५२,५११	१७,५७५
४. वालचंद इंडस्ट्रीज, वालचंद नगर	१४६,८३४	१४,००३
५. यशवंत स. सा. का., चिंतामणी नगर, थेऊर	२७७,४६३	२९,२२१

जिल्हा/साखर कारखाना

उसाचे गाळप टन

साखरेचे उत्पादन टन

## ११) सातारा

१. कृष्णा स. सा. का., रेठरे-बुद्रुक	४३६,६३५	५३,५४५
२. बाळासाहेब देसाई स. सा. का., मराली	१६,७५६	१,७१७
३. फलटण शुगर वर्क्स, साखरवाडी	१५१,७९९	१६,४४४
४. श्रीराम स. सा. कारखाना, फलटण	१८५,८८१	२०,०२८
५. सातारा स. सा. का., भुइंज	फॅक्टरी चालू नाही.	
७. महाराष्ट्र शुगर मिल्स, टिळकनगर	२३५,००७	२४,६७१
८. प्रवरा स. सा. का., प्रवरानगर	४७३,०२३	४८,४६९
९. राहुरी स. सा. का., श्रीशिवाजी नगर	५३४,५६२	५७,०५४

## १२) सांगली

१. विश्वास स. सा. का., यशवंतनगर	१,६९८	१६०
२. शेतकरी स. सा. का., सांगली	५१०,८०६	५५,३९०
३. वाळवा तालुका स. सा. का., साखराळे	१७८,४८६	२०,१६२

## १३) कोल्हापूर

१. भोगवती स. सा. का., शाहुनगर	३०५,६१३	३७,४४२
२. श्रीदुधगंगा-वेदगंगा स. सा. का., बिद्री	२०४,१८९	२४,५०३
३. श्रीदत्त सह. स. सा. का., असुर्ले	फॅक्टरी चालू नाही.	
४. कोल्हापूर शुगर मिल्स, कसबावावडा	२२३,८४२	२५,४०८
५. कुंभी-केसरी सह. सा. का., कुडिने	२४५,१५०	२९,३४०
६. श्री. पंचगंगा स. सा. का., इचलकरंजी	३८६,६५३	४२,६३६
७. श्री. वारणा सह. सा. कार., वारणानगर	१७९,७८०	२०,६५५
८. श्रीदत्त सह. सा. कार., शिरोळ	१००,७१५	१०,७१४



१९७३-७४ सालासाठी उभारणी चालू असलेले महाराष्ट्रातील साखर कारखाने व त्यांची ऊस गाळप क्षमता.

कोष्टक क्रमांक ८.५

जिल्हा	साखर कारखाना	गाळप क्षमता टन
जळगाव	१) वसंत सह. सा. कारखाना, कसोडा	१२५०
	२) बलगंगा सह. सा. कारखाना, भोरस	१२५०
	३) यावळ-रावेर तालुका को. फॅक्टरी, फैजपूर	१२५०
परभणी	१) पूर्णा सह. सा. कारखाना, बसमतनगर	१२५०
	२) मराठवाडा स. सा. कारखाना, डोंगरकडा	१२५०
	३) गोदावरी दुधना स. सा. कार., देवनांद्रा	१२५०
औरंगाबाद	१) कन्नड सह. सा. कारखाना, कन्नड	१२५०
	२) विनायक सह. सा. कारखाना, विजापूर	१२५०
	३) सिद्धेश्वर सह. सा. कारखाना, सिलोड	१२५०
	४) संत एकनाथ को. शुगर फॅक्टरी, वाहेगाव	१२५०
बीड	१) आंबजोगाई सह. सा. कारखाना, बीड	१२५०
	२) जयभवानी स. सा. का., गेवराय	१२५०
	३) कडा स. सा. कारखाना, कडा	१२५०
नांदेड	१) गोदावरी मन्नार स. सा. का., केरूर	१२५०
नासिक	१) कमंवीर काकासाहेब स. सा. का., निफाड	१२५०
	२) कडवा सह. सा. का. हिंडोरी	१२५०
	३) नासिक सह. सा. कारखाना, पल्से	१२५०
अहमदनगर	१) ज्ञानेश्वर सह. सा. कारखाना, नेवासा	१२५०
	२) मुळ सह. सा. कारखाना, सोनई	१२५०
सोलापूर	१) विठ्ठल स. सा. कारखाना, पंढरपूर	१२५०
	२) भिमा स. सा. कारखाना, मोहोळ	१२५०
	३) श्री भगवती स. सा. कारखाना, पाणगाव	१२५०
पुणे	भिमा स. सा. कारखाना, पाटस	१२५०
सातारा	संघाद्रि स. सा. कारखाना, कराड	१२५०
कोल्हापूर	१) दौलत शेतकरी स. सा. का., चंदगड	१२५०
	२) गर्डहिंजल तालुका स. सा. का., गर्डहिंजल	१२५०
रत्नागिरी	परशुराम सह. सा. कारखाना, चिपळुण	१२५०

उसातील जास्तीत जास्त साखर उपलब्ध व्हावी म्हणून भारतामध्ये दोन आधुनिक तंत्रांचा अवलंब करण्यात येत आहे. एक म्हणजे उसाच्या चिपाडामध्ये राहणारा साखरेचा अंश बऱ्याच प्रमाणात मिळविण्याचे 'परिसरण' किंवा डिफ्युजन (diffusion) तंत्र. ह्यासाठी परिसरण यंत्र किंवा डिफ्युजर वापरतात. हे तंत्र वापरणारा भारतातील पहिला कारखाना म्हणजे 'बेलापूर शुगर अँड अलाइड इंडस्ट्रीज लि., हरिपूर (अहमदनगर). १९२० साली ह्या कारखान्यामध्ये एक परदेशी (डेन्मार्क) डिफ्युजर बसविण्यात आला. ह्यामुळे चिपाडामध्ये वाया जाणारी साखर काही प्रमाणात आता उपलब्ध होत आहे. ह्या कंपनीने प्रसिद्ध केलेल्या आकडेवारीप्रमाणे रसामध्ये उसातील साखरेपैकी केवळ चरक वापरल्याने ९२ टक्के साखर येते. परंतु डिफ्युजर वापरल्याने तेच प्रमाण ९६ टक्के एवढे वाढले आहे. म्हणजे साखरेचा उतारा उसाच्या वजनाच्या कमीत कमी ०.३ टक्के एवढा तरी वाढतो. २ लक्ष टन ऊस गाळला तर ६०० पोती जादा साखर उपलब्ध होते. ह्या तांत्रिक प्रगतीचे अनुकरण इतर साखर कारखान्यांनी केले नसते तरच आश्चर्य. आता ही डिफ्युजन यंत्रे आयात करावी लागत नाहीत. लासॅन टोब्रो सारख्या यंत्रोत्पादक कंपन्या असे डिफ्युजर भारतामध्ये तयार करीत आहेत. लासॅन टोब्रो कंपनीने प्रसिद्ध केलेल्या माहितीप्रमाणे भारतामध्ये फलटन साखर कारखान्यासारख्या सहा साखर कारखान्यांनी असे डिफ्युजर बसविलेले आहेत. लवकरच आणखी ४ नवीन कारखान्यांमध्ये ते बसविण्यात येणार आहेत.

डिफ्युजरचा एक महत्वाचा फायदा म्हणजे डिफ्युजर हे ऊस-साखरेप्रमाणेच बीट-साखरेसाठी वारता येतात. दोन्ही साखर पिकांना हवामान साधारण अनुकूल असल्यास दोन्ही पिकांची लागवड करून ह्या यंत्राचा एकाच जागी दुहेरी उपयोग होतो. म्हणजे बीटच्या हंगमामध्ये बीट-साखरेसाठी व उसाच्या हंगमामध्ये ऊस-साखरेसाठी. राजस्थानमधील गंगानगर येथील साखर कारखान्याने ह्या दृष्टीने डिफ्युजरची योजना १९७१ सालापासून केली आहे.

दुसरे आधुनिक तंत्र आहे ते मोलॅसिस क्षारविरहित करण्याचे. ह्यासाठी नॅशनल शुगर इन्स्टिट्यूट, कानपूर, ह्या संस्थेचे प्रयोग केलेले 'आयन एक्चेंज तंत्र' उपलब्ध आहे. महाराष्ट्रामध्ये ह्या तंत्राचा उपयोग संजीवनी सहकारी साखर कारखान्यामध्ये एक पायलट प्लँट बसवून व्हावयाचा आहे. संपूर्ण यंत्र योजनेसाठी ९४ लक्ष रुपये खर्च येईल. परंतु त्यापासून मिळणारा आर्थिक लाभ लक्षात घेता यंत्राची किंमत दोन वर्षांत वसूल होईल असा संजीवनी कारखान्याचा हिशेब आहे.

उसाच्या रसातील क्षारद्रव्ये काढून टाकल्याने उसामधून येणारा साखरेचा उतारा ०.७ ते ०.९ टक्क्यांनी वाढतो. साधारणतः २००० टन ऊस दररोज गाळला असे



गृहित धरल्यास दररोज १४० ते १८० पोती जादा साखर उपलब्ध होईल, असा हिशेब आहे. शिवाय वेगळ्या होणाऱ्या क्षारातून ६ ते ७ टन पोटॅश हे महत्त्वाचे व दुर्मिळ खत मिळेल. साखर कारखान्यांचे एकूण गाळप चार लक्ष मेट्रिक टनाचे धरल्यास व ०.७ टक्के वाढ गृहित धरल्यास (२८,०००) पोती जादा साखर अशा कारखान्यांना मिळू शकेल. साखरेवरील सरकारी उत्पादन शुल्क वगळल्यास, त्या साखरेची किंमत ५६ लक्ष रुपये होईल.

ह्या आधुनिक तंत्राचे आणखीही फायदे आहेत. आयन एक्स्चेंज साधन वापरल्याने साखरेच्या प्रतिमध्ये सुधारणा होते. शिवाय ह्या पद्धतीने तयार होणारे मोलॅसिस (उसाच्या वजनाच्या १.५ टक्का एवढे) खाण्यालायक गोड असते. त्यापासून मधुर गोल्डन सिरपही मिळू शकते. त्याला चांगली किंमत येते. कानपूर संस्थेने पुरस्कार केलेल्या अशा ह्या अभिनव तंत्राचे विविध फायदे आहेत.

काही जुने छोटे साखर कारखाने त्यांच्या जुन्या यंत्र सामुग्रीच्या अकार्यक्षमतेमुळे चालविणे परवडत नाही. परंतु अशा साखर कारखान्यांच्या परिसरात उसाचे उत्पादन पुरेसे असल्यास अशा कारखान्यांनी उसापासून शुध्द साखर उत्पादनाचे सर्व टप्पे पुरे न करता, फक्त साखरेचा घन पाक (१ : ५) तयार करण्यापर्यंतचे टप्पे पुरे करावे. नंतर तो पाक जवळच्या मोठ्या साखर कारखान्याला पुरविल्यास दोन्ही कारखान्यांना काम मिळेल व ते काम जास्त कार्यक्षम पद्धतीने पार पाडता येईल. जुन्या व दुर्बल कारखान्यांची कार्यक्षमता त्या प्रमाणात वाढेल. असा एक उल्लेखनीय प्रयत्न म्हणजे कोल्हापूरनजिक अमुल्ले-पोल्ले ह्या छोटा कारखाना साखरेचा जाड पाक कुंभी-केसरी सहकारी साखर कारखान्याला पुरवितो हा होय. तेथे त्यापासून पांढरी साखर बनवितात. नीटपणे न चालणाऱ्या कारखान्यांनी ह्याचे अनुकरण करण्यासारखे आहे.

आणखी एक उल्लेखनीय उपक्रम म्हणजे कर्नाटक राज्यामध्ये जकानूर (विजापूर) येथील गुळ कारखाना. ह्या कारखान्यामध्ये साखर उत्पादनाची काही यंत्रणा वापरून गुळाचे उत्पादन करण्यात येते. गुळाचे उत्पादन ह्या तंत्राचा अवलंब केल्याने जवळजवळ दीडपट होत असल्याचे प्रसिद्ध झाले आहे.

दुसऱ्या एका नवीन उपक्रमाचा मुद्दाम उल्लेख केला पाहिजे. तो आहे एका साखर उत्पादक वनस्पतीच्या जाती विषयी. कर्नाटक इन्स्टिट्यूट ऑफ अॅग्रिकल्चर रिसर्च ह्या कृषिशाल्त्रीय संशोधन संस्थेने गोड सॉरघम (sweet sorghum) ह्या ज्वारीच्या जातीपैकी वनस्पतीच्या दांड्यापासून साखर मिळविण्यामध्ये यश मिळविले आहे. सॉरघमच्या पिकाला ४-५ महिने लागतात. वर्षातून दोन वेळा हे पीक घेता येते. ४-५ महिन्यामध्ये हेक्टरी ४० ते ५० टन एवढे उत्पन्न मिळते.

सॉरघमचे दांडे चरकातून गाळल्यावर गोड रस निघतो व त्यामध्ये १०.१ टक्के साखर असते अशी माहिती प्रसिद्ध झालेली आहे. ऊस व बीट ह्याहून निराळे असे हे साखर-साधन आहे. त्याच्या विकासाला पुष्कळ वाव आहे. परंतु ह्यासाठी वनस्पतीशास्त्रदृष्ट्या व कृषिशास्त्रदृष्ट्या योग्य ती प्रगती झाल्यानंतर साखर उत्पादनामध्ये सॉरघमला महत्त्व प्राप्त होईल.

### साखरेची प्रतवारी :

साखरेची प्रत ही एक इंग्रजी अक्षर व अंक अशा तऱ्हेने दाखविता येते. त्यापैकी अक्षरे ही स्फटिकांचा आकार दाखवितात व अंक हे स्फटिकांची रंगछटा दाखवितात. स्फटिकांच्या आकारावरून ABCD असे आकारमानाप्रमाणे ठळक दाणेदार स्फटिक असतात. DE हे बारिक कणीदार स्फटिक असतात. साखर स्फटिकांच्या रंगछटा दाखविण्यासाठी ३० ते २० असे क्रमांक देण्यात येतात. तथापि साखरेचे रूढ प्रकार म्हणजे, ३०, २९, २८ व इतर असे आहेत. त्यापैकी ३० म्हणजे अगदी स्वच्छ पांढरा. २९, २८ ह्या क्रमांकांची साखर एकदम स्वच्छ नसली तरी ग्राहकांना मान्य होण्यासारखी असते.

१९७२-७३ साली A<sub>30</sub> B<sub>30</sub> C<sub>30</sub> D<sub>30</sub> E<sub>30</sub> ह्या प्रतींच्या साखरेचे एकूण ९२ टक्के उत्पादन झाले, तर A<sub>29</sub> B<sub>29</sub> C<sub>29</sub> D<sub>29</sub> E<sub>29</sub> ह्या प्रतींच्या साखरेचे उत्पादन ७ ते १० टक्के झाले. ह्यामध्ये C<sub>30</sub> D<sub>30</sub> ह्यांचे उत्पादन सर्वात जास्त आहे.

### १९३२ च्या पूर्वी :

भारत जरी उसाचे व साखरेचे उगमस्थान असे मानण्यात येत असले तरी पूर्वी पासून साखर (खांडसारी) किंवा गुळ ह्यांचे उत्पादन हे ऊस बागायतदाराचा कुटिर उद्योग म्हणूनच त्यांना महत्त्व होते. तरीपण १८ व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत थोड्या प्रमाणात का होईना साखरेची निर्यात होत होती. परंतु १९ व्या शतकामध्ये हा प्रवाह उलट दिशेने वाहू लागला.

भारतामध्ये साखरेच्या कारखानदारीचा प्रयत्न १८ व्या व १९ व्या शतकामध्ये अगदी अल्प प्रमाणात सुरू झाला. काही इंग्रज व डच लोकांनी व्यक्तीगत कारखानदारीचे प्रयत्न केले ते कलकत्ता, बिहार व मद्रास येथे. परंतु त्यांचे उद्दीष्ट साखरे-ऐवजी मोलॅसिस पासून निघणारे मद्य हे होते. ईस्ट इंडिया कंपनीकडून मद्याला मागणी होती. परंतु हे किरकोळ प्रयत्न फार काळ टिकून राहिले नाहीत. १९०९ सालाच्या सुमारास बिहार व उत्तर प्रदेश ह्या ठिकाणी अल्प प्रमाणावर कारखानदारीचा आरंभ झाला. परंतु ह्या साखर उद्योगाची स्थापना स्थिर पायावर होण्याच्या दृष्टीने दोन घटना कारणीभूत झाल्या.



भारतातील कृषिविषयक व हवामानविषयक परिस्थिती ध्यानात घेऊन योग्य ऊस जाती शोधून काढणे व त्यांचा प्रसार करणे, ह्यासाठी १९१२ साली कोइमतूर (तामिळनाडू) येथे ऊस-संशोधन संस्थेची स्थापना झाली. ही एक घटना. पहिल्या जागतिक महायुद्धामध्ये साखरेची नाकेबंदी झाली व त्यामुळे हाल, गैरसोयी सोसाव्या लागल्या. हे सारे टाळण्यासाठी भारतामध्ये साखरेचे उत्पादन सुधारणे व वाढविणे ह्याकरिता कसोशीने प्रयत्न करण्याची जरूरी सरकारी स्तरावर तीव्रतेने जाणवू लागली. ही दुसरी घटना.

१९२० साली भारतामध्ये अवघे ९ साखर कारखाने होते. त्यामधून होणारे साखरेचे उत्पादन स्थानिक गरजेच्या मानाने बरेच अपुरे होते. मोठ्या प्रमाणावर साखर आयात करावी लागे. १९३२ सालापर्यंत भारतामध्ये साखर उत्पादनाचे मुख्यतः तीन प्रकार होते. उसापासून कारखान्यांमध्ये नवीन पद्धतीने प्रत्यक्ष शुभ्र साखर तयार करणे, गुळाचे मोठ्या प्रमाणावर कारखान्यांमध्ये शुद्धीकरण करून शुभ्र साखर तयार करणे व उसाच्या रसापासून उघड्या कढईमध्ये जुन्या पद्धतीने लघु उद्योग म्हणून खांडसारी तयार करणे. ह्यापैकी पहिल्या दोन पद्धतींना कारखानदारीचे स्वरूप होते. गुळापासून शुभ्र साखर किंवा खांडसारी ह्या दोन्ही प्रकारच्या साखरेचे निर्मितीतंत्र फारच अकार्यक्षम होते. ह्या पद्धतीमध्ये उसातील साखरेचा बराच भाग फुकट जात असे. १९३२ सालापूर्वी भारतीय साखर कारखानदारीचे व त्याच्या निर्मितीचे चित्र पुढील आकडेवारीने स्पष्ट होईल. ही माहिती डॉ. कुळकर्णी ह्यांच्या 'Tropical Sugar' वरून घेतली आहे.

कोष्टक क्र. ८.६

वर्ष	उसापासून साखर		गुळापासून साखर	
	शुभ्र साखर १००० टन	कारखान्यांची संख्या	शुद्धीकृत साखर १००० टन	कारखान्यांची संख्या
१९२६-२७	६२.५	२५	६८.०	२२
१९३०-३१	११९.८	२९	३१.८	१०
१९३१-३२	१५८.६	३२	६९.५	१७

उसापासून साखर तयार करणारे साखर कारखाने फक्त उसाच्या गळिताच्या हंगामामध्ये चालू असतात. परंतु गुळाचा पुरवठा वर्षभर होत असल्याने गुळापासून साखर तयार करणारे कारखाने वर्षभर चालत असत. तथापि गुळापासून साखर उत्पादन तंत्र अकार्यक्षम असल्याने ती कारखानदारी फार वर्षे टिकून राहिली नाही.

भारतीय साखर परकी साखरेशी स्पर्धा करू शकणार नाही, म्हणून भारतीय साखर कारखाने लवकरच बंद पडतील अशी साधार भिती वाटू लागली. भारतीय साखर घंद्याला वेळीच संरक्षण देण्याचे महत्त्व सरकारी स्तरावर मान्य झाल्यावरच १९३२ साली संरक्षण देण्याचा कायदा पास झाला आणि साखर घंद्याचे सुवर्णयुग सुरु झाले असे म्हणावे लागेल.

### संरक्षक कर - साखर उद्योगाला वरदान :

परकीय देशांमध्ये साखर उत्पादनाचे तंत्र आधुनिक व बरेच कार्यक्षम असल्यामुळे व परकीय देशांच्या व्यापार वाढविण्याच्या धोरणामुळे, परदेशी साखरेपुढे भारतीय साखर उद्योग टिकाव धरणे शक्य नव्हते. भारतीय साखर घंदा जिवंत ठेवावयाचा व त्यामध्ये वाढ व सुधारणा करावयाची तर परकीय साखरेवर भरपूर आयात कर आकारून त्याची किंमत भारतीय साखरेच्या किमतीपेक्षा जास्त असली तरच भारतीय साखर उद्योगाला डोके वर काढता येईल. त्यामुळे साखर उद्योगाचे आधुनिकीकरण व त्याची उत्पादन क्षमता वाढविणे ह्या दोन्ही गोष्टी शक्य होऊन भारताचा जुना साखर घंदा स्वतःच्या पायावर पुन्हा उभा राहिल. ह्या दृष्टीने १९३० साली इंडियन टॅरिफ बोर्ड, ह्या मंडळाने स्थानिक साखर उत्पादन क्षमता, स्थानिक खप, स्थानिक उत्पादन खर्च वगैरे गोष्टी लक्षात घऊन साखर घंद्याला प्रारंभी १४ वर्षे म्हणजे १९३२ ते १९४६ पर्यंत संरक्षण देण्याची शिफारस केली. परकीय साखरेवर पहिली ७ वर्षे दर हंड्रेड वेटला (११२ रत्तल - ५० किलो) सव्वासात (७.२५) रुपये एवढा व उरलेली ७ वर्षे सव्वासहा (६.२५) रुपये एवढा आयात कर बसविण्यात आला होता. १९३८ साली आवश्यक वाटल्यास ह्यासंबंधी फेरविचार करण्याची पण योजना शिफारशीमध्ये होती. ह्या शिफारशी मान्य करून 'संरक्षणा'चा कायदा १९३२ साली पास झाला. शासनाचा हा निर्णय क्रांतिकारकच मानावा लागेल. आयात कर भरुनही परदेशी साखर स्वस्त पडत असेल तर आयात कर वाढविण्याची तरतूद मंडळाच्या शिफारशीमध्ये होती. त्याप्रमाणे सव्वासात रूपये आकारणीवर त्याच्या २५ टक्के जादा वाढ करण्यात आली. म्हणजे एकूण आयात कर ९.०६ रूपये करण्यात आला. कदाचित साखरेच्या चालू किमतीच्या संदर्भात हा आयात कर अगदीच अल्प वाटेल परंतु १९३२ सालच्या साखरेच्या किमती लक्षात घेता हा कर चांगलाच जबर होता.

संरक्षक कराच्या मजबूत तटबंदीच्या आश्रयाने भारतीय साखर उद्योग चांगला फोफावला. चार पाच वर्षांतच भारतीय साखर उत्पादन एवढे वाढले की, साखरेच्या बाबतीत भारत जवळ जवळ स्वयंपूर्ण झाला. एवढ्या अल्प काळामध्ये एकाद्या उद्योगाची झालेली एवढी प्रगती जगामध्ये अन्यत्र क्वचितच आढळेल.



परंतु संरक्षण देण्याच्या धोरणामुळे साखर उद्योग व शासन ह्यांचे संबंध घनिष्ट झाले. साखर उद्योगावर सरकारचे सतत लक्ष राहिले. ह्या घनिष्ट संबंधामुळे साखर कारखानदार व शासन ह्यांच्यामध्ये कॅव्हा कॅव्हा मतभेद व त्यामुळे वादही निर्माण होत असतात.

कोष्टक क्र. ८.७

वर्ष	ऊस क्षेत्र हजार हेक्टर	साखर कारखाने	साखर उत्पादन १००० टन
१९३३-३४	१३८५	१११	४६१
१९३८-३९	१३२८	१३९	६६१
१९४३-४४	१४६४	१५१	१२३६
१०४८-४९	१५१८	१३७	१०१७
१९५३-५४	१४१०	१३४	९८५
१९५८-५९	१९४८	१६४	१८८९
१९६३-६४	२२४९	१९४	२५७३
१९६८-६९	२४६२	२०५	३५५९
१९७३-७४	२६९१	२२९	३९४९

साखरेच्या उत्पादनातील घट किंवा वाढ बाह्य कारणामुळेही घडून येते. स्थानिक वाढती मागणी व निर्यात वाढविण्याची शक्यता ह्यामुळे उत्पादनाची वाढ होते. तशीच घट होण्याचीही बाह्य कारणे असतात. दुष्काळ, पूर, ही कारणे तर आहेतच. शिवाय अधिक धान्य पिकविण्यासाठी उसाखालील शेतजमीन कमी करणे वगैरे प्राप्त परिस्थितीतील शासकीय धोरणे किंवा गुळाला चांगला भाव असल्यास शेतकरी साखर कारखान्यांना ऊस न देता गुळालासाठी ऊस पुरवतात अशी कारणेही असतात.

भारतामध्ये तसे पाहिले तर साखरेवर आयात कराची आकारणी पूर्वीपासून होत होती. उदाहरणार्थ १९०८ साली ती आकारणी साखरेच्या किमतीच्या ५ टक्के होती तर १९२५ साली ती २५ टक्क्यांपर्यंत वाढविण्यात आली. १९२५-२६ सालापासून कर आकारणी किमतीवर न बसविता ती परिणामकारक व्हावी म्हणून वजनावर बसविण्यात आली. दर हंड्रेडवेटवर ४.५ (साडेचार) रुपये एवढा आयात कर होता. परंतु १९३२ सालापासून कर आकारणी रु. ९.०६ एवढी करण्यात आली. युरोपीय देश व इतरत्रही अशाच प्रकारे दर हंड्रेड वेटला १५ रुपयांपर्यंत कमी जास्त आयात कर ठेवण्यात आले होते.

### उत्पादन शुल्क ( excise duty ) :

आयात कराच्या जबर आकारणीमुळे साखरेची आयात थांबली हे खरे. परंतु त्यामुळे भारत सरकारचे आयात कराचे नुकसान झाले. त्याउलट साखर कारखानदारांना परदेशी साखरेची स्पर्धा नसल्यामुळे, भरपूर फायदा मिळू लागला. आयात कराची नुकसानी भरून काढण्यासाठी, कारखान्यामध्ये तयार होणाऱ्या साखरेवर भारत सरकारकडून उत्पादन शुल्क ( excise duty ) आकारण्यात येऊ लागले. त्याच बरोबर साखर कारखानदारांनी ऊस उत्पादकांना रास्त भाव देण्याचे बंधन राज्य सरकारमार्फत घालण्यात आले.

आरंभी म्हणजे १९३४ साली दर हंड्रेडवेटला रुपये १.३१ म्हणजे दर क्विंटलला रु. २.६० एवढे उत्पादन शुल्क ठेवण्यात आले होते. पुढे मात्र ते वाढत गेले.

#### कोष्टक क्र. ८.८

वर्ष	उत्पादन शुल्क दर क्विंटल रु.	वर्ष	उत्पादन शुल्क दर क्विंटल रु.	वर्ष	उत्पादन शुल्क दर क्विंटल रु.
१९३४ ते	२,६०	१९५८	२८,६५	१९७१	३०%
१९३७					किमतीवर
१९३७ ते	३,९४	१९६६	३७,००		३०%
१९४२				१९७२	खुली साखर
१९४२ ते	५,९२	१९६७	२८,६५		२६%
१९४६					लेव्ही साखर
१९४९ ते	७,३७	१९६९	२३%		३७%
१९५०			किमतीवर		खुली साखर
१९५५	११,०६		३७%	१९७३	२०%
		१९७०	खुली साखर		लेव्ही साखर
१९५७	२२,१५		२५%	१९७४	"
			लेव्ही साखर		

१९७०-७१ सालापासून उत्पादन शुल्क आकारणीमध्ये दुहेरी घोरण स्वीकारण्यात आले आहे. लेव्ही साखरेला कमी व खुल्या साखरेला जबर उत्पादन शुल्क आकारण्यात येते. लेव्ही साखरेच्या उत्पादन शुल्कामध्ये कमी वाढ, परंतु खुल्या साखरेवर मात्र बरीच वाढ करण्यात आली आहे.

साखरेवरील उत्पादन शुल्क ही शासनाच्या उत्पन्नाची बाब झाली आहे. भारत सरकारच्या तिजोरीमध्ये एकूण जमा होणारी रक्कम :



कोष्टक क्र. ८.९

वर्ष	रक्कम लक्ष रुपये	वर्ष	रक्कम लक्ष रुपये
१९५०-५१	६५६	१९७०-७१	१३७९८
१९५५-५६	१८४४	१९७१-७२	१६३२०
१९६०-६१	५४८२	१९७२-७३	१७५४०
१९६५-६६	७५००	१९७३-७४	१९५४७

भारत सरकारच्या तिजोरीमध्ये साखर उद्योगापासून जवळ जवळ २०० कोटी रुपये जमा होतात. ही रक्कम पुढे सारखी वाढणार आहे.

**साखर आणि पंचवर्षिक योजना :**

संयोजनपूर्वक उद्योगधंद्याची वाढ करण्याच्या सरकारी प्रयत्नामध्ये साखरेला स्थान मिळावे हे साहाजिकच आहे. साखर निर्मिती हा उद्योग कापडधंद्याच्या खालोखाल भारतामध्ये मोठा उद्योग मानला जातो. १९५१ साली पहिली पंचवर्षिक योजना आखण्यात आली. त्यावेळी साखर उद्योगाची १९३२ सालापासून जोमाने होत असलेली वाढ मंदगतीने होत असल्याचे जाणवू लागले होते.

साखरेची वाढती मागणी लक्षात घेऊन साखरेचे उत्पादन वाढविण्यासाठी जुन्या कारखान्यांचा विस्तार करण्याची व त्याचप्रमाणे नवीन कारखाने सुरू करण्याची गरज भासू लागली होती. निरनिराळ्या पंचवर्षिक योजनाकाळांमध्ये साखर उद्योगाचा विस्तार शासकीय नियंत्रणाखाली होत असला तरी, त्याची चांगली भरभराट होत होती. साखर उत्पादनाची आकडेवारी पाहिली तर हे स्पष्ट होईल. योजना काळातील दोन गोष्टींचा मुद्दाम निर्देश केला पाहिजे. साखरकारखानदारीचा सहकारी क्षेत्रामध्ये झालेला प्रवेश आणि साखर कारखानदारीमध्ये भारताच्या दक्षिण भागाचे वाढते महत्त्व.

१९५१ ते १९५६ ह्या पहिल्या पंचवर्षिक योजनेमध्ये आरंभी १५ लक्ष टन हे लक्ष्य ठरविण्यात आले होते. १९५०-५१ साली साखरेचे उत्पादन ११.१५ लक्ष टन एवढे होते. साखरेची सतत वाढती मागणी ध्यानात घेऊन शासनाने साखर उत्पादनाचे लक्ष्य मागाहून १८ लक्ष टनापर्यंत वाढविले. त्यासाठी जुन्या कारखान्यांच्या विस्ताराला व नवीन कारखान्यांच्या उभारणीला शासकीय अनुमती देण्यात आली. ह्या योजनेच्या अखेरीस साखरेचे उत्पादन ११.१६ लक्ष टनावरून १८.९ लक्ष टनावर गेले.

दुसऱ्या योजना काळामध्ये (१९५६ ते १९६१) हीच प्रगती राखण्यात आली. ह्या योजनेमध्ये उत्पादनाचे लक्ष्य जरी २४.४७ लक्ष टन एवढे होते तरी १९६०-६१ साली ३०.२९ लक्ष टन एवढे विक्रमी उत्पादन करण्यात आले.

तिसऱ्या योजना काळामध्ये ३५ लक्ष टन हे लक्ष्य ठरविण्यात आले असले तरी प्रत्यक्षात ३५.३७ लक्ष टनांचे उत्पादन झाले.

चवथी पंचवार्षिक योजना थोडी उशिरा सुरू झाली. ही योजना १९६९ ते १९७४ ह्या कालाकरिता होती. मधील तीन वर्षे योजनेमध्ये खंड पडला. १९६६-६७ साखरेचे उत्पादन एकदम बरेच कमी झाले. अवघे २१.३ लक्ष टन एवढे झाले. उत्पादनातील ही घट मुख्यतः दुष्काळ, उसाची कमी लागवड, साखरेच्या किमतीवर नियंत्रण वगैरे कारणांमुळे झाली. ही परिस्थिती सुधारावी म्हणून शासनाने साखरेचे दर-नियंत्रण शिथिल केले व काही साखर खुल्या बाजारात विकण्याची सवलत दिली. त्यामुळे पुढील वर्षी साखरेच्या उत्पादनात सुधारणा झाली. चवथ्या योजनेच्या पूर्व वर्षी साखरेचे उत्पादन ३७.६ लक्ष टन एवढे झाले.

चवथ्या पंचवार्षिक योजनेमध्ये शासनाने ४९ लक्ष टन लक्ष्य ठरविले होते. परंतु त्यामध्ये वाढ करून लक्ष्य ५२ लक्ष टन एवढे निश्चित करण्यात आले. त्या अनुरोधाने जुन्या कारखान्यांचा विस्तार करण्याचे व नवीन कारखान्यांना परवानगी देण्याचे ठरले. ह्या योजनेच्या काळामध्ये १९६९-७० साली ४२ लक्ष टन साखरेचे उत्पादन झाले. परंतु पुढील वर्षी पाऊसपाण्याची प्रतिकूल परिस्थिती व इतर कारणे ह्यामुळे साखरेचे उत्पादन घटल्याचे दिसून येते. १९७०-७१ मध्ये ते ३७.४ लक्ष टन, तर १९७१-७२ मध्ये ३१.१० लक्ष टन व पुढील दोन वर्षात अनुक्रमे ३८.७२ लक्ष टन व ३९.४९ लक्ष टन एवढे उत्पादन झाले. अशा तऱ्हेने गेल्या चार पंचवार्षिक योजनेच्या काळामध्ये साखरेचे उत्पादन ११ लक्ष टनावरून जवळ जवळ ४० लक्ष टनांपर्यंत वाढले. पाचव्या पंचवार्षिक योजनेमध्ये साखर उत्पादनाचे लक्ष्य ६० लक्ष टन ठरविण्यात आले आहे.

### साखर आणि शासकीय धोरण :

१९३२ साली डबघाईला आलेल्या साखर धंद्याला शासनाने संरक्षण देऊन स्वतःच्या पायावर उभे राहाण्याएवढे समर्थ केले. संरक्षणामुळे साखर धंदा चांगलाच फोफावला व कारखानदारांना चांगला फायदा होऊ लागला. ऊस उत्पादक व ग्राहक ह्यांचे हित-संबंध सुरक्षित रहावे म्हणून कारखानदारांना शासकीय संरक्षणामुळे वाजवीपेक्षा जास्त मिळणाऱ्या फायद्यावर नियंत्रण रहावे असे शासकीय धोरण ठरविण्यात आले आहे. त्याचा आशय पुढीलप्रमाणे देता येईल :



- (१) ऊस उत्पादकाला उसाच्या वाजवी किंमतीची हमी देणे;
- (२) साखर उद्योगाच्या विकासाचे नियमन करणे;
- (३) साखर कारखान्यांना पुरेसा उसाचा पुरवठा होण्याची योजना करणे;
- (४) साखर ग्राहकांचे हितसंबंध सुरक्षित ठेवणे;
- (५) परकीय चलनासाठी साखरेच्या निर्यातीला प्रोत्साहन देणे.

साखर घोरणाची अंमलबजावणी करण्याच्या दृष्टीने वेळोवेळी करण्यात आलेली परिस्थितीसापेक्ष कार्यवाही:

- (१) उसाची किमान किंमत ठरविणे;
- (२) साखरेच्या वाढत्या उत्पादनासाठी जुन्या कारखान्यांचा विस्तार करण्याविषयी व नवीन कारखाने काढणे ह्या विषयी परवाना देण्याचे घोरण ठरविणे;
- (३) गुळ, खांडसारी ह्यांचे उत्पादन, किंमत व वाहतुक ह्यांवर नियंत्रण ठेवणे;
- (४) ग्राहकांसाठी व निर्यातीसाठी साखरेचा वाटा ठरविणे.

साखरेचा उत्पादन खर्च पाहाता त्यामध्ये सामान्यतः उसाची किंमत साधारण ५०-६० टक्के; शासकीय कर २५-३० टक्के असतो. कामगार वेतन, उत्पादन खर्च व कारखान्यांचा फायदा मिळून उरलेला खर्च असतो. ह्यावरून साखर कारखानेदारांना सर्वात जास्त खर्च ऊस उत्पादनासाठी होतो. त्यानंतर खर्चाची मोठी बाब म्हणजे उत्पादन शुल्क वगैरे शासकीय कर.

ऊस उत्पादकाला योग्य किंमत मिळावी म्हणून वेळोवेळी उसाची दर क्विटलला किंमत ठरवून दिली जाते. उदाहरणार्थ १९५०-५१ साली ती किंमत रु. ४.६६ एवढी होती, तर १९७४-७५ साली ती रु. ८.५० ते रु. १२.४० (उसातील साखरेच्या प्रमाणानुरूप) ठरविण्यात आली आहे.

साखरेच्या उत्पादन वाढीला प्रोत्साहन देण्याच्या हेतूने एकाद्या कारखान्याने गेल्या २-३ वर्षांच्या सरासरीपेक्षा जास्त साखरेचे उत्पादन केल्यास त्या कारखान्याला त्याच्या वाढीव उत्पादनानुसार जादा साखरेच्या उत्पादन शुल्कामध्ये बराच वटाव (rebate) मिळतो. त्यामुळे कारखानेदारांना जास्त साखर तयार करण्यास उत्तेजन मिळते.

ग्राहकांना साखर रास्त किंमतीत मिळावी व ती पुरेशी मिळावी म्हणून एकूण साखर उत्पादनाच्या किंमतीवर वेळोवेळी नियंत्रणे घालण्यात आली आहेत. १९४१-४२ ते १९७४-७५ ह्या ३४ वर्षांच्या कालामध्ये १४ वर्षे नियंत्रणाची १० वर्षे अपूर्ण

नियंत्रणाची आणि १० वर्षे नियंत्रणविरहित अशी होती. नियंत्रण ठेवल्याने किंवा ती उठविल्याने साखरेच्या उत्पादनावर कमीजास्त परिणाम होत असल्याने आता अपूर्ण नियंत्रणाचे धोरण स्वीकारण्यात आले आहे. ह्या धोरणाप्रमाणे प्रत्येक साखर कारखान्याला एकूण साखर उत्पादनापैकी ६० ते ७० टक्के भाग लेव्ही म्हणून शासनाला नियंत्रित किमतीमध्ये विकावा लागतो. लेव्ही साखरेवर 'उत्पादन शुल्क' कमी आकारण्यात येत असल्याने ती साखर रेशन दुकानामध्ये किंवा रास्त भावाच्या दुकानामध्ये तुलनेने स्वस्त दराने विकत मिळते. परंतु अपूर्ण नियंत्रणामुळे उरलेले ४० ते ३० टक्के साखरेचे उत्पादन खुल्या बाजारात विकण्याची कारखानदारांना सवलत असते. ह्या साखरेवर शासकीय उत्पादक शुल्क बरेच जास्त असल्याने ती साखर किमतीला महाग असते. खुली साखर महाग असण्याचे आणखी एक कारण साखर कारखानदारांकडून पुढे मांडण्यात येते. त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणे लेव्हीच्या साखरेचा भाव ठरविताना उसाच्या किमती व मजुरांचा पगार ही ज्या प्रमाणात शासनाकडून ग्राह्य धरली जातात, त्यापेक्षा प्रत्यक्षात जास्त खर्च येतो. त्यामुळे लेव्हीची साखर शासनाला विकण्यामध्ये कारखानदारांना तोटाच सोसावा लागतो. लेव्हीची नियंत्रित किमत व प्रत्यक्ष साखर उत्पादन खर्च ह्यामधील तफावत भरून काढण्यासाठी खुल्या साखरेवर जास्त किमत आकारणे भाग पडते. अशा तऱ्हेने खुल्या साखरेचा भाव आणखीनच वाढतो. सामान्य ग्राहकाला लेव्हीच्या साखरेची किमत व खुल्या साखरेची बाजारी किमत ह्यामध्ये आढळणारा मोठा फरक कशामुळे निर्माण होतो हे स्पष्ट होईल.

साखरेची मागणी सारखी वाढत असल्यामुळे साखर उत्पादन वाढविण्याची गरज आहे. त्यासाठी प्रत्येक पंचवार्षिक योजनेमध्ये ठरवून देण्यात आलेले साखर उत्पादनाचे लक्ष्य गाठण्यासाठी आजच्या साखरेच्या कारखान्यांची वाढ करणे म्हणजे त्यांच्या जादा उत्पादन क्षमतेला परवानगी देणे हा एक परवान्याविषयीच्या धोरणाचा भाग आहेच. त्या शिवाय नवीन कारखाने काढावयाला योग्य ठिकाणी परवानगी देताना सहकारी क्षेत्रातील कारखाने ह्यांना अग्रक्रम देण्यात येतो. त्यानंतर पोट उत्पादनाकडे लक्ष पुरविणाऱ्या कारखान्यांना प्राधान्य द्यावे असे साधारणतः परवाना विषयक शासकीय धोरण असते.

### आयात आणि निर्यात :

भारत हे उसाचे व साखरेचे माहेरघर असा गौरव-उल्लेख करण्यात येतो. भारतात तयार होणाऱ्या साखरेला युरप व मध्य आशिया ह्यामधील देशांमध्ये मागणी होते. बाहेरच्या देशातील व्यापारी साखरेचा व्यापार करित असत. ही परिस्थिती



१८ व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत चालू होती. परंतु १९ व्या शतकाच्या आरंभापासून ह्या परिस्थितीमध्ये थोडथोडा बदल होऊ लागला. साखरेच्या आयातीला सुरुवात झाली. १९ व्या शतकाच्या शेवटच्या दशकामध्ये गंगेचा ओघ जोराने उलटाच वाहू लागला. युरपमधील देशांच्या वसाहतीमधून साखर भारतामध्ये येऊ लागली. भारतीय कारखान्यांमध्ये व कुटीर उद्योगामध्ये तयार होणारी साखर ह्या परकीय साखरेच्या स्पर्धेला तोंड देऊ शकली नाही. परकीय साखरेच्या आयातीच्या दाबाखाली भारतीय साखरेची गळचेपी होऊ लागली. साखरेच्या धंद्याला वाईट दिवस आले. १९१० साली आयातीचा आकडा १० लक्ष टनापुढे गेला. ही परिस्थिती १९३२ सालापर्यंत चालू राहिली.

१९३२ साली भारतीय साखर धंद्याला संरक्षण मिळाले आणि भारताची स्वयंपूर्णतेकडे वाटचाल सुरू झाली. भारतामध्ये साखर उद्योगाची प्रगती झपाट्याने होऊ लागल्याने भारताची साखरेची वाढती गरज भागू लागली. साखरेच्या बाबतीत भारत स्वयंपूर्ण होऊ लागला.

१९५७ साली भारतीय साखर उद्योगाने पुढचे पाऊल उचलले, ते साखरेच्या निर्यातीचे. अन्तरराष्ट्रीय साखर बाजारामध्ये भारताने प्रवेश केला. अर्थात ह्यामागे दोन प्रेरणा होत्या. एक जास्त किमतीला साखर विकून फायदा मिळविणे. दुसरी प्रेरणा होती ती मात्र परकीय चलन मिळविण्याची. आपली परकीय चलनाची गरज भागविण्यासाठी परदेशामध्ये साखर पुष्कळ वेळा तोट्यामध्ये विकणे भाग पडते. १९५७ सालापासून १९७४ सालापर्यंत साखरेच्या निर्यातीने किती परकीय चलन उपलब्ध झाले हे पुढील कोष्टकावरून स्पष्ट होईल.

**कोष्टक क्र. ८.१०**

वर्ष	परकीय चलन कोटी रुपये	वर्ष	परकीय चलन कोटी रुपये	वर्ष	परकीय चलन कोटी रुपये
१९५७	११,८९	१९६४	१९,०८	१९७१	३१,५२
५८	२,१५	६५	११,५५	७२	१२,५२
५९	०,७७	६६	१७,७८	७३	४२,२१
६०	०,७९	६७	१४,८४	७३	४२,२१
६१	१३,३३	६८	१०,४५	७४	२१४,२९
६२	१४,७६	६९	२९,८५	७५	३१४,००
६३	३२,३२	७०	२५,७०		

१९७४ साली ५ लक्ष टन साखर निर्यात करून एकट्या साखर उद्योगाने २१४.२९ कोटी रुपये किंमतीचे परकीय चलन मिळवून दिले. परंतु ह्यासाठी परदेशी बाजारात १९७४ च्यापूर्वी साखरेची किंमत कमी ठेवणे भाग पडल्याने भारत सरकार व साखर उद्योग ह्यांना तोटा सोसावा लागत असे हे लक्षात ठेवले पाहिजे. उदाहरणार्थ १९७० साली १० कोटी रुपये तोटा भारताला सोसावा लागला. सध्या मात्र परदेशी बाजारपेठा साखरेच्या व्यापाराला थोड्या अनुकूल दिसतात. १९७५ साली परकीय चलनाचा आकडा ३०० कोटींच्या पुढे गेला. तरीपण परदेशी बाजारपेठामध्ये भारतीय साखर निर्यात करून परकीय चलन मिळविण्यामध्ये मोठी अडचण कोणती येत असेल तर ती साखरेचा उत्पादन खर्च ही आहे. साखरेच्या उत्पादन खर्चामध्ये सर्वात मोठा वाटा ऊस उत्पादकाचा आहे. दर क्विंटलला उसाचे भाव कमी करूनही दर हेक्टरी उसाचे जास्त पीक काढण्यासाठी उसाच्या सुधारित जाती, व सुधारित तंत्रे ह्यांचा उपयोग केल्यास शेतकऱ्याचे नुकसान न होता साखरेची किंमत कमी होईल व परकीय देशातील साखरेशी यशस्वी स्पर्धा करता येईल.

### सहकारी क्षेत्र :

साखर उत्पादनामध्ये सहकारी तत्त्वाचा अवलंब थोड्या उशीरा करण्यात आला. १९३५ साली ३-४ सहकारी साखर कारखाने अस्तित्वात होते आणि त्यामध्ये १९५५-५६ सालापर्यंत म्हणण्यासारखी वाढ झाली नाही.

### कोष्टक क्र. ८.११

वर्ष	साखर कारखाने		सहकारी साखर कारखान्यांचे शेकडा प्रमाण
	एकूण	सहकारी	
१९५५/५६	१४३	३	०२,२
१९६१/६२	१८०	३४	१८,९
१९६५/६६	२००	५३	२६,५
१९७१/७२	२२०	७०	३१,७
१९७२/७३	२२८	८५	३८,२
१९७३/७४	२२९	८४	३६,६

ह्या आकडेवारीप्रमाणे अजूनही खाजगी क्षेत्रामध्ये ६० टक्यापेक्षा जास्त कारखाने असले तरी, गेल्या १५ वर्षातील सहकारी क्षेत्रातील वाढ अडीचपट झाली. त्याच काळामध्ये खाजगी कारखान्यांमध्ये विशेष वाढ झाली नाही.



सहकारी क्षेत्राला विशेष उठाव मिळाला तो राष्ट्रीय पंचवार्षिक योजनांच्या काळामध्ये. भारतीय आर्थिक धोरणाच्या अनुषंगाने शेती उद्योगामध्ये सहकारी क्षेत्राला पुरेसा वाव व प्रोत्साहन मिळाल्याने सहकारी साखर कारखानदारीमध्ये नेत्रदीपक वाढ झाली. चवथ्या पंच वार्षिक योजनेच्या शेवटी सहकारी कारखान्यांचे प्रमाण जवळ-जवळ ४० टक्के झाले. एकूण सर्व साखर कारखान्यातून १९७३-७४ साली ३९.५ लक्ष टन साखर निर्मिती झाली.

निरनिराळ्या पंचवार्षिक योजनाकाळामध्ये सहकारी साखर कारखानदारीची कशी प्रगती होत गेली हे पुढील कोष्टकावरून समजून येईल.

सहकारी कारखान्याविषयी बोलावयाचे तर उत्तर भारतापेक्षा दक्षिण भारतामध्ये हे कारखाने जास्त निघाले. त्यातल्यात्यात महाराष्ट्र राज्य तर नेहमीच आघाडीवर राहिलेले आहे. १९७३/७४ सालच्या उपलब्ध माहितीवरून हे स्पष्ट होईल

कोष्टक क्र. ८.१२

राज्य / राज्यसमूह	सहकारी कारखाने	
	अनुज्ञप्ति दिलेले	प्रत्यक्ष चालू
उत्तर प्रदेश	२६	५
उत्तरेतील इतर राज्ये	१५	१३
महाराष्ट्र	६७	४०
गुजरात	१४	८
तामिळनाडू	१०	७
केरळ	२	१
कर्नाटक	१२	७
आंध्र प्रदेश	२३	८
केंद्रशासित	२	२
एकूण	१७१	९१

सहकारी क्षेत्रातील साखर कारखान्यांचे भागधारक हे मुख्यतः ऊस-उत्पादक असतात. ह्या शिवाय शासन व इतर भागधारक पण असतात. प्रत्येक भागधारकाचे त्यामधील भांडवल पुढे दिलेले आहे.

## कोष्टक क्र. ८.१३

वर्ष	माहिती देणारे	भाग भांडवल (कोटी रुपये)			ऊस उत्पादकाचे
	सहकारी कारखाने	ऊस उत्पादक	शासन	इतर	शेकडा प्रमाण
१९७२/७३	१२६	४४.३	३१.६	४.४	५५
१९७३/७४	१२५	४९.९	३५.३	३.७	५६

सहकारी क्षेत्रातील साखर उद्योगाच्या वाढीमध्ये ऊस-उत्पादकाचा किंवा ऊस-बागा-यतदारांचा बराच मोठा वाटा आहे ह्याची कल्पना येईल.

साखर उद्योग व इतर उद्योग ह्यांमध्ये एक महत्त्वाचा फरक आहे. इतर उद्योगधंदे सामान्यपणे शहराच्या जवळपास निघतात. त्या ठिकाणी वीज, पाणी, वाहतूकीची साधने ही आधीच तयार असतात. परंतु साखर उत्पादन कारखाना शहरापासून दूर, शहरी सुविधा मुळीच उपलब्ध नसणाऱ्या ठिकाणी काढावे लागतात. ऊस तोडल्यावर, त्यावरील सर्व प्रक्रिया शक्य तेवढ्या थोड्या वेळात करणे आवश्यक असल्यामुळे, एका महत्त्वाच्या व मोठ्या उद्योगाचा आरंभ माळरानावर करावा लागतो.

ऊस उत्पादक शेतकऱ्याला, त्याच्या परिसरातच सर्व आधुनिक सुविधा, प्रगत शास्त्रीय तंत्र ह्यांचा चांगला फायदा मिळू लागला. इतर शेतकऱ्यांशी तुलना करता, त्या कारणाने ऊस शेतकरी जास्त प्रगतिशील बनला. ऊस शेतकरी सुबुद्ध व प्रगति-प्रिय वनविण्याचे श्रेय आरंभीच्या खाजगी साखर कारखान्यांना द्यावे लागेल. खाजगी कारखान्यामध्ये भागधारक व ऊस उत्पादक हे भिन्न होते. परंतु सुजाण प्रगतिशील शेतकरी वर्गाची अस्मिता जागृत झाली, आणि साखर उत्पादक कारखान्यांचे भागधारक होण्याच्या त्यांच्या महत्त्वाकांक्षेतून सहकारी साखर कारखान्याची बीजे रोविली गेली. ऊस-बागायतीतून मिळणारा पैसा साखर व इतर उद्योगांमध्ये गुंतविण्याचे महत्त्व शेतकऱ्यांना पटले.

महाराष्ट्रातील सहकारी साखर कारखान्यांच्या प्रचंड प्रवाहाची गंगोत्री म्हणजे "प्रवरा सहकारी साखर कारखाना". ह्या कारखान्याच्या उभारणीमध्ये सुप्रसिद्ध अर्थशास्त्रज्ञ, सहकारतज्ञ व धडाडीचे शेतकरी ह्यांचा मोठा वाटा आहे. ह्या कारखान्यांच्या असाधारण यशामुळे इतर ठिकाणी सहकारी साखर कारखाने काढण्यास स्फूर्ति मिळाली.



सहकारी साखर कारखान्यातून केवळ साखर-उत्पादन वाढले, एवढेच नव्हे तर ग्रामीण समाजाची उंची वाढली. शेतकरी समाजातून नवीन दृष्टीचा संयोजक वर्ग निघाला. ग्रामीण भागामध्ये नवीन नेतृत्व उदयाला आले. समाजाच्या ह्या अस्मितेचा प्रभाव साखर कारखान्यांच्या परिसरांत दिसू लागला. नवीन उद्योगधंदे, शिक्षण संस्था, वैद्यकीय सुखसोयी ह्यांची निर्मिती; सुलभ वाहतूक, रस्ते वगैरे निरनिराळ्या क्षेत्रातील उपक्रम पाहिल्यावर सामाजिक जाणीव जागृत झाल्याचा प्रत्यय येतो. सहकारी साखर कारखान्यांच्या असाधारण यशामुळे सहकारी चळवळीला आता मोठी प्रतिष्ठा प्राप्त झाली आहे.

आपल्या आहारामध्ये साखर व गूळ ह्या दोन्ही गोड पदार्थांचा समावेश असतो. दोन्ही पदार्थ शेवटी उसापासूनच निघतात. त्यामुळे साखर व गूळ ह्यांमध्ये एक प्रकारे चढाओढ असल्याचे दिसते. ऊस-वागायतदाराच्या दृष्टीने साखर की गूळ हा निर्णय उसाची किंमत कोठे जास्त येते ह्यावर अवलंबून असतो. एक उत्पादन वाढले तर दुसरे उत्पादन घटते. असे हे ह्या स्पर्धेचे स्वरूप आहे. इतर कोणत्याही देशापेक्षा भारतामध्ये उसाचे उत्पादन सर्वात जास्त असूनही शुभ्रसाखर निर्मितीमध्ये भारताचा नंबर बराच खाली जातो. ह्याचे कारण म्हणजे सर्व ऊस उत्पादनापैकी अवघा २५-३० टक्के उसच शुभ्र साखरेसाठी मिळू शकतो. त्या उलट गूळ व खांड-सारी ह्यांसाठी ५० टक्क्यांपेक्षाही जास्त ऊस वापरला जातो. अशी परिस्थिती आहे. साखर उद्योग व गूळ खांडसारी उद्योग ह्यांचा तुलनात्मक विचार उपयुक्त होईल.

साखर उद्योग व कारखानदारी ही सुसंघटित आहेत. कारखान्यांच्या उभारणीला कोटघांती रुपये लागतात. कारखान्यांची यंत्रसामुग्री एकावेळी परदेशातून आणावी लागे. परंतु आता बऱ्याच मोठ्या प्रमाणावर ती भारतामध्ये तयार होऊ लागली आहे. दररोज १ ते २ हजार टन एवढा ऊस प्रत्येक कारखान्याला लागतो. एवढ्या उसाचा पुरवठा गळिताच्या हंगामामध्ये सतत उपलब्ध असला पाहिजे. एक मोठा उद्योग खेड्यामध्ये माळरानावर निघत असल्याने खेडेगावामध्ये वैद्यकीय, शैक्षणिक व वाहतूकीच्या आधुनिक सुखसोयी उपलब्ध होतात. साखर कारखान्यामध्ये आधुनिक शास्त्रीय तंत्रे वापरण्यात येत असल्यामुळे उसातील जवळ जवळ ९५-९६ टक्के साखर प्राप्त होते. साखरेवर उत्पादन शुल्क आकारण्यात येत असल्यामुळे शासकीय उत्पन्नाची ती एक महत्त्वाची बाब आहे. परदेशी निर्यात करून परकी चलन मिळविण्याचे साखर हे एक साधन आहे. ह्या कारणामुळे साखर उत्पादनाकडे भारत सरकार बारकाईने लक्ष देत असते.

गूळ निर्मिती किंवा खांडसारी निर्मिती हे मात्र छोटे कुटीर उद्योग आहेत. कुटीर उद्योगासाठी ऊस-क्षेत्र कमी पुरते. धंद्याचे केंद्रीकरण न होता ते सर्व वागायत गावातून विखुरलेले असतात. त्यांच्या कारखानदारीसाठी पुष्कळच कमी भांडवल पुरते. गूळाचे किंवा खांडसारीचे उत्पादन पारंपारिक तंत्राने होत असल्याने उसातील एकूण साखरेचा ६०-६५ टक्के एवढाच भाग काढता येतो. उरलेला भाग चिपाडामध्ये राहातो. चिपाडे चुलणामध्ये इंधन म्हणून वापरल्याने बहुमोल साखर जळून जाते. गुळावर उत्पादन शुल्क मुळीच नाही. गूळ उत्पादन हे त्यामुळे शासकीय उत्पन्नाची वाव नाही. खांडसारीवर उत्पादन शुल्क आकारण्यात येते. परंतु ते अल्प असल्याने खांडसारी थोडी स्वस्त विकता येते. ह्याचा फायदा घेऊन खांडसारीचे नवीन कारखाने निघत आहेत व खांडसारीचे उत्पादन वाढत आहे. परंतु साखरेच्या उत्पादनावर त्याचा प्रतिकूल परिणाम होत आहे. खांडसारी कंपन्या उसाला थोडा जास्त भाव देऊ शकल्याने, परिणामी साखर उद्योगाला कमी ऊस मिळतो. दोन उद्योगामधील स्पर्धा अशा तऱ्हेने जाणवू लागली आहे. गूळ किंवा खांडसारी ह्यांना निर्यात क्षमता नाही.

पुढे दिलेल्या कोष्टकावरून भारतातील लोकसंख्या आणि साखर, गूळ व खांडसारी ह्यांचा खप व दरमाणशी साखरेचा आणि गूळ व खांडसारी ह्यांचा एकत्रित खप किती आहे हे समजून येईल.

### कोष्टक क्र. ८.१४

वर्ष	लोकसंख्या एकूण खप (लक्ष टन)		दरमाणशी खप (किलो)		एकूण दर	
	दश लक्ष	साखर गूळ + खांडसारी	साखर गूळ + खांडसारी	माणशी खप		
१९५०/५१	३६५	१०.९८	३४.२९	३.००	९.४	१२.४
१९६०/६१	४४३	२१.१३	६६.८७	४.८	१५.१	१९.८
१९७०/७१	५४७	४०.२५	७४.३७	७.४	१३.६	२१.०
१९७१/७२	५६०	३७.४६	६९.९८	६.७	१२.५	१९.२
१९७२/७३	५७४	३४.८०	७०.३५	६.१	१२.३	१८.४
१९७३/७४	५९०	४२.२८	७९.०५	७.१	१२.३	१९.४

ह्या कोष्टकावरून साखरेचे उत्पादन व खप ही वाढत असल्याचे दिसून येते. त्याची दोन कारणे संभवतात. एक म्हणजे वाढती लोकसंख्या व दुसरे कारण म्हणजे ग्राहकांची साखर वापरण्याची वाढती प्रवृत्ति. ह्या कोष्टकावरून साखर उद्योग व गळ उद्योग हे दोन्ही निरनिराळ्या कारणामुळे टिकून राहातील असे दिसते. परंतु



साखर उद्योगाची थोडी थोडी आगेकूच दिसते आहे ही समाधानाची गोष्ट आहे. साखर कारखान्यामध्ये उसातील साखर विशेष बाया न जाता जास्तीत जास्त प्रमाणात खाण्यासाठी उपलब्ध होते. त्याच बरोबर साखरेमुळे सरकारी तिजोरी मध्ये पण चांगली भर पडते.

भारतीय ऊस उत्पादनाची कशी विभागणी होते ते पुढील कोष्टकावरून समजून येईल.

**कोष्टक क्र. ८.१५**

वर्ष	उसाचे उत्पादन १००० टन	ऊस उत्पादनाची शुभ्र साखर	शेकडेवारी खाणे व बेणे	विभागणी गूळ व खांडसारी
१९६०।६१	११०००१	२८.२	१२.५	५९.४
१९६५।६६	१२३९९०	२९.४	११.८	५८.८
१९७०।७१	१२६३६८	३०.२	१२.०	५७.८
१९७१।७२	११३५६९	२७.३	११.९	६०.८
१९७२।७३	१२४८६६	३२.४	१२.००	५५.६
१९७३।७४	१३७८३३	३०.७	१२.००	५७.३

भारतातील निरनिराळ्या राज्यांमध्ये शुभ्र साखर व गूळ-खांडसारी ह्यांचे परस्पर प्रमाण सारखे नाही. काही राज्यांमध्ये गुळाचे उत्पादन पुष्कळ तर काही ठिकाणी ते थोडे असते. ज्या राज्यांमध्ये गुळाचे प्रमाण जास्त त्यांच्याकडून उत्पादन शुल्क म्हणून बरीच मोठी रक्कम सरकारी तिजोरीत जमा होते. मुख्यतः साखर उत्पादन करणाऱ्या राज्यांना उत्पादन शुल्काचा मोठ्या प्रमाणावर भरणा करावा लागतो. निरनिराळ्या राज्यांमध्ये साखर व गूळ उत्पादन ह्यांमध्ये समतोल नाही. राज्यवार उसाचा उपयोग कसा होतो हे कोष्टक क्र. ८.१६ मधील १९७३।७४ सालच्या शेकडेवारी वरून समजून येईल.

**गूळ उत्पादनाचे नवीन तंत्र**

भारतामध्ये गूळ उत्पादनासाठी जवळ जवळ ६० टक्के ऊस वापरला जातो. परंतु गुळाची निर्मिती जुन्याच व अकार्यक्षम पद्धतीने अजूनही केली जाते. ह्या बाबतीत आधुनिक तंत्रे वापरल्यास गुळाचे उत्पादन पुष्कळच वाढेल. वाढीव गुळापासून साखर तयार करता येईल. श्री. के. ए. जोशी व डी. जी. पडळकर (D. S. T. A 23 rd Convention 1969) ह्या दोन शास्त्रज्ञांनी पुरस्कार केलेले तंत्र

## कोष्टक क्र. ८.१६

राज्य	शुभ्रसाखरेसाठी शेकडा प्रमाण	वेणे व खाणे शेकडा प्रमाण	गुळ व खांडसारी शेकडा प्रमाण
१. आंध्र प्रदेश	२४.८	७.७	६७.५
२. आसाम	५.०	१२.४	८२.६
३. बिहार	४९.५	१४.३	३६.३
४. हरियाणा	२०.०	१२.५	६७.५
५. कर्नाटक	३१.१	९.१	५९.८
६. मध्य प्रदेश	२५.१	१२.४	६२.५
७. महाराष्ट्र	७०.९	९.५	१९.९
८. पंजाब	१३.५	१२.५	७४.०
९. तामिळनाडू	३८.९	१०.१	५१.०
१०. उत्तर प्रदेश	२३.६	१३.८	६२.६
११. इतर राज्य	३०.७	१२.४	५६.९
अखिल भारतीय	३०.७	१२.०	५७.३

ह्या संदर्भात फारच उपयुक्त दिसते. ह्या तंत्राचा यशस्वी वापर जाकनुर विजापूर (कर्नाटक) ह्या ठिकाणी होत आहे. अशा ह्या आधुनिक पद्धतीचा अवलंब केल्यास गुळाच्या ह्या नवीन प्रकारच्या कारखान्याला २५ ते ३० लक्ष रुपये खर्च येतो. साखरेच्या कारखान्यांना लागणाऱ्या कोटघांती रुपयांच्या मानाने हा खर्च पुष्कळच कमी आहे. ह्या आधुनिक तंत्रामध्ये ऊस गाळण्यासाठी यांत्रिक चरक वापरतात. उसातील जास्तीत जास्त रस काढून तो रस निर्वात कढ्यांमध्ये तापवून, रसाचा जाड पाक झाल्यावर त्याचा गुळ करतात. ह्या पद्धतीचे फायदे :

- (१) गुळाची निर्मिती उसाच्या वजनाच्या १० ते ११ टक्क्यांवरून १५ टक्क्यांपर्यंत जाईल. म्हणजे साधारण दीडपट.
- (२) गुळामध्ये शर्करेचे प्रमाण जास्त असते, कारण ह्या पद्धतीमध्ये शर्करेचे पर्यस्तन होत नाही.
- (३) ह्या पद्धतीप्रमाणे कारखाना किफायतशीर व्हावयाला दररोज १०० ते ३५० टन ऊस पुरतो.
- (४) कारखान्याचा भांडवली खर्च ३५ लाख रुपये येतो.
- (५) निर्वात कढया वापरल्यामुळे जळणामध्ये बचत होते.



(६) जादा म्हणजे वाढीव तयार झालेल्या गुळाचे शुद्धीकरण करून उत्तम साखर बनविता येते. जादा गुळापासून निघणाऱ्या साखरेने एकूण साखरेच्या उत्पादनात २० टक्के वाढ होते. गुळाचे शुद्धीकरण कारखाने वर्षभर चालू शकतात. असे कारखाने समुद्रालगत बंदरकाठी काढल्यास मळीच्या किंवा घाण पाण्याच्या विसर्जनाच प्रश्न, त्याचप्रमाणे व्यापार व वाहतूक ह्यांचा प्रश्न हे सोपे होतात. नवीन दृष्टीने गुळ उत्पादन केल्याचे हे फायदे आहेत.

### साखर - उत्तर भारत व दक्षिण भारत:

हवामान व पाऊसपाणी ह्या दृष्टीने सामान्यपणे भारताचे दक्षिण व उत्तर असे विभाग पाडता येतील. दक्षिण भारतामध्ये गुजरात, महाराष्ट्र, आंध्रप्रदेश, कर्नाटक, केरळ व तामिळनाडू ह्या राज्यांचा समावेश करतात. हवामानाच्या दृष्टीने दक्षिण भारत उष्णकटिबंधीय क्षेत्रात मोडतो. उत्तर भारत उपउष्णकटिबंधीय भाग म्हणून गणला जातो. ह्या विभागामध्ये आसाम, प. बंगाल, बिहार, उत्तर प्रदेश, पंजाब, हरियाणा, राजस्थान ह्यांचा अन्तर्भाव होतो.

तसे पाहिले तर उसाचे पीक हे खरे उष्णकटिबंधीय आहे. हवा पाणी ह्या कटिबंधामध्ये उसाच्या लागवडीला अनुकूल असते. तथापि भारतामध्ये इतिहास काळापासून उसाची लागवड व साखरेची निर्मिती प्रथमतः झाली ती उत्तर प्रदेश व बिहार ह्या दोन राज्यामध्ये, हवामानाची थोडिशी प्रतिकूलता असूनही बऱ्याच मोठ्या प्रमाणावर ह्या दोन राज्यामध्ये साखरेचे उत्पादन होत होते. १९३१/३२ साली ह्या दोन राज्यांचा मिळून एकूण साखर उत्पादनामध्ये ९१ टक्के भाग होता. परंतु तेच प्रमाण १९६८/६९ साली ५१ टक्के एवढे खाली आले. १९७३/७४ साली ते ३९ टक्के एवढे कमी झाले तरीपण भारताच्या एकूण साखर उत्पादनामध्ये उत्तर प्रदेश राज्याचा क्रमांक पहिला आहे. पूर्वी दुसरा क्रमांक बिहारचा होता. परंतु तो मान आता महाराष्ट्राला मिळाला आहे. बिहारचा क्रमांक बराच खाली गेला आहे.

उप-उष्णकटिबंधीय व उष्णकटिबंधीय अशा भारताच्या दोन विभागांची १९७३/१९७४ सालची तुलनात्मक माहिती पुढे कोष्टक क्र. ८.१७ दिलेली आहे.

उत्तर भारत आणि दक्षिण भारत ह्यांची तुलना केल्यास काही गोष्टी स्पष्ट दिसतात. उत्तर भारतामध्ये उसाखालील क्षेत्र जवळ जवळ तिप्पट आहे. परंतु ऊस उत्पादन मात्र दिडपटीपेक्षा थोडेसेच जास्त आहे. उत्तर भारतामध्ये साखरेचे उत्पादन

## कोष्टक क्र. ८.१७

वर्णन	उपउष्णकटिबंधीय विभाग	उष्णकटिबंधीय विभाग
उसाखालील क्षेत्र दशलक्ष हेक्टर	२.०८७	०.६६५
उसाचे उत्पादन दशलक्ष टन	७७.२	५०.६
शुभ्र साखरेसाठी ऊस गाळण दशलक्ष टन	१९.८	२२.५
साखर कारखान्यांची संख्या	१२३	१०६
साखर उत्पादन दशलक्ष टन	१.७४५	२.१९६

मात्र दक्षिण भारताच्या ८८ टक्के आहे. भारताच्या ह्या दोन विभागातील फरक समजून येण्यासाठी उत्तर प्रदेश व महाराष्ट्र ह्या दोन राज्यातील साखर उद्योगाची तुलना उपयुक्त ठरेल.

## उत्तर प्रदेश राज्य :

उत्तर प्रदेश राज्यामध्ये एकूण शेतीलायक जमिनीपैकी जवळ जवळ ७.४ टक्के जमीन उसाखाली आहे. दर एकरी उसाचे उत्पादन सरासरी १५.७ टन एवढे आहे. एकूण साखर कारखान्यांची संख्या ७४ आहे. ऊस शेतीसाठी तुलनेने फारच थोडे खत वापरण्यात येते. उत्तर प्रदेशच्या विशिष्ट हवामानामुळे 'कोइमतूर' जातीचे बेणे तेथे वापरण्यात येत नाही. त्याचे एक कारण म्हणजे स्थानिक ऊस जाती साखर उत्पादनाच्या दृष्टीने कमी दर्जाच्या असल्या तरी, त्यामध्ये तेथे उद्भवणाऱ्या रोग-जंतूंचा व कीटकांचा प्रतिकार करण्याची क्षमता असते. परंतु ती क्षमता 'कोइमतूर' जातीमध्ये नसते. त्यामुळे ह्या ठिकाणी तुलनेने कमी दर्जाचा ऊस लावला जातो. साखरेचा सरासरी उतारा उसाच्या वजनाच्या ९.०१ टक्के एवढा येतो. उत्तर प्रदेश राज्यामध्ये रस्ते व वाहतूकीच्या इतर सोयी पुरेशा नाहीत. ह्या सर्वांचा परिणाम म्हणजे साखरेचा उत्पादन खर्च वाढतो. सरकारी लेव्ही साखरेची किंमत ठरविताना ह्याचा विचार करून १९७३/७४ साली लेव्ही साखरेची दर विवटलला किंमत (उत्पादन शुल्क हा सरकारी कर वगळून) पुढील प्रमाणे ठरविण्यात आली होती. मध्य उत्तर प्रदेश रु. १७१.९२; पश्चिम उत्तर प्रदेश रु. १४८.१८ आणि पूर्व उत्तर प्रदेश रु. २००.२५. दक्षिण भारतामध्ये हीच किंमत रु. १४० च्या जवळपास होती.



**महाराष्ट्र :**

महाराष्ट्रातील शेत जमीन व उष्णकटिबंधीय हवामान ह्यांचा विचार करता जमिन ओलिताखाली आणता आल्यास महाराष्ट्रामध्ये बऱ्याच क्षेत्रामध्ये उसाचे उत्तम उत्पादन करता येईल. महाराष्ट्राच्या एकूण लागवडी खालील जमिनीपैकी साधारण १ टक्क्यापेक्षाही कमी जमीन उसाखाली आहे. दर एकरी उसाचे सरासरी उत्पादन ३४.२ टन एवढे आहे. साखरेचा उतारा सरासरी १०.६९ एवढा आहे. महाराष्ट्रामध्ये एकूण साखर कारखान्यांची संख्या ४५ आहे. जास्तीत जास्त साखर उत्पादन करण्यासाठी लावण्यात आलेल्या स्पर्धेमध्ये महाराष्ट्रातील काही प्रगत बागायतदारानी दर एकरी १२० टन ऊस व १४ टन साखर निर्माण करून उत्पादनामध्ये उच्चांक गाठला आहे. ह्या बरुन खत, पाणी व मशागत ह्यांचा यथायोग्य उपयोग केल्यास शेतजमिनीची उत्पादन क्षमता किती आहे हे कळून येते. काही जिल्ह्यांचे सरासरी दर एकरी साखरेचे उत्पादन ६ ते ७ टन आहे. उपउष्णकटिबंधीय भागामध्ये तेच प्रमाण १.५ ते २ टन एवढे पडते. ४० लक्ष टन साखर तयार करावयाला भारतामध्ये एकूण १६ ते १७ लक्ष एकर एवढे क्षेत्र लागते. परंतु साखर उत्पादन केवळ उष्णकटिबंधीय राज्यांपुरतेच मर्यादित केल्यास केवळ उष्ण कटिबंधीय राज्यांपुरतेच मर्यादित केल्यास केवळ ६ ते ७ लक्ष एकर क्षेत्र पुरेल. उरलेले क्षेत्र जादा अन्न धान्य पिकविण्यासाठी उपयोगात आणता येईल असे विचार काही तज्ज्ञांनी प्रकट केले आहेत.

**साखर आणि काही दुय्यम उत्पादने :**

साखरेवर अवलंबून असलेल्या दुय्यम उत्पादनामध्ये भारतीय मेवा मिठाई, विलायती मेवा मिठाई व विविध विस्कट प्रकार ह्यांचा प्रामुख्याने अन्तर्भाव होतो. त्यापैकी भारतीय मेवा मिठाई तयार करणे हा हलवायांचा कुटीर उद्योग असल्याने तो पुष्कळ ठिकाणी लहान प्रमाणावर चालतो. मिठाई उत्पादनाच्या धंद्याला संघटित असे स्वरूप नाही. विशेष अशी त्याला यंत्र सामुग्री पण लागत नाही. हा व्यवसाय संघटित नसल्याने त्याची आकडेवारी उपलब्ध नाही. विलायती मेवा मिठाई किंवा मिष्ठ खाद्य पदार्थ (confectionary) ह्या मध्ये टॉफी, चाकोलेट, कॅडी, पेपरमिट गोळ्या वगैरे खाद्य पदार्थांचा समावेश होतो. विलायती मिठाईमध्ये रुचकरपणा, विशिष्ट स्वाद व वास ह्यांचा कायमपणा, बरेच दिवस टिकून राहाणे वगैरे गुण महत्त्वाचे मानले जातात. ह्या सर्व गुणांमुळे ह्या मिठाईला भरपूर मागणी असते. विविध यंत्रे व प्रक्रियांचा उपयोग करून विलायती मिठाई कारखान्यामध्ये मोठ्या

प्रमाणावर तयार करण्यात येते. ह्या धंद्यातील पदार्थांचे खाद्य पदार्थ विषयक कायद्या-प्रमाणे प्रमाणीकरण करण्यात आलेले असते. विस्कट उत्पादनाचा धंदा हा सुद्धा संघटित असून त्याला यंत्रसामुग्रीची गरज असल्याने त्या धंद्याला कारखान-दारीचे स्वरूप आलेले आहे. विस्कटांमध्येही गुणवत्तेच्या दृष्टीने बरेच प्रमाणीकरण करण्यात आलेले आहे.

### विलायती मेवा मिठाई :

विलायती मिठाई मध्ये टिकाऊपणा हा गुण महत्त्वाचा मानला जातो. रुचकर-पणा व स्वाद ह्यामुळे मिठाई चांगलीच लोकप्रिय झाली आहे. आरंभी तरी ही मिठाई परदेशातून आयात करावी लागे. भारतामध्ये थोड्या प्रमाणावर निर्मिती होत असे. परंतु त्यासाठी वापरण्यात येणारी यंत्रे आधुनिक नसल्याने व इतर साहित्य दर्जेदार नसल्यामुळे त्यांची गुणवत्ता परदेशी मिठाईच्या दर्जाची नसावी. परंतु दुसऱ्या महा-युद्धकाळामध्ये आयात थांबली व स्थानिक मागणी तर मोठी असल्यामुळे नवीन अद्ययावत यंत्रांचे कारखाने निघाले व जुन्या कारखान्यांनी अद्ययावत सुसज्ज यंत्र सामुग्री व दर्जेदार साहित्य वापरून ह्या खाद्य पदार्थांचे उत्पादन सुरु केले. गुणवत्तेच्या बाबतीत हे मिष्ट खाद्य पदार्थ परदेशी मालाच्या तोडीचे असल्याने ते लगेच लोक-प्रिय झाले. एवढेच नव्हे तर ह्या पदार्थांना परदेशातही मागणी येऊ लागली आहे.

विलायती मिष्ट खाद्यांच्या धंद्याचे राष्ट्रीय महत्त्व लक्षात घेऊन ह्या मिष्ट खाद्यांचे उत्पादन व गुणवत्ता ह्यांवर शासकीय नियंत्रणे आली. प्रत्येक पंचवार्षिक योजनेमध्ये तिचे उत्पादन लक्ष्य ठरविण्यात आले. दुसऱ्या पंचवार्षिक योजनेमध्ये ते १० हजार टन तिसऱ्या पंचवार्षिक योजना काळात २५ हजार टन तर चवथ्या पंच वार्षिक योजनेमध्ये ४० हजार टन असे ठरविण्यात आले.

तिसऱ्या पंचवार्षिक योजनेच्या आरंभी हे विलायती मिष्ट खाद्य पदार्थ तयार करणारे ४४ कारखाने होते. त्यांची उत्पादन क्षमता ५२ हजार टन एवढी होती. परंतु तिसऱ्या पंचवार्षिक योजनेनंतर ह्या मिठाईचे उत्पादनात घट होऊ लागली. त्याचे मुख्य कारण म्हणजे साखरेचा अपुरा पुरवठा व साखरेच्या किमतीमध्ये भरम-साट वाढ त्याशिवाय इतर साहित्याची किंमत व वेतन ह्यांमध्ये बरीच वाढ झाल्या-मुळे विलायती मिठाईची किंमत लोकांना परवडण्यासारखी राहिली नाही. काही कारखान्यांनी त्यामुळे आपले उत्पादन कमी केले तर काही कारखाने साफ बंद झाले. मिष्ट खाद्य पदार्थांच्या धंद्याचा उत्कर्ष साधावयाचा तर कारखानदारांना साखर कमी दरात मिळवून देण्याची काही तरी शासकीय स्तरावर योजना होणे आवश्यक



आहे. पुढील कोष्टकामध्ये ह्या मिठाईचे उत्पादन (ह्यामध्ये चाकोलेटचा अन्तर्भाव नाही) व निर्यात ह्यांची आकडेवारी दिलेली आहे.

**कोष्टक क्र. ८.१८**

वर्ष	उत्पादन टन	निर्यात-टन
१९६०/६१	१२२७०	२०
१९६५/६६	२६०००	८७०
१९७०/७१	१४०००	-
१९७१/७२	१८०००	-

**बिस्किट उद्योग :**

साखरेवर अवलंबून राहणारा असा हाही एक महत्त्वाचा उद्योग आहे. बिस्किटांमध्ये साधारणतः २५ टक्के साखर असते. बिस्किट-उत्पादनाच्या धंद्यामध्ये सध्या ३२ कारखाने गुंतलेले आहेत. लवकरच त्यामध्ये १-२ कारखान्यांची भर पडेल. बिस्किटांच्या आयातीवर आता पूर्ण बंदी घालण्यात आलेली आहे. पुढील कोष्टकात बिस्किटांचे उत्पादन देण्यात आलेले आहे.

**कोष्टक क्र. ८.१९**

वर्ष	उत्पादन टन	वर्ष	उत्पादन-टन
१९५६	१४८२३	१९६६	६१८२०
१९६१	२६२२०	१९७१	६५४००

**साखर कारखान्यांची यंत्रसामुग्री :**

१९३२ साली साखर उद्योगाला संरक्षण मिळाल्यानंतर, साखर कारखान्यांची मोठ्या प्रमाणावर वाढ होऊ लागली. थोड्याच वर्षांत भारत जरी साखरेच्या बाबतीत स्वावलंबी झाला असला तरी साखर उत्पादनासाठी लागणारी यंत्र सामुग्री आयात करावी लागे. ह्या यंत्र सामुग्रीच्या बाबतीत भारत १९५७ सालापर्यंत तरी बराच परावलंबी होता. १९४७ साली ९६ लक्ष रुपयांची यंत्रे आयात झाली. तर १९५६ साली तोच आकडा ८९८ लक्ष रुपयांवर गेला.

१९५७ साली ह्या यंत्र सामुग्रीच्या आयातीसाठी लागणारे परकीय चलन मिळणे कठीण होऊ लागले. संपूर्ण साखर उद्योग स्वतःच्या पायावर उभा राहावयाचा तर त्यासाठी लागणारी यंत्र सामुग्री पण स्वदेशीच असली पाहिजे हे स्पष्ट झाले. भारतामध्ये यंत्रसामुग्रीची निर्मिती व्हावी म्हणून आरंभी काही सुटे भाग व काही यंत्रासाठी लागणारे परंतु भारतामध्ये तयार न होणारे विशेष प्रकारचे साहित्य ह्यासाठीच फक्त परकीय चलन उपलब्ध करून देण्याचे भारत शासनाने ठरविले. त्याचा फायदा घेऊन येथील यंत्रोत्पादक कारखाने परकी कंपन्यांच्या सहकार्याने किंवा स्वतंत्रपणे अद्यावत यंत्रसामुग्री तयार करू लागले. आयात होणाऱ्या यंत्राची त्यामुळे त्याप्रमाणात घट होऊ लागली. भारतीय यंत्रसामुग्रीमध्ये आरंभी १५-२० टक्के यंत्रभागांची आयात करावी लागे. आता तेच प्रमाण ५ टक्क्यांपर्यंत खाली आले आहे.

चवथ्या पंचवार्षिक योजना काळाच्या शेवटी १७ पूर्ण कारखान्यांसाठी लागणारी ३० कोटी रुपये किमतीची यंत्रसामुग्री तयार करण्याचे उद्दीष्ट ठरविण्यात आले होते. दररोज १२५० ते २००० टन ऊस गाळणाऱ्या साखर कारखान्यांना लागणारी यंत्रसामुग्री निर्माण करणारे असे आज भारतामध्ये ७ कारखाने आहेत. त्याशिवाय लहान मोठी यंत्रे किंवा यंत्रभाग तयार करणारे आणखीही काही उद्योग समूह आहेत. काही प्रमाणात ही यंत्रसामुग्री निर्यातही होऊ लागली आहे. पुढील कोष्टकात यंत्रसामुग्रीचे उत्पादन, आयात व निर्यात ह्यांची आकडेवारी दिलेली आहे.

### कोष्टक क्र. ८.२०

वर्ष	स्थानिक उत्पादन लक्ष रुपये	आयात लक्ष रुपये	निर्यात लक्ष रुपये
१९५७	१६२.००	३९२.८६	—
१९६१	४८०.००	७५.२४	—
१९६५	७५६.५०	६.१९	३.२८
१९७०	१२८०.१०	१६.८८	०.४७
१९७१	१४६३.००	७.४९	१.८२



## साखर - उत्पादन वाढ आणि काही समस्या

**को**णत्याही वाढत्या उद्योगधंद्याच्या काही व्यावसायिक समस्या असतातच. परंतु साखर उत्पादन हे अन्न-धान्य उत्पादन, आयात-निर्यात व्यापार, प्रत्येक देशाचा अन्न स्वयंपूर्णतेचा प्रयत्न अशा ह्या विविध अंगाशी निगडित असल्याने काही प्रश्न निर्माण होतात. त्या सर्व प्रश्नांना निश्चयात्मक अशी उत्तरे असतातच असे नाही. पुष्कळ वेळा प्राप्त परिस्थितीनुसार निर्णय निरनिराळ्या पातळीवर घेतले जाणे अटळ आहे. ह्या प्रकरणामध्ये नजिकच्या भविष्य काळामध्ये साखर उत्पादन विषयक काय समस्या असतील ह्यांचा स्थूलमानाने परिचय करून देण्याचा प्रयत्न केला आहे.

**साखर मर्यादित तर लोकसंख्या वाढती:**

साखरेचा भूतकाळ व वर्तमान काळ ह्यांचा परिचय झाल्यानंतर भावी काळामध्ये, निदान नजिकच्या भविष्य काळामध्ये, साखर व्यवसायाच्या काही प्रश्नांचा विचार करणे आवश्यक आहे. येत्या २५ वर्षात जागतिक लोकसंख्येची वाढ व लोकांची साखरेची वाढती गरज ह्या विषयी डॉ. डी. जी. कुलकर्णी ह्यांनी 'Tropical Sugar' ह्या आपल्या पुस्तकात केलेले सम्यक् दिग्दर्शन उपयुक्त होण्यासारखे आहे. लोकसंख्येच्या वाढीचे प्रमाण घेऊन २००० साली एकूण जागतिक लोकसंख्या व जगातील विकसनशील देशांची दर माणशी साखरेची वाढती गरज ध्यानात घेऊन त्यांनी पुढील प्रमाणे सुसंगत आकडेवारी दिलेली आहे.

२००० सालातील संभाव्य लोकसंख्या व लोकांची साखरेची गरज ह्यांची तौलनिक वाढ (१९७० सालच्या मानाने) पुढील कोण्टकात दिलेली आहे.

### कोष्टक क्र. ९.१

खंड	१९७० साल			२००० साल		
	लोकसंख्या (दशलक्ष)	साखर (दशलक्ष टन) स्फटिकी	लोक संख्या (दशलक्ष) अस्फटिकी	साखर (दशलक्ष टन) स्फटिकी	साखर (दशलक्ष टन) अस्फटिकी	
अमेरिका	४९०.०	२४.०	२.०	६५०	४०	-
युरप (रशिआसह)	७००.०	२५.०	-	९००	४०	-
आशिया चिनसह)	२०००.०	१२.५	१०.०	३९००	४५	१५.०
आफ्रिका	३४०.०	४.५	-	५२५	१२	-
ओशनिया	१८.५	३.५	-	२५	६.०	-

कुटुंब नियोजनाचे प्रयत्न चालू असूनही जागतिक लोकसंख्येची एवढी वाढ अटळ दिसते. लोकसंख्येच्या वाढीबरोबर साखरेची मागणी वाढणारच. एवढ्या साखरेचे उत्पादन कसे करावयाचे ही समस्या साखर उद्योगापुढे आहेच. १९७० साली एकूण साखरेचे उत्पादन ८० दशलक्ष टन झाले. २००० साली हेच उत्पादन १६० दशलक्ष टनापर्यंत न्यावे लागेल. ह्याकरिता सरळ दिसणारा एक मार्ग म्हणजे दुप्पट जमीन ऊस-बीट लागवडीखाली आणणे. आज ऊस-बीट ह्या पिकांचे क्षेत्र सर्वे लागवडीयोग्य क्षेत्राच्या साधारण १.५५ टक्के आहे. दुप्पट साखर उत्पादनासाठी ३ टक्के लागवडी योग्य शेत-जमीन लागेल. परंतु साखरेचा प्रश्न सोडविण्याच्या प्रयत्नांमध्ये अन्नधान्याच्या तुटीचा नवीन प्रश्न निर्माण होईल त्याचे काय? ह्या दृष्टीने ऊस व बीट ह्यांचे दर हेक्टरी उत्पादन व त्यातील साखरेचे प्रमाण व त्याच प्रमाणे साखर निर्मितीचे तंत्र ह्यामध्ये संशोधन करून आणखी सुधारणा करण्याची तातडीची गरज आहे. शास्त्रज्ञ व तंत्रज्ञ ह्यांना हे आव्हान आहे व ते त्यांनी स्विकारले पाहिजे. साखरेचे उत्पादन दर हेक्टरी उसापासून ६.५ टन आणि बीट-कंदापासून ५ टन एवढे वाढविले पाहिजे. आवश्यक तेवढी संशोधनाची प्रगती झाली तरी ऊस-बीट ह्यांच्या लागवडीखालील क्षेत्र १.५५ टक्क्यावरून २.३५ टक्क्यापर्यंत वीडपटीने वाढवावे लागेल, असा डॉ. कुलकर्णी ह्यांचा अंदाज आहे. त्या प्रमाणात अन्न धान्या-खालील क्षेत्र व अन्न धान्य उत्पादन कमी होईल हे उघड आहे. शास्त्रीय संशोधनावर ह्या बाबतीत मुद्दा भरिभार ठेवावा लागणार आहे. तरीपण साखर की अन्न धान्य ही समस्या निर्माण होतेच.



## साखर विरुद्ध अन्न धान्य :

अन्न व शेती संपटना ( FAO ) ह्या अन्तरराष्ट्रीय संस्थेने प्रसिद्ध केलेल्या आकडेवारी प्रमाणे आर्थिक दृष्ट्या सुखवस्तू कुटुंबांमध्ये वाढत्या उत्पन्ना-बरोबर अन्न-धान्य म्हणजे पिष्टमय पदार्थ ह्यांचे प्रमाण थोडे कमी होते व आहारातील शर्करेचे प्रमाण वाढते. अर्थातच तेवढ्या प्रमाणात नव्हे तर बऱ्याच जास्त प्रमाणात. (पहा प्र. ७ कोष्टक क्र. २). म्हणजेच थोड्या मर्यादित प्रमाणात अन्न धान्याची जागा शर्करा घेऊ शकते.

शरीर गरम ठेवण्यासाठी जी उष्णता ऊर्जा लागते ती ऊर्जा आहारातील सर्व घटक द्रव्ये कमी जास्त प्रमाणात शरीराला पुरवू शकतात. एका ठरविक क्षेत्र-फळाच्या जमिनीमधून येणारे उसाचे पीक व तांदुळाचे पीक ह्यांची तुलना केल्यास उसाचे म्हणजेच साखरेचे उत्पादन तांदुळाच्या जवळ जवळ चौपट कॅलरीज देऊ शकते. असे केवळ उष्णता ऊर्जेच्या दृष्टीने म्हणजेच कॅलरीजच्या परिमाणामध्ये अन्न-मूल्य मोजल्यास आढळून येते.

निरनिराळ्या पिकांना एक दशलक्ष कॅलरीज निर्मितीसाठी लागणारे क्षेत्रफळ एकरामध्ये दिलेले आहे. (डॉ. कुलकर्णी ह्यांच्या पुस्तकावरून)

### कोष्टक क्र. १.२

पीक	क्षेत्र (एकर)	पीक	क्षेत्र (एकर)
ऊस	०.१३	वीन्स	०.९१
सोयाबीन	०.६७	तांदुळ	०.५९
रताळी	०.३६		

उसाच्या पिकाला जास्त कॅलरीज देणे कसे शक्य होते? आपले पुष्कळसे अन्न हे वनस्पतीच्या कंदोंपासून, फळातून, किंवा बियांपासून उपलब्ध होत असते. परंतु उसाच्या बाबतीत मात्र अन्नाचा उगम वनस्पतीच्या खोडापासून होतो. कंद, फळे, बिया ह्यापेक्षा खोड बरेच मोठे असते. तेवढ्याच जमिनीतून उसापासून जास्त अन्न का मिळते हे स्पष्ट होईल. ह्या संदर्भात एक दोन प्रश्न उद्भवतात. अन्नाची वाढती टंचाई, तांदूळ किंवा गहू पिकविण्याऐवजी उसाचे पीक घेतल्याने अगदी काही प्रमाणात तरी कमी होईल का? होय, पण थोड्या प्रमाणात. अन्न धान्याची काही गरज साखर भागवू शकते. अशा परिस्थिती मध्ये उसाच्या पिकाला हवामानाची अनुकूलता अस-

त्यास अन्नधान्याऐवजी काही ठिकाणी तरी उसाचे पीक घेणे लोकांच्या अन्न गरजेच्या दृष्टीने ग्राह्य ठरेल का? साखरेचा बाजार भाव अन्नधान्याच्या भावाशी मिळता जुळता असला तरच. आज तरी तशी परिस्थिती नाही. साखरेची किंमत खाली आणणे ह्यासाठी इतराप्रमाणे शास्त्रज्ञांनासुद्धा फार मोठी जबाबदारी पार पाडावी लागेल.

साखर उत्पादनाचा खर्च कमी करणे व अन्न धान्याचे उत्पादन वाढविणे ह्यासाठी उसाचे वेणे लावून झाल्यावर वेण्यामधील मोकळ्या जागेत एकादे लवकर तयार होणारे अन्न धान्याचे पीक काढून घेतल्यास उसाच्या वाढीला अडचण न येता अन्नधान्याचे एक पीक हाती येईल. ह्या दृष्टीने काही यशस्वी प्रयत्न झालेले आहेत. मोठ्या प्रमाणावर ह्या उपक्रमाचा अवलंब करण्यामध्ये येणाऱ्या कृषि-शास्त्रीय अडचणीतून मार्ग काढला पाहिजे. साखर उत्पादन वाढविल्याने अन्नधान्याचे उत्पादन घटते ह्या नेहमीच्या तक्रारीचे अंशतः तरी निराकरण करता येईल. ह्यासाठी आवश्यक त्या कृषि-शास्त्रीय संशोधनाची मोठी गरज आहे.

### स्वावलंबन की परस्परवलंबन :

लागवडी योग्य जमीन ठराविक आहे. त्यामध्ये विशेष वाढ होण्याची शक्यता नाही. त्या उलट लोकसंख्या व लोकांची अन्न धान्याची गरज सारखी वाढत आहे. ह्या दोन गोष्टींचा मेळ घालणे ही कृषि-शास्त्रापुढे फार मोठी समस्या आहे. कोणत्याही एका भूप्रदेशात सर्व प्रकारची पिके काढण्याऐवजी जमिनीचा कस व स्थानिक हवामान बगैरे सारे लक्षात घेऊन जास्तीत जास्त अन्न-मूल्य म्हणजे कॅलरी देणाऱ्या अन्न जातीची निर्मिती करणे योग्य होईल. जास्तीत जास्त पीक देणाऱ्या एक दोन अन्न जातींची निवड करून त्यातून भरपूर अन्न काढले पाहिजे. तरच आपण उपलब्ध जमिनीचा व सुविधांचा अधिकतम फायदा घेतला असे होईल. साखरेचे भरपूर उत्पादन करणारी राज्ये किंवा देश आपली अन्य अन्न पदार्थांची गरज ते पदार्थ इतर देशाकडून आयात करून आणि त्यांच्या बदल्यामध्ये साखर निर्यात करून भागवू शकतील. ह्या उपक्रमाचा फायदा म्हणजे जगामध्ये एकूण खाद्य पदार्थांचे उत्पादन वाढेल. परंतु त्यामुळे प्रत्येक राज्याची किंवा देशाची अन्न स्वयंपूर्णता नष्ट होईल. अन्न धान्यासाठी किंवा साखरेसाठी परावलंबन किती कष्टदायक असते ह्याचा अनुभव युद्धकालामध्ये किंवा काही राजकीय किंवा आर्थिक तणाव निर्माण होतात तेव्हा सर्वत्र देशांना येतो. अशा प्रणालीची परिस्थिती निर्माण झाल्यावर सर्वत्र स्वावलंबनाची ह्कारती सुरु होते. साखर कमी पिकवा व गहू, तांदुळ जास्त पिकवा असा आग्रह धरण्यात येतो. परंतु ह्या सावधगिरीच्या प्रयत्नामध्ये एकूण अन्न निर्मिती कमी होते. परंतु



स्वावलंबनाचे समाधान लाभते. परंतु युद्धजन्य परिस्थिती नसते किंवा अन्य तणाव नसतात तेव्हा सर्वत्र हा प्रश्न केवळ भावनिकच राहातो.

महाराष्ट्रामध्ये काय किंवा दक्षिण भारतामध्ये काय, बऱ्याच ठिकाणी उसाच्या भरघोस पिकाला हवापाणी अनुकूल असल्याने उसाचे पीक वाढवावे आणि इतर प्रांतामध्ये गहू, तांदुळ किंवा कडधान्ये ह्यांच्या जास्तीत जास्त उत्पादनाला हवापाणी अनुकूल असल्याने तीच पिके वाढवावी. राज्याराज्यामध्ये ह्या उत्पादनांची देवाणघेवाण करून सर्वांचेच अधिकतम हित साधावे असा एक शास्त्रीय दृष्टिकोन असू शकतो.

ह्या संदर्भात महाराष्ट्रातील एका नामवंत साखर कारखान्याच्या संचालकांनी प्रकट केलेले विचार चिंतनीय आहेत. त्यांच्या मताप्रमाणे महाराष्ट्रामध्ये उसाखालील क्षेत्र कमी करण्याऐवजी वाढवावे व अन्नधान्याखालील क्षेत्र कमी करावे असे आहे. त्यामुळे येणाऱ्या वाढीव साखर उत्पादनाची अन्नधान्य पिकविणाऱ्या देशांना निर्यात करून, त्यांच्या बदल्यामध्ये त्यांच्याकडून अन्नधान्य खरेदी करून आपली गरज भागवावी. खरे म्हणजे त्यामध्ये नवीन तत्त्व असे काही नाही. आजही क्युबा, हवाई सारखे साखर उत्पादक देश लागवडी योग्य जमिनीपैकी ५०-६० टक्के जमिनीमध्ये उसाची लागवड करून, तयार होणारी बरीच साखर निर्यात करून, आपल्याला लागणारे अन्नधान्य व अन्नपदार्थ आयात करतात. साखरेचे व अन्नधान्याचे अन्तरराष्ट्रीय भाव लक्षात घेता, दर हेक्टरी येणाऱ्या साखरेची निर्यात करून बदल्यात मिळणारे परकीय अन्नधान्य भारतामध्ये दर हेक्टरी मिळणाऱ्या गहू-तांदुळाच्या दुपटी-तिपटीने असेल. म्हणजे एकूण गोळावेरीज पाहता देशाच्या अन्नटंचाईमध्ये ही योजना फायदेशीर ठरेल. भारतामध्ये एकूण शेतीलायक जमिनीपैकी साधारण १.५ टक्का जमीन उसाखाली असून उसाच्या एकूण उत्पादनाची किंमत जवळ जवळ १२०० कोटी रुपये आहे. म्हणजे एकूण शेतीच्या उत्पादनाचा १२ टक्के भाग उसाच्या उत्पादनातून मिळतो.

शास्त्रीय दृष्टिकोन व जागतिक परिस्थिती ह्यांचा तारतम्याने विचार करून स्वावलंबन की परस्परावलंबन ह्या विषयीचा निर्णय घ्यावा लागेल. नजिकच्या भविष्य काळामधील साखर उत्पादनाच्या अशा काही समस्या आहेत.





## परिशिष्ट

### पारिभाषिक शब्दावली

#### १. इंग्रजी - मराठी

Active (carbon) - क्रियाशील (कार्बन)	Decompose - अपघटन
Amorphous - अस्फटिकी	Detergents - निर्मलक
Atom - अणू	Dextro rotatory - दक्षिण परिवलनी
Biochemistry - जीवरसायनशास्त्र	Diffuser - विसरक
Boiling point - उत्कलनांक	Diffusion - विसरण
Buffer Stock - राखीव साठा	Element - मूलद्रव्य
By products - उप उत्पादने	Empty calorific - फोकळ उष्मांक
Calorie - कॅलरी, उष्णता एकक; उष्मांक	Emulsion - पायस
Calorific value - उष्णीयमान	Energy - ऊर्जा
Cell - पेशी	Excise duty - उत्पादन शुल्क
Centrifuge - अपकेंद्रित	Fertilizer - रासायनिक बरखते
Chemical reaction - रासायनिक अभिक्रिया	Filter mud - गाळाचा साका
Compost - संयुक्त मूरखत	Formula - सूत्र
Confectionary - मिष्ट खाद्य पदार्थ, विलायती मिठाई	Free flow - मुक्त प्रवाह
Conservation - अक्षय्यता	Impermeable - अपार्य
Constitutional formula - घटनात्मक सूत्र	Impurity - अपद्रव्य
Coronary diseases - हृदयमनी रोग	Inorganic - अकार्बनी
Cross-breeding - संकर	Inversion - पर्यस्तन
Crystallisation - स्फटिकीकरण	Ion exchange - आयन विनिमय
	Laevorotatory - वामपरिवलनी
	Melting point - द्रवणांक
	Micro organism - सूक्ष्मजीवी

Moisture	— आर्द्रता	Protective duty	— संरक्षक कर
Molecule	— रेणू	Radiation	— प्रारण
Multiple effect evaporator	— बहुपदवाष्पक	Ratoon	— खोडवा
Neutralisation	— उसासिनीकरण	Rotation	— परिवलन
Nursery	— बेणमळा	Shape	— आकृति
Optical activity	— प्रकाशीय क्रियाशीलता	Size	— आकार
Organic	— कार्बनी	Soluble	— द्रावणीय
Osmotic pressure	— परासरणी दाब	Solution	— द्रावण
Pancreas	— प्रपाचिक पिंड	Solubility	— द्रावणीयता
Photosynthesis	— प्रकाशसंश्लेषण	Standardisation	— प्रमाणीकरण
Plane	— प्रतल	Starch	— तवकिल
Plasticity	— आकार्यता	Stomach	— जठर
Plasticizer	— आकार्यता सहाय्यक	Structural formula	— रचनासूत्र
Polarised	— दिशादिष्ट	Subtropical	— उपउष्णकटिबंधीय
Portal Vein	— प्रतिहारिणी	Sucrose	— सुक्रोज, शर्करा
Potential (energy)	— स्थितिज (ऊर्जा)	Synthetic	— संश्लेषित
Press mud	— गाळाचा साका	Tropical	— उष्णकटिबंधीय
Preservation	— परिरक्षण	Vacuum pan	— निर्वात कढई
Prism	— चिती	Vibrations	— कंपने
		Yeast	— किण्व



## २. मराठी - इंग्रजी

अकार्बनी	- Inorganic	खोडवा	- Ratoon
अतिसंतृप्त	- Super saturated	गाळाचा साका	- Press mud
अणू	- Atom	चित्ती	- Prism
अपकेंद्रित	- Centrifuge	जठर	- Stomach
अपघटन	- Decomposition	जलीय अपघटन	- Hydrolysis
अपद्रव्ये	- Impurities	जीवरासायनशास्त्र	- Biochemistry
अपार्य	- Impermeable	तवकिल	- Starch
अभिक्रिया	- Reaction	दक्षिण परिवलनी	- Dextro rotatory
अस्फटिकी	- Amorphous	द्रवणांक	- Melting point
अक्षय्यता	- Conservation	द्रावण	- Solution
आकार	- Size, Volume	द्रावणीयता	- Solubility
आकार्यता	- Plasticity	दिशादिष्ट	- Polarised
आकार्यता सहाय्यक	- Plasticizer	निर्मलक	- Detergent
आकृति	- Shape	निर्वात कढई	- Vacuum pan
आम्ल	- Acid	पर्यस्तन	- Inversion
आम्लारी	- Base	परिरक्षण	- Preservation
आद्रता	- Humidity	परिवलन	- Rotation
आयन विनिमय	- Ion exchange	पायस	- Emulsion
आलगता	- Viscosity	प्रकाशसंश्लेषण	- Photosynthesis
उत्कलन	- Boiling	प्रकाशीय	क्रियाशीलता
उत्पादन शुल्क	- Excise duty	प्रतल	- Optical activity
उदासिनीकरण	- Neutralisation	प्रतिहारिणी शीर	- Portal vein
उपद्रव्ये	- By products	प्रपाचिक पिंड	- Pancreas
उपउष्णकटिबंधीय	- Subtropical	प्रमाणीकरण	- Standardisation
उष्णकटिबंधीय	- Tropical	प्रारण	- Radiation
उष्णतामूल्य	- Calorific value	पेशी	- Cells
ऊर्जा	- Energy	पोकळ उष्णांक	- Empty calorie
कंपने	- Vibrations		
किण्व	- Yeast		
क्रियाशील कार्बन	- Active Carbon		

बहुपदवाष्पक	– Multiple effect evaporator	शर्करा	– Sucrose
बेणमळा	– Nursery	संकर	– Cross-breeding
मुक्त प्रवाह	– Free flow	संतृप्त	– Saturated
मूलद्रव्य	– Element	संयुक्त मूरखत	– Compost
रचना सूत्र	– Structural formula	संयुग	– Compound
राखीव साठा	– Buffer stock	संरक्षण कर	– Protective duty
रासायनिक खते	– Fertilisers	संश्लेषित	– Synthetic
रेणू	– Molecule	सूक्ष्मजिवी	– Micro organisms
वामपरिवलनी	– Laevorotatory	स्थितिज	– Potential
विष्यंदिता	– Viscosity	स्फटिक केंद्रक	– Crystal seeds
विसरक	– Diffuser	हृदयमनीरोग	– Coronary diseases
विसरण	– Diffusion		

\* \* \*



## काही संदर्भग्रंथ

- (1) Indian Sugar Year Book 1971-72
- (2) Co-operative Sugar Directory & year Book 1974.
- (3) Sugar - Edited by (1) John Yudkin, (2) Jack Edelman, (3) Leslie Hough.
- (4) Indian Sugar Industry, by D.P. Kulkarni, Phaltan.
- (5) Tropical Sugar, by Dr. D. G. Kulkarni, Poona.
- (6) Contribution of Sugar Cane Breeding Institute, Coimbtore.  
(2 Articles by S.S. Shah)
- (7) The Sugarcane, by A C. Barnes.
- (8) Technology for Sugar Refinery Workers, by O. Lyle.
- (9) भारतातील साखर उद्योग, ले. प्रा. प्र. गो. ठोंबरे.
- (10) ऊस, गुळ, साखर - उद्यम (नागपूर) प्रकाशन.
- (11) प्रगत ऊस बागायत - संपा. गो. का. क्षेत्रे, ऊस संशोधन केंद्र, पाडेगाव.





## सूची

आडसाली ऊस	..	..	..	२६
आयन विनिमय (आयन एक्स्चेंज)	..	..	..	५४
आयन विनिमय तंत्र	..	..	..	५४
आयात-निर्यात	..	..	..	११०
उत्तर प्रदेश	..	..	..	१२०
उत्पादन वाढीच्या समस्या	..	..	..	१२५
उत्पादन शुल्क	..	..	..	१०६
उपलब्ध साखर	..	..	..	१८
उसाचा तुरा	..	..	..	२७
उसाचा हंगाम	..	..	..	२४
उसाची पक्वता	..	..	..	२६, २७
उसाची लागवड	..	..	..	२२, २५
उसाचे प्रतिस्पर्धी	..	..	..	३४
उसाचे बेणे	..	..	..	२३
उसाचे रोग व कीटक	..	..	..	३०
उसाचे संशोधन	..	..	..	४१
ऊस	..	..	..	२१
ऊस व खते	..	..	..	२९
ऊस व पाणी	..	..	..	२९
ऊस उत्पादन	..	..	..	३३
ऊस उत्पादन व शेत जमीन	..	..	..	३१, ३२
ऊस-बीट साखर उत्पादन	..	..	..	३९
ऊस लागवडीचा हंगाम	..	..	..	२५
ऊस संशोधन पद्धती	..	..	..	४४
ऊस हंगाम संयोजन	..	..	..	२८

कर्नाटक इन्स्टिट्यूट	..	..	..	१०१
कार्बोहायड्रेट	..	..	..	१०
काष्ट	..	..	..	१३
कॉफी हाऊसीस्	..	..	..	४
कोइमतूर संशोधन संस्था	..	..	..	६, ४३, ४४
कोइमतूर ऊस प्रकार :—				
Co ४१९	..	..	..	४६
Co ६७८	..	..	..	४६
Co ७४०	..	..	..	४७
Co ७९८	..	..	..	४७
Co ७७५	..	..	..	४७
Co ८५३	..	..	..	४७
कोलंबस	..	..	..	३
क्लोरोफिल	..	..	..	१४
खजूरी	..	..	..	३५
खडी साखर	..	..	..	५५
खते (भर)	..	..	..	२९, ३०
खते (वर)	..	..	..	२९, ३०
खांडसारी	..	..	..	६१, ६२, ११६, ११८
खांडवा (ऊस)	..	..	..	२२
गुळ	..	..	..	५९, ११६, ११७, ११८
गुळाचे नवीन तंत्र	..	..	..	११७
ग्लुकोज	..	..	..	१०, १६
चिपाडे	..	..	..	६३, ६४
जावनूर (कर्नाटक) सा. का.	..	..	..	११८
जोशी-पडाळकर	..	..	..	११७
डिफ्युजर (विसरक)	..	..	..	५३
डिफ्युजन प्रक्रिया	..	..	..	५६
तवकिल	..	..	..	१३

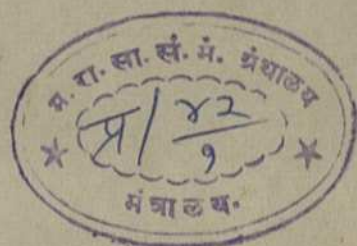


ताड-माड	३४, ३५
त्सै हेंग	४
दक्षिण व उत्तर भारत	११९
दुय्यम उत्पादने	१२१
दत दोष	८६
परिरक्षण	६८
पाडेगाव संशोधन केंद्र	२८, ४६
पिठी साखर	५६
पोकळ उष्मांक	८५
प्रकाश संश्लेषण	१४
प्रवरा नगर सह. सा. का.	११४
फोटो सिन्थेसिस	१४
फ्रक्टोज	१०, १२, ९०
बिस्किट उद्योग	१२३
बीटकंद	३५
बीट व ऊसाखालील क्षेत्र	३२
बीट व ऊस साखरेचे उत्पादन	३९
बीट साखर	३७, ५६
बेणे (उसाचे)	२३
बेणे (नवीन)	२४
बेलापूर साखर कारखाना	१००
भारत व साखर	९३
मध	६
मधाचे उत्पादन	८
मधाचे घटक	७
मधुमेह	८८
महाराष्ट्र व साखर उत्पादन	९६, ९७
माग्राफ (अँड्रीअन)	५, ३७
माल्टोज	११
मिष्टखाद्ये	१२२
मेदवृद्धी	८६
मेपल	३४
मोलॅसिस	६४

यंत्रसामुग्री (साखर)	..	..	..	१२३
राज्यवार साखर उत्पादन	..	..	..	९५
रासायनिक ऊर्जा	..	..	..	१५
रिफ्रॅक्टोमिटर	..	..	..	२७
लॅक्टोज	..	..	..	११
विसरक (डिफ्युजर)	..	..	..	५३
वेस्ट इंडीज साखर	..	..	..	३
शर्करा	..	..	..	११, १४
शर्करेचे पर्यस्तन	..	..	..	७१
शर्करा कंद	..	..	..	३६
सहकारी क्षेत्र	..	..	..	११२, ११३
सेंकरिमिटर	..	..	..	२७
सेंटोडेमिन्गो	..	..	..	३
साखर (खडी)	..	..	..	५५
साखर (पिठी)	..	..	..	५६
साखर (शुभ्र)	..	..	..	५२
साखर आयात-निर्यात	..	..	..	११०
साखर उपलब्ध	..	..	..	१८
साखर प्रवास मार्ग	..	..	..	३
साखर यंत्र सामुग्री	..	..	..	१२३
साखर व आरोग्य	..	..	..	८४
साखर व आहार	..	..	..	७७
साखर व पंच वार्षिक योजना	..	..	..	१०७
साखर व शासकीय धोरण	..	..	..	१०८
साखरेची उत्पत्ति	..	..	..	१३
साखरेची गोडी	..	..	..	११, १२
साखरेची प्रतवारी	..	..	..	१०२
साखरेची साठवण	..	..	..	७३
साखरेचे जलीय अपघटन	..	..	..	७१



साखरेचे शुद्धीकरण	..	..	..	५१
साखरेचे स्वरूप	..	..	..	१०
सॉरगम	..	..	..	२५, १०१
सॉलोमन बेटे	..	..	..	२
सुक्रोज	..	..	..	११, १४
संजीवनी साखर कारखाना	..	..	..	१००
संरक्षक कर	..	..	..	१०४
संश्लेषित गोड द्रव्ये	..	..	..	९१
हृद घमनी रोग	..	..	..	९०







१९३८ सालापासून सर्वसाधारण वाचकांना सुबोध होईल असे शास्त्रीय विषयांवर मराठीमधून लेखन सुरू केले. निरनिराळ्या मराठी नियतकालिकांतून असे सुमारे १२५ लेख प्रसिद्ध झाले आहेत. विश्वकोशासाठी काही लेखन केले आहे. महाराष्ट्र राज्य भाषा संचालनालयाच्या रसायन शास्त्र उपसमितीचे सदस्य.

आतापर्यंत मराठी मध्ये ९ पुस्तके प्रसिद्ध झाली असून हे दहावे पुस्तक प्रसिद्ध होत आहे. त्यापैकी ४ पुस्तके स्वतंत्र असून, त्यातील पहिल्या तीन पुस्तकांना महाराष्ट्र शासन व इतर ग्रंथोत्तेजक संस्थांकडून गौरवार्थं परितोषिके मिळालेली आहेत. ह्या शिवाय ६ अनुवादित पुस्तके आहेत. सध्या काही स्फुट लेखन चालू आहे.

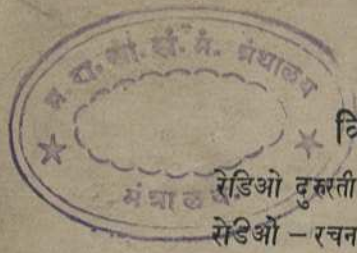
## लेखकाची पुस्तके

### (अ) स्वतंत्र :

- १) विज्ञान विलास (१९५५)
- २) विज्ञान शोभा (१९५८)
- ३) विज्ञान सौंदर्य (१९५९)
- ४) साखर (प्रस्तुत) (१९७७)
- ५) खनिज तेल व तज्जन्ये रसायने  
- एक सुबोध परिचय - (आगामी)

### (ब) अनुवादित :

- १) अवकाश यात्रा (१९६४)
- २) सागराचे दिव्य दर्शन (१९६५)
- ३) सागर तळाचा शोध (१९६५)
- ४) रसायन शास्त्राची करामत (१९६५)
- ५) एक ग्रह, नाव त्याचे पृथ्वी (१९६६)
- ६) विज्ञानाचे युग प्रवर्तक (१९६९)



## विज्ञानमालेतील प्रकाशने

रेडिओ दुरूस्ती (तृतीयावृत्ती)	श्री. श्री. वि. सोहोनी
रेडिओ - रचना आणि कार्य	श्री. श्री. वि. सोहोनी
अणुयुग	श्री. वि. शं. आठवले
मधुमेह	डॉ. म. ग. गोगटे
कातनयंत्राचे अंतरंग	श्री. शं. गो. भिडे
रेकॉर्ड प्लेअर	श्री. श्री. वि. सोहोनी
यंत्रकाम भाग १	श्री. शं. गो. भिडे
वस्त्रोद्योग (सुती)	कै. न. गो. देवकर
पाणी पुरवठा	प्रा. वि. न. धारपुरे
बुद्धिबळे	श्री. ना. रा. वडनप
मिष्टखाद्ये	डॉ. वा. वि. लवाटे

## विज्ञानमालेतील आगामी प्रकाशने

खनिज तेल व तत्जन्य रसायने	प्रा. प. म. बर्वे
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था	श्री. श्री. वि. सोहोनी
भारतीय रेल्वे	श्री. अ. म. सहस्त्रबुद्धे
संगणकाचा परिचय	श्री. स. ग. काजरेकर
पुस्तक बांधणी	श्री. वि. ना. लिमये
खाद्य तेले व मेदे	डॉ. न. ग. मगर
प्रकाशचित्रणकला	श्री. के. वा. गोडबोले
कागद	श्री. वा. शि. नाईक
ग्रंथनिर्मिती	श्री. य. गो. जोशी
सिमेट	डॉ. मा. खं. धारपुरे
महाराष्ट्राची सर्पसृष्टी	डॉ. पु. ज. देवरस