

Հ.Ժ. ՏԵՐ-ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

# ԽՍՈՐՄԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԻՄԱՆՈՂԳԻԱ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԶԵՐՆԱՐԿ  
ՄԱՍԻ



ԵՐԵՎԱՆ 2017

**Հ.Ժ. ՏԵՐ-ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ**

**ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ**

**ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԶԵՂՈՆԱՐԿ  
ՄԱՍ I**

**ԵՐԵՎԱՆ 2017**

ՀՏ 663(07)  
ԳՄԴ 36.87.յ7  
Տ 469

Աշխատանքը հավանության է արժանացել պարենամթերքի  
տեխնոլոգիաների ֆակուլտետի գիտական խորհրդի կողմից (26. 04. 2017  
արձանագրություն 5.)

Խմբագիր Ս. Հ. Մսրյան

**Հ.Ժ. ՏԵՐ-ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ**  
**Տ 469 ԽՄՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ**  
**ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԶԵՂՆԱՐԿ: ՄԱՍ I / Հ.Ժ. ՏԵՐ-ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, -**  
**Եր.: ՀԱՊՀ, 2017. -80 էջ**

Ուսումնական ձեռնարկը նախատեսված է Հայաստանի ազգային  
ագրարային համալսարանի «Խնորման արտադրությունների տեխնոլո-  
գիա և գինեգործություն» և «Գյուղատնտեսական հումքի և պարենամթերքի  
փորձաքննություն, ստանդարտացում և սերտիֆիկացում» մասնագիտու-  
թյունների ուսանողների համար:

ՀՏ 663(07)  
ԳՄԴ 36.87.յ7

I ISBN 978-9939-54-990-3

© Հ.Ժ. Տեր-Մովսեսյան. 2017  
© Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան. 2017

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Խմորման արտադրությունների տեխնոլոգիայում հիմնական և ընդհանուր գործնքաց է խմորում: Տարբերում են խմորման 2 տեսակ՝ անաերոր և աերոր: Անաերոր խմորումը բարդ օրգանական միացությունները ավելի պարզ նյութերի խորք քայլայման ֆերմենտատիվ պրոցես է, որն ընթանում է առանց մոլեկուլար բջվածնի մասնակցության: Անաերոր տեսակին են պատկանում սպիրտային, ացետոնա-բրուտային և կարնաթրվային խմորումները: Աերոր խմորումն իրենից ներկայացնում է շաքարների քայլայման մի այնպիսի ձև, որը պահանջում է ազատ բջվածնի առկայություն: Աերոր խմորման տեսակներն են՝ քացախաթրվայինը և կիտրոնաթրվայինը: Գոյություն ունեն տարբեր տեսակի խմորման ձևեր, բայց դրանցից արտադրության մեջ ամենաշատ տարածված են սպիրտայինը, քացախաթրվայինը, կիտրոնաթրվայինը և ացետոնաթրվային բարիլային խմորումները:

Խմորման արտադրության մեջ կիրառում են տարբեր միկրոօրգանիզմներ՝ խմորանկեր, բակտերիաներ և բորբոսներ: Այդ միկրոօրգանիզմները տարբերվում են ըստ կառուցվածքի, չափերի, բազմացման եղանակի, ազատ բջվածնի հետ ռեակցիայի, աճի պայմանների: Բայց դրանք միանման են նրանով, որ ակտիվ զարգանում և պարունակում են կենսաքիմիական կատալիզատորներ՝ ֆերմենտներ, որոնց օգնությամբ և կատալիզում են ռեակցիաները:

Միկրոօրգանիզմների կենդանի բջիջներն արտադրում են տարբեր տեսակի ֆերմենտներ, որոնք բաժանվում են 2 տեսակի՝ էկզոֆերմենտներ և էնդոֆերմենտներ: Էկզոֆերմենտներն ամջատվում են բջիջների կողմից և ազդում միջավայրի օրգանական նյութերի՝ սպիրտակուցների, ածխաջրերի և ճարպերի վրա՝ բջիջներից դուրս: Էնցոֆերմենտներն առաջանում և մնում են կենդանի բջիջների ներսում և կատալիզում են սննդանյութերի փոփոխությունը կամ քայլայումը բջիջների ներսում: Քայլայվող մթերքները կարող են մնալ բջջային պրոտոպլազմայի մեջ կամ բջջաբաղանքի միջով անցնել միջավայր:

Խմորման միկրոօրգանիզմները լայն տեխնիկական կիրառություն են ստացել, քանի որ հեշտությամբ աճեցվում են, արագ բազմանում բարենպաստ սննդամիջավայրում, սինթեզում են ֆերմենտների մեջ քանակություն, որոնք համեմատաբար պարզ արտադրական պայմաններում բարդ օրգանական նյութերը կարող են քիմիական փոխարկումների ենթարկել:

Սիկրոօրգանիզմների ֆերմենտների կատալիտիկ ազդեցության հետևանքով օրգանական նյութերում գոյացած մթերքները օգտագործվում են պրակտիկ նպատակների համար: Վերը նշված խմորման բոլոր ձևերը լայնորեն օգտագործում են էթիլ սպիրտի, գարեջրի, գինու, կվասի, հացարխման խմորասնկերի, գիշերինի, ացետոնի, բուրիլ սպիրտի և օրգանական թթուների արտադրություններում:

Տարրերում են խմորման արտադրությունների 3 հիմնական խմբեր.

- I. Արտադրություններ, որոնք հիմնված են խմորասնկերի կիրառման վրա: Դրանք են՝ էթիլ սպիրտի, գիշերինի, հացարխման և կերային խմորասնկերի, գինու, գարեջրի և կվասի արտադրությունը:
- II. Արտադրություններ, որոնք հիմնված են բակտերիաների կիրառման վրա՝ օրգանական լուծիչների արտադրությունը՝ ացետոնի և բուրիլ սպիրտի, քացախի, կարնաքրվի, կարագաքրվի և պրոպինաքրվի արտադրությունը:
- III. Արտադրություններ, որոնք հիմնված են բորբոսասնկերի կիրառման վրա՝ կիտրոնաքրվի, գլյուկոնային թթվի արտադրությունը:

Առաջի խճիքի արտադրությունները պատկանում են խմորման արդյունաբերությանը, իսկ II և III խճերին՝ մանրէակենարանական:

Խմորման արտադրություններին են պատկանում նաև լիկյորի, օղու և ոչ ալկոհոլային ըմպելիքների արտադրությունները, որտեղ հատապտղային հյութերի վերամշակման ժամանակ օգտագործում են ֆերմենտային պատրաստուկներ և էթիլ սպիրտ: Բացի դրանից, էթիլ սպիրտը լիկյորի և օղու արտադրության հիմնական հումքն է:

## ԳԼՈՒԽ 1. ԽՄՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՏԵՍԱԿԱՆ ՀԻՄՔԵՐԸ

## 1.1. ԽՍԴՐՄԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

Խնդրման հիմնական տեսակներն են՝ սպիրուային, կաթնաքրվային, կարագարթվային, քացախարթվային և կիտրոնարթվային:

Խնդրման առաջին երեք տեսակներն ընթանում են առանց բրվածնի առկայության, այսինքն անաերոր պայմաններում, մնացած երկուսը՝ բրվածնի առկայությամբ, այսինքն աերոր պայմաններում:

Սպիրտային խմորումը գլխավորապես տեղի է ունենում հացի, գարեջրի, գինու և սալիրտի արտադրության ընթացքում։ Որպես սպիրտային խմորման հարուցիչ օգտագործում են գինու, գարեջրային և հացարխման խմորասնկեր։



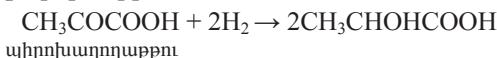
Կաթնարքվային խմորումը կաթնամթերթների՝ մածունի, կեֆիրի, ացիդոֆիլինի պատրաստման ժամանակ հիմնական գործընթաց է: Բացի դրանից, այդպիսի խմորում տեղի է ունենում հացաթիման, կվասի ստացման, կաղամբի թթվեզման, վարունգի առ դնելու ժամանակ:

Կաթնարքվային բակտերիաները օգտագործում են թձկության և սննդի, արդյունաբերության մյուս ճյուղերում։ Այդ միկրոօրգանիզմները բաժանում են 2 խմբի՝ հոմոֆերմենտատիվ, որոնք առաջացնում են կար-նարքու և հետերոֆերմենտատիվ, որոնք բացի կարնարքից առաջացնում են զննող թրուներ, եթի սպիրուտ, ածխածնի դիօքսիդ և այլ մթերքներ։

Հնագիտական հետազոտությունները պահպանվում են՝ առաջացնելով կարճաժամկետ 2 մոլեկուլ:



Հոնոքերմենտատիկ կաթնաբրդվային խմորման միջանկյալ ռեակցիաներն ընթանում են մինչև պիրոխաղողաբրվի գոյացման փուլը, որը վերականգնվում է մինչև կաթնաբրդու



Կարագարքվային խմորումն ընթանում է անաերոր պայմաններում և հարուցվում է սպորտ զույգնոր կարագարքվային բակտերիաներով։ Կարա-

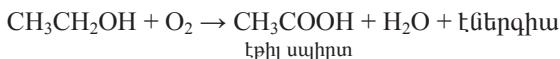
գարբվային խմորման հետևանքով գոյանում են կարագարբու, ածխածնի դիօքսիդ և ջրածին՝ համապատասխան հետևյալ գումարային հավասարման՝



Կարագարբու՝ անդուր հոտով ցնդող հեղուկ է: Խմորման արտադրություններում կարագարբվային խմորումը տեղի է ունենում գործընթացի սխալ ընթանալու հետևանքով: Կարագարբվի գոյացման ժամանակ ճնշվում է խմորասնկերի աճը, վատանում են մթերքի համային հատկությունները:

Կարագարբվի եթերներն ունեն հաճելի հոտ՝ երիլային եթեր՝ տանձի, մեթիլային՝ խնձորի և այլն: Դրա համար նրանք օգտագործվում են հրուշակեղենի արտադրության մեջ, որպես բուրավետ նյութեր:

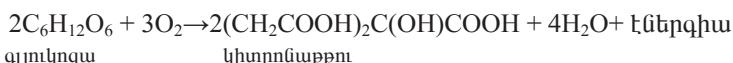
Քացախարբվային խմորումը երիլ սպիրտի օքսիդացումն է քացախարբվային բակտերիաներով մինչև քացախարբվի: Քացախարբվի գոյացման պրոցեսի գումարային հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝



Սպիրտ պարունակող մթերքում առկա քացախարբվային բակտերիաները նրան հաղորդում են յուրահատուկ համ և հոտ: Եթե սպիրտի փոքր քանակություն պարունակող մթերքը բռննում են օդի հետ շփման պայմաններում, ապա նրա մեջ աստիճանաբար գոյանում է քացախի, իսկ մակերեսին՝ բակտերիաներից բաղկացած քաղանք: Քացախի գոյացումը կանխելու համար անհրաժեշտ է շշից հեռացնել օդը և այն հերմետիկ մակափակել:

Քացախարբվային բակտերիաներով երիլ սպիրտի օքսիդացումն ընկած է քացախի տեխնիկական արտադրության հիմքում:

Կիտրոնարբվային խմորում է կոչվում աերոք պայմաններում շաքարի օքսիդացումը բորբոսաներով: Այդ պրոցեսն արտահայտվում է հետևյալ գումարային հավասարմամբ՝



Կիտրոնարբուն մեծ քանակություններով օգտագործվում է ընպելիքների պատրաստման ժամանակ:

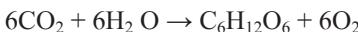
## 1.2. ԱԾԽԱԶՐԵՐ

Խմորման պրոցեսներում ածխաջրերը միկրոօրգանիզմների սնուցման աղբյուր են էթիլ սպիրտի, կաքնարթվի և կիտրոնարթվի, ացետոնի և բուրիլ սպիրտի, գլիցերինի գոյացման համար:

Ածխաջրերն ածխածնից, ջրածնից և թթվածնից բաղկացած օրգանական միացությունների մեծ դաս են ներկայացնում: Ածխաջրերի մեծ մասում ջրածնը և թթվածնը պարունակվում են միևնույն հարաբերակցությամբ, ինչպես և ջրում, և դրանց կազմն արտահայտվում է  $C_n(H_2O)_m$  բանաձևով: Սակայն որոշ ածխաջրեր ունեն ջրածնի և թթվածնի այլ հարաբերակցություն, օրինակ ռամնոզան՝  $C_6H_{12}O_5$ :

Ածխաջրերը բաժանվում են մոնոսախարիդների (պարզ շաքարներ), 1-ին կարգի պոլիսախարիդների (բարդ շաքարներ, օլիգոսախարիդներ) և 2-րդ կարգի պոլիսախարիդների (պոլիոզներ):

**Մոնոսախարիդներ:** Դրանք գոյանում են կանաչ բույսերում ածխածնի դիօքսիդից և ջրից՝ լուսային ներգիտայի հաշվին: Այդ պրոցեսը կոչվում է ֆոտոսինթեզ, և դրա գումարային հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝



Հաստ ածխածնային աստոմների քանակի՝ մոնոսախարիդները բաժանվում են արիոզների ( $C_3$ ), տետրոզների ( $C_4$ ), պենտոզների ( $C_5$ ), հեքսոզների ( $C_6$ ), հեպտոզների ( $C_7$ ) և այլն:

Առավելապես կարևոր են և բնության մեջ տարածված են պենտոզները, որոնք ունեն ածխածնի 5 ատոմներ (արաբինոզ, քսիլոզ), և հատկապես հեքսոզները, որոնք պարունակում են ածխածնի 6-ատոմ (գլյուկոզ, ֆրուկտոզ, գալակտոզ, մաննոզ): Հեքսոզները խմորասնկերի գերմենտների ազդեցության տակ խմորվում են էթիլ սպիրտի և ածխածնի դիօքսիդի:

Պենտոզները խմորասնկերով չեն խմորվում: Մոնոսախարիդների կարևորագույն ներկայացուցիչներն են՝ գլյուկոզան, ֆրուկտոզան, գալակտոզան, մաննոզան, քսիլոզան և արաբինոզան:

Գլյուկոզան (խաղողաքար կամ դեքստրոզ) լայնորեն տարածված է բույսերում: Ազատ վիճակով այն գտնվում է հատիկում, մտնում է օսլայի, թաղանթանյութի, հեմիցելուլուանների, գլիկոզենի, դեքստրինների, սախարոզայի, մալտոզայի, ռաֆինոզայի կազմի մեջ:

Ֆրուկտոզան (պտղաքար) ազատ վիճակում գտնվում է ծաղիկների նեկտարի, մրգերի, մեղրի, իսկ փոքր քանակություններով պարունակվում է գարեջրային քաղցուի մեջ, լավ խմորվում է խմորասնկերով:

Գալակտոզան գլյուկոզայի տարածական իզոմերն է, պարունակվում է գարու մեջ որպես լակտոզայի, մելիքիոզայի, ռաֆինոզայի, հեմիցելուլուզաների բաղադրիչ մաս:

Մաննոզան նույնպես գտնվում է բույսերում որպես պոլիսախարիդների (հեմիցելուլոզաների և լրձերի) բաղադրիչ մաս:

Քսիլոզան մտնում է բույսերի հեմիցելուլոզաների, հումանի-նյութերի կազմի մեջ և փոքր քանակություններով հանդիպում է ազատ վիճակում:

Արաբինոզան լայնորեն տարածված է բույսերում, որպես հեմիցելուլոզաների, հումանի-նյութերի և պեկտինային նյութերի բաղադրիչ մաս:

**1-ին կարգի պոլիսախարիդներ:** Այս խմբի մեջ են մտնում մոնոսախարիդների 2–10 մնացորդներ պարունակող ածխաջրերը: Ավելի շատ տարածված են մննոսախարիդների երկու կամ երեք մնացորդներ ունեցող պոլիսախարիդները, որոնք համապատասխանաբար կոչվում են դիսախարիդներ կամ եռսախարիդներ:

Դիսախարիդների ներկայացուցիչներ են՝ սախարոզան՝  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , մալտոզան՝  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , մելիքիոզան՝  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , եռսախարիդներին՝ ռաֆինոզան՝  $C_{18}H_{32}O_{16}$ , կեստոզան  $C_{18}H_{32}O_{16}$ :

Սախարոզան (եղեգնաշաքար, ճակնդեղի շաքար) պարունակվում է շաքարի ճակնդեղի, շաքարեղեգնի պտուղներում, հատապտուղներում, բանջարեղենի, աշորայի և գարու ածիկի մեջ: Սախարոզան գլյուկոզայից և ֆրուկտոզայից բաղկացած դիսախարիդ է:

Մալտոզան (ածիկային շաքար) գլյուկոզայի երկու մնացորդներից բաղկացած դիսախարիդ է: Մալտոզան առաջանում է օվլայից, ամիլազա ֆերմենտի ազդեցության տակ: Պարունակվում է ածիկի մեջ, դրա համար էլ կոչվում է նաև ածիկային շաքար: Մալտոզան լավ է լուծվում ջրում:

Սելիքիոզան գլյուկոզայի և գալակտոզայի մնացորդներից բաղկացած դիսախարիդ է, մտնում է ռաֆինոզան եռսախարիդի կազմի մեջ, հանդիպում է բույսերում նաև ազատ վիճակում:

Ռաֆինոզան առկա է շատ բույսերում, մասնավորապես շաքարի ճակնդեղի արմատներում:

**2-րդ կարգի պոլիսախարիդներ:** Պոլիսախարիդները մոնոսախարիդների մնացորդներից բաղկացած բարձրամոլեկուլյար ածխաջրեր են: Դրանց են պատկանում օվլան, գլիկոգենը, ինսուլինը, ցելյուլոզան, հեմիցելուլոզան, պեկտինային նյութերը և այլն:

Օվլան բույսերի ամենատարածված ածխաջուրն է (կարտոֆիլ, հատիկային մշակաբույսեր և այլն), որը գոյանում է ֆոսֆոսինիթեզի արդյուն-

բում: Բույսերի մեջ օպլան կուտակվում է տարրեր տեսքի և չափերի հատիկների ձևով՝ 0,002–0,15 մմ: Օպլան երկու պոլիսախարիդներից՝ ամիշլողից և ամիշլոպեկտինից բաղկացած հիդրոֆիլ կոլորի է: Ամիշլոզան և ամիշլոպեկտինը կառուցված են α-Դ-գլյուկոպիրանոզային մնացորդներից: Ամիշլոզայի մոլեկուլը երկար ուղիղ շղթա է, որը բաղկացած է առաջին և չորրորդ ածխածնային ատոմների միջև գլիկոզիլային կապերով կապված, բացառապես գլյուկոզային մնացորդներից:

Ամիշլոպեկտինի մոլեկուլն ունի ճյուղավորված շղթայի տեսք: Հիմնական շղթայի մեջ գլյուկոզային մնացորդները միացած են միմյանց α-1,4-կապերով, իսկ կողմնային շղթաները՝ α-1,6 կապերով:

Բացի նշված պոլիսախարիդներից՝ օպլանի մեջ պարունակվում են հանքային նյութեր և բարձրամոլեկուլյար ճարպաթրուներ: Հանքային նյութերը կազմում են 0,2–0,7 %, որը գլխավորապես ֆոսֆորական թրուն է: Բարձրամոլեկուլյար ճարպաթրուները (մինչև 0,6 %) ներկայացված են պալմիտինային, ստեարինային և այլ թրուներով:

Թթուները և ամիշլոյտիկ ֆերմենտները հիդրոլիզի են ենթարկում օպլան՝ առաջացնելով մալտոզա, մալտոտրիոզա, գլյուկոզ և այլ շաքարներ: Օպլանի հիդրոլիզի ժամանակ, որպես միջանկյալ մթերք, գոյանում են տարրեր մոլեկուլյար կշիռ ունեցող պոլիսախարիդներ, որոնք կոչվում են դեքստրիններ: Տարբերում են դեքստրինների 4 խմբեր՝ ամիշլոդեքստրիններ, որոնք լուծվում են 25 %-ոց էթիլ սպիրտում և յոդի լուծույթով ներկվում կապտամանուշակագույնի, էթիլրոդեքստրիններ՝ լուծվում են 55 %-ոց էթիլ սպիրտում և յոդի լուծույթով ներկվում կարմրագորչ գույնի: Ախրոդեքստրինները լուծվում են 70 %-ոց էթիլ սպիրտում, չեն գունավորվում յոդով: Մալտոդեքստրինները չեն նատեցվում էթիլ սպիրտով և չեն գունավորվում յոդով:

Ինուլինը որոշ բույսերում պարունակվող բարձրամոլեկուլյար ածխաջոր է: Ինուլինազա ֆերմենտի և թթուների ազրեցությամբ այն ենթարկվում է հիդրոլիզի՝ առաջացնելով ֆրուկտոֆուրանոզա և փոքր քանակությամբ գլյուկոպիրանոզա: Ինուլին պարունակող բույսերից հնարավոր է ստանալ ֆրուկտոզա:

Ցելյուլոզան (բաղանթանութ) բույսերի բջջապատերի բաղադրիչ նյութն է: Ցելյուլոզայի ամեն մի մոլեկուլ գլյուկոզային մնացորդների երկար չճյուղավորված շղթա է: Ցելյուլոզան ջրում անլուծելի է, միայն ուռչում է: Հանքային թթուների (ծծմբական, աղաթրու) հետ եռացնելիս ցելյուլոզան փոխարկվում է գլյուկոզայի:

Հեմիցելուղաները (կիսաթաղանքանյութ) էնդոսապերմի և հատիկի թաղանքի բջջապատերի կառուցվածքային հետերոպոլիսախարիդների խումբ է: Դրանք անլուծելի են ջրում, բայց լուծելի՝ հիմքերի թույլ լուծույթ-ներում: Հեմիցելուղաները պարունակվում են գարու հատիկներում, նաև եզիայտացորենի կողրում, ծղրտում, թեփում: Հեմիցելուղաների հիմքովիզի հետևանքով գոյանում են պենտողներ (արարինոզա, քսիլոզա) և հեքտոզներ (մաննոզա, գալակտոզա և այլն):

Հումմի-նյութերը պոլիսախարիդների բարդ խառնուրդներն են: Դրանց հիմնական բաղադրիչ մասերն են՝ գլյուկազանը ( $\alpha$ -գլյուկանը) և պենտողանները, որոնք թթվային հիդրոլիզի արդյունքում առաջացնում են քսիլոզա և արարինոզա: Հումմի-նյութերի քանակը գարու մեջ կախված է սորտից, եղանակային և աճեցման պայմաններից:

Պեկտինային նյութերը գալակտոզայից, արարինոզայից, գալակտուրոնային թթվից բաղկացած պոլիսախարիդներ են: Այս նյութերը կարևոր դեր են խաղում բույսերի հյուսվածքների կառուցման գործում: Դրանք կարծեն թե միմյանց են սուսանձում քջիզները՝ առաջացնելով միջքջային թաղանքներ, նաև մտնում են բջջային բաղանքների կազմի մեջ: Պեկտինային նյութերով հարուստ են բույսերի որոշ օրգաններ և հյուսվածքներ: Օրինակ՝ պտուղների և բանջարեղենի տերևները, պտղամիզը և պտղամաշկը: Շաքարի և թթուների ներկայությամբ պեկտինային նյութերն առաջացնում են դրանդրողանման նյութեր, որոնց շնորհիվ էլ նրանք օգտագործվում են հրոշակետենի արտադրության մեջ:

Պտուղներում և բանջարեղենի մեջ պարունակվում է պրոտոպեկտին (ջրում անլուծելի ձևով) և պեկտին (լուծելի ձևով), որն առաջացնում է կոլիխիդուույթներ: Պտուղների հասունացման հետ պրոտոպեկտինը փոխարկվում է պեկտինի:

Գարու հատիկում պեկտինային նյութերը գտնվում են անլուծելի պրոտոպեկտինի ձևով. այն մտնում է բջջապատերի կազմի մեջ, հանդիսանալով ցեմենտող նյութ, նաև լուծելի պեկտինի ձևով:

### 1.3. ՍՊԻՏԱԿՈՒՑՆԵՐ

Խմորման միկրոօրգանիզմների և հարուցիչների սնուցման համար անհրաժեշտ են ոչ միայն ածխաջրերը, այլ նաև սպիտակուցների հիդրոլիզի մթերքները՝ ամինաթթուները:

**Սպիտակուցների կազմը.** Սպիտակուցները նյութեր են, որոնց կազմում բացի ածխածնից, ջրածնից և թթվածնից կա նաև ազոտ և համարյա

միշտ՝ ծծումք: Որոշ սպիտակուցներ պարունակում են նաև ֆոսֆոր: Սպիտակուցներ են անվանում բույսերի, կենդանիների և միկրօրգանիզմների կյանքի համար անհրաժեշտ ամինաթրուների բարձրանողեկույշար պոլիմերները: Սպիտակուցները մեծ դեր են խաղում կենդանի բջջի կառուցման գործում:

Սպիտակուցների մի մասն օժտված է ֆերմենտատիվ հատկություններով և մասնակցում է նյութափոխանակմանը: Սպիտակուցները գտնվում են կենդանի բջջի պրոտոպլազմայում: Սպիտակուցային նյութերը բույսերում գտնվում են տարրեր վիճակում՝ լուծված (բջջահյութում), կիսալուծված (ցիտոպլազմայում) և չլուծված (որպես պաշարային նյութ հատիկներում, պալարներում, պտուղներում):

Գարեջրի արտադրության տեխնոլոգիական գործընթացը և պատրաստի մթերքի որակը կախված են ազոտային նյութերի և ածխաջրերի պարունակությունից:

Բոլոր սպիտակուցները բաժանվում են 2խմբի՝

- պրոտեիններ կամ պարզ սպիտակուցներ, որոնք բաղկացած են միայն ամինաթրուների մնացորդներից,

- պրոտեիններ կամ բարդ սպիտակուցներ, որոնք գոյանում են պարզերից՝ պրոտեինի խումբ կոչվող ոչ սպիտակուցային բնույթի որևէ նյութի միացման ճանապարհով:

*Պրոտեինները*, որոշակի լուծիչում լուծվելու ունակությունից կախված, բաժանում են ալբումինների, գլոբուլինների, պրոլամինների և զյուտելինների:

Ալբումինները ջրում լուծվող սպիտակուցներ են, գլոբուլինները՝ ջրում չլուծվող, բայց լուծվող տարրեր աղերի ջրային լուծույթներում: Գարու գլոբուլինների ներկայացուցիչն է էղեսախնը, ալբումիններինը՝ լեյկոզինը:

Պրոլամինները ջրում և աղային լուծույթներում չլուծվող սպիտակուցներն են, բայց լուծվում են 60–80 %-ոց էքիլ սպիրտում: Գարու մեջ պրոլամինների ներկայացուցիչն է գորդեհնը, ցորենի և աշորայի մեջ՝ գիլաղինը, եգիպտացորենի մեջ՝ զեհնը:

Գյուտելինները հիմքերի լուծույթներում լուծվող սպիտակուցներ են: Գյուտելինների ներկայացուցիչներն են՝ ցորենի գյուտենինը, եգիպտացորենի գյուտենինը և բրնձի օրիզենինը:

*Պրոտեինները*, կախված իրենց պրոստետիկ խմբի քիմիական բնույթից, բաժանվում են նուկլեոպրոտեինների, ֆոսֆոպրոտեինների, գյուկոպրոտեինների և լիպոպրոտեինների:

Նուկլեոպրոտեհիդները ֆոսֆորական թթվից, պենտոգ շաքարից և հետերոցիկլիկ հիմքերից կառուցված սպիտակուցներ են: Նուկլեինային թթուները հիմքի լուծույթներում լուծվող, մեծ մոլեկուլյար կշիռ ունեցող օրգանական թթուներ են: Հիդրոլիզի ժամանակ դրանք քայլայփում են պորիֆինային և պիրիմիդինային հիմքերի, մոնոսախարիդների (ոիբրոզա, դեզօքսիոիբրոզա) և ֆոսֆորական թթվի:

Նուկլեինային թթուները պոլիմերային միացություններ են, որոնց մոլեկուլները կառուցված են նուկլեոտիդներ կոչվող մի քանի հիմնական միավորների բազմակի կրկնման ճանապարհով:

Ամեն մի նուկլեոտիդ բաղկացած է ազոտային հիմքից (պորիֆինային կամ պիրիմիդինային), պենտոզից (ոիբրոզա կամ դեզօքսիոիբրոզա) և ֆոսֆորական թթվի մնացորդից: Գոյություն ունի նուկլեինային թթուների երկու տեսակ, որոնք տարբերվում են միմյանցից իրենց կազմում ընդգրկված շաքարի տեսակով (ոիբրոզա կամ D-2-դեզօքսիոիբրոզա): D-2-դեզօքսիոիբրոզա պարունակող նուկլեինային թթուները կոչվում են դեզօքսիոիբրոնուկլեինային թթու (ԴՆԹ), իսկ D-ոիբրոզա պարունակողները՝ ոիբրոնուկլեինային թթու (ՈՆԹ): Այս միացություններում, որտեղ ոիբրոզան կամ դեզօքսիոիբրոզան կապված է որևէ պորիֆինային կամ պիրիմիդինային հիմքերից մեկի հետ, կոչվում են նուկլեոգիդներ:

Նուկլեոգիդների ներկայացուցիչներից մեկն աղենոզինը՝ աղենինի (պորիֆինային հիմք) և ոիբրոզայի միացությունն է: Նուկլեոգիդները, միանալով ֆոսֆորական թթվի մեկ մոլեկուլի հետ, առաջացնում են նուկլեոտիդներ: Աղենոզինի և ֆոսֆորական թթվի մեկ մոլեկուլից կազմված միացությունը կոչվում է աղենոզինմիախաֆոսֆատ: Իր ֆոսֆատային ռադիկալին այն կարող է միացնել ֆոսֆորական թթվի ևս մեկ կամ երկու մնացորդ: Առաջին դեպքում գոյանում է աղենոզինմիախաֆոսֆատ (ԱԿՖ), երկրորդ դեպքում՝ աղենոզինեռֆոսֆատ (ԱԵՖ):

Աղենոզինմիաֆոսֆորաթթուն, աղենոզինմիաֆոսֆորաթթուն և աղենոզինեռֆոսֆորաթթուն շատ կարևոր են նյութափոխանակման, մասնավորապես շնչառության և խմորման պրոցեսների համար:

Ֆոսֆոպրոտեհիդները սպիտակուցներ են, որոնց ծծմբի մնացորդների օքսիխմբին և բրեննինին միացած են ֆոսֆորական թթու կամ պիրոֆոսֆատներ: Այս սպիտակուցներն ակտիվ մասնակցում են ֆոսֆորական ֆոխանակման մեջ, նաև կատարում ֆոսֆորական թթվի պաշարային առլյուրների ֆունկցիաները:

Գլուկոպրոտեհիդները կառուցված են կոմպլեքս պոլիսախարիդների հետ միացած պարզ սպիտակուցներից:

Լիպովրոտեհիդները ճարպանման նյութերի՝ եռզիցերիդների և ֆու-ֆոլիախիդների հետ միացած սպիտակուցներ են:

**Սպիտակուցների հատկությունները.** Էլեկտրոլիտների և էթիլ սպիրտի կամ իգուարոպիլ սպիրտի ագրեցության տակ եռացնելիս, սպիտակուցները ենթարկվում են կոագուլացիայի, այսինքն նստվածք են տալիս: Դրանց համար բնորոշ է դեմատուրացիայի կամ բնափոխման երևույթը, որի դեպքում տեղի է ունենում հատկությունների զգալի փոփոխություն՝ լուծելիության պակասում, մածուցիկության ավելացում, կենսաբանական ակտիվիտության կորուստ: Բնական հատկությունները կորցրած սպիտակուցները կոչվում են բնափոխված: Սպիտակուցների բնափոխումը տեղի է ունենում նույն գործոնների ազդեցության տակ, ինչպես և կոագուլացիան: Սակայն բնափոխումը սովորական կոագուլացիան չէ, այլ կապված է սպիտակուցի զգալի փոփոխությունների հետ:

Սպիտակուցները հնարավոր է լուծույթից նստեցնել աղերի (ծծմբաթթվային ամոնիում, ծծմբաթթվային նատրիում և այլն) և օրգանական լուծիչների (էթիլ և իգուարոպիլ սպիրտի) ավելացմամբ: Այդպիսի նստեցումը կոչվում է աղազրկում: Աղազրկման պրոցեսը դարձելի է, և նորացման ժամանակ նստվածքը նորից անցնում է լուծույթի մեջ: Աղազրկման պրոցեսը լայնորեն օգտագործվում է մաքուր տեսքով սպիտակուցներ և ֆերմենտներ ստանալու համար:

Սպիտակուցներն ունակ են ուռչել, այսինքն կլանել ջրի զգալի քանակություն, ինչը զուգակցվում է դրանց ծավալի ավելացմամբ: Ամենաթթուների մնացորդներից բաղկացած սպիտակուցային նյութերը պարունակում են կարբոքսիլային և ամինային խմբեր և ամֆոտեր էլեկտրոլիտներ են, այսինքն կարող են դիտոցման ենթարկվել թե որպես թրուներ, թե որպես հիմքեր: Կախված լուծիչի ռեակցիայից՝ սպիտակուցը կարող է դիտոցվել որպես թրու (հիմնային լուծույթում) կամ որպես հիմք (թրու միջավայրում): Հիմնային լուծույթում սպիտակուցի մոլեկուլները կլինեն բացասարար լիցքավորված, իսկ թրու լուծույթներում՝ դրական: Սպիտակուցները թրու էլեկտրոլիտներ են, դրա համար սպիտակուցների լուծույթների ինչպես թթվային, այնպես էլ հիմնային դիտոցումը թրուլ է արտահայտված: Եթե սպիտակուցի լուծույթի միջով էլեկտրական հոսանք անցկացնել, ապա թրու միջավայրում սպիտակուցի մոլեկուլները կշարժվեն դեպի կատողը, իսկ հիմնային միջավայրում՝ դեպի անողը: Փոփոխելով լուծույթի ռեակցիան (pH), հնարավոր է հավասարակշռել դրական և բացասական լիցքերի քանակը, ինչի հետևանքով սպիտակուցային մոլեկուլները կգտնվեն չից-

բավորված մասնիկների տեսրով: Համակարգի այդպիսի վիճակը կոչվում է իզուլեկտրիկ: pH-ի մեծությունը, որի դեպքում համակարգը գտնվում է իզուլեկտրիկ վիճակում, կոչվում է իզուլեկտրիկ կետ:

Թթուների, հիմքերի և պրոտեոլիտիկ ֆերմենտների ազդեցության տակ սպիտակուցները ենթարկվում են ինդույզիզի: Սպիտակուցների հիդրոլիտիկ քայլայումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ սխեմայով՝

Սպիտակուց → պեպտոն → պոլիպեպտիդներ → ամինաթթուներ:

## 1.4. ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐ

Ֆերմենտները կամ էնզիմները կենդանի բջի կողմից սինթեզվող սպիտակուցային բարդ միացություններն են: Կենսունակության համար անհրաժեշտ բարդ քիմիական պրոցեսները կենդանական և բուսական օրգանիզմներում տեղի են ունենում դրանց ներգործությամբ: Ֆերմենտների ներգործությամբ կատալիզվող ռեակցիաները կազմում են կենսական պրոցեսների՝ շնչառության, աճի, սինթեզի, օքսիդացման և վերականգնման հիմքը:

Ֆերմենտի դերը կատալիտիկ է: Նրա շատ փոքր քանակությունն ընդունակ է կատարելու մեծ քանակությամբ նյութի քիմիական ռեակցիա, արագացնել այն: Այսպես, օրինակ, մեկ գրամ ամիլազա ֆերմենտը քավական է, որպեսզի մեկ տոննա օվան վերածվի շաքարի:

Ֆերմենտները, ինչպես անօրգանական կատալիզատորները, նոր ռեակցիա չեն առաջացնում, այլ միայն արագացնում են եղածները և քիմիական պրոցեսում չեն ծախսվում: Ֆերմենտը սինթեզվում է բջի կողմից: Այն կարող է ներգործել բջի ներտում, ինչպես նաև բջի դուրս: Դրանց ներգործությունը կապված չէ բջի անմիջական կենսագործունեության հետ: Ֆերմենտը հնարավոր է անջատել բջից: Անջատված ֆերմենտը չի կորցնում իր կատալիտիկ հատկությունը: Օրինակ, խմորասնկերի զիմազա կոչվող կոմպլեքս ֆերմենտը, որի ներգործությամբ շաքարը վերածվում է սպիտի և ածխաթթվի, կարող է նույնը կատարել հեղուկի կամ փոշու ձևով, բջից անջատված վիճակում, եթե այն իր մեջ չի պարունակում ոչ մի կենդանի բջի:

Ֆերմենտները, որպես կատալիզատորներ, ավելի մեծ ներգործություն ունեն քիմիական ռեակցիայի վրա, քան անօրգանական կատալիզատորները: Բոլոր անջատված և ուսումնասիրված ֆերմենտները սպիտակուցային նյութեր են: Յուրաքանչյուր ֆերմենտ ազդում է միայն որոշ նյութի

կամ նման բաղադրություն ունեցող մի քանի այլ նյութերի վրա: Ֆերմենտ-ներն անվանում են՝ «ազա» վերջավորությունը ավելացնելով այն նյութի անվանը, որի վրա այն ներգործում է: Օրինակ, սախարող - սախարազա, մալտող - մալտազա և այլն: Երբեմն ֆերմենտներն անվանում են դրանց կատարած ռեակցիայի անունով: Օրինակ, ջրածին խլող ֆերմենտը՝ դեհիդրազա, օքսիդացնող ֆերմենտը՝ օքսիդազա, վերականգնեցնողը՝ ռեդուկտազա և այլն:

Ֆերմենտի ներգործությամբ կատարվող ռեակցիայի արագությունը կախված է ֆերմենտի քանակից: Որքան շատ է խմորման պրոցեսում խմորասնկերի քանակը, այնքան շատ ֆերմենտ է առաջանում և այնքան կարճ է լինում խմորման տևողությունը:

Ֆերմենտների մեծ մասի համար ներգործման լավագույն ջերմաստիճանն է՝  $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ : Ավելի բարձր ջերմաստիճանում դրանք կորցնում են իրենց ակտիվությունը: Բարձր ջերմաստիճանը ( $70\text{--}100^{\circ}\text{C}$  սահմաններում) քայլայում է ֆերմենտները: Բարձր ջերմաստիճանի պատճառով կորցրած ազդեցությունն անվերադարձ է: Զերմությունն իջեցնելիս ակտիվությունը չի վերականգնվում: Ցածր ջերմության ազդեցությունից դրանց ակտիվությունը պակասում և կանգ է առնում, բայց ջերմությունը մինչև օպտիմալ սահմանները բարձրացնելիս, ակտիվությունը վերականգնվում է:

Ֆերմենտների ակտիվությունը կախված է նաև միջավայրի ռեակցիայից, այսինքն  $\rho\text{H}$ -ից: Նրանց մեծ մասի համար  $\rho\text{H}$ -ի օպտիմալ մեծությունն ընկած է 5–7-ի սահմաններում:

Ֆերմենտների ակտիվությունը կարող է փոխվել հատուկ նյութերի ազդեցության տակ՝ ինչպես ակտիվատորների, այնպես էլ ինիբիտորների: Ակտիվատորներին են պատկանում այնպիսի միացությունները, ինչպիսիք են գլյուտատիոնը և ցիստեինը, որոնք պարունակում են սուլֆիդիլային խումբ  $\text{SH}$ :

Ինիբիտորները ֆերմենտների ազդեցությունը արգելակող նյութեր են: Դրանցից են՝ ծանր մետաబոների աղերը, կապտաքրուն, տանինը և այլն: Ֆերմենտների կազմի մեջ է մտնում սպիտակուցից գուրկ կոմպլեքսը՝ պրոստետիկ խումբը, որի դերը հաճախ կատարում են վիտամինները, նաև մետադի իոնները: Պրոստետիկ խումբը երբեմն անվանում են ազոն կամ կո-ֆերմենտ: Այն ներկայացնում է ֆերմենտի ակտիվ մասը, չնայած առանց սպիտակուցային կրողի՝ ագոնի կատալիտիկ ակտիվությունն ի հայտ չի գալի:

Համաձայն ֆերմենտների միջազգային դասակարգմանը՝ նրանք բաժանվում են 6 դասի՝

1. Օրսիդառեդուկտազներ՝ կատալիզում են օրսիդա-վերականգնող ռեակցիաները՝ ջրածնի ատոմի և էլեկտրոնների փոխադրումը: Այդ ֆերմենտները մասնակցում են շնչառության և խմորման պրոցեսներում: Այդ դասին են պատկանում տարբեր դեհիդրոզենազներ, օրսիդազներ, տրանսֆերազներ, հիդրոքսիլազներ:

2. Տրանսֆերազներ՝ կատալիզում են մի շարք խմբավորումների փոխադրումը մեկ միացությունից մյուսին, օրինակ ֆոսֆորաթթվի մնացորդների, ամինաթթուների փոխադրումը: Այդ դասին են պատկանում ֆոսֆոտրանսֆերազները, ամինոտրանսֆերազները, մեթիլտրանսֆերազները:

3. Հիդրոլազներ՝ արագացնում են բարդ օրգանական միացությունների քայլայումը ջրի ներկայությամբ, այսինքն հիդրոլիզին: Այդ դասին են պատկանում էսքերազները, զյուկովիլազները, ֆոսֆատազները, պեպտիդազները: Ածիկաճեցման և գարեջրային քաղցուի պատրաստման պրոցեսներում ընթացող կենսաքիմիական ռեակցիաները կատալիզվում են հիդրոլազների դասի ֆերմենտներով:

4. Լիազներ՝ արագացնում են նյութերի քայլայումն առանց ջրի մասնակցության: Այդ դասին են պատկանում կարբոքսիլազները, ալդոլազները և այլն: Այդ ֆերմենտները պարունակվում են գարեջրային խմորասնկերում և մասնակցում են խմորման պրոցեսներում:

5. Իզոմերազներ՝ արագացնում են օրգանական միացությունների փոխարկման ռեակցիաները նրանց իզոմերների: Խմորման պրոցեսներում մասնակցում են մի շարք իզոմերազներ, որոնք գարեջրային խմորասնկերի ֆերմենտներ են (զյուկովաֆոսֆատիզոմերազա, տրիողոֆոսֆատիզոմերազա):

6. Լիգազներ՝ մասնակցում են սինթեզի պրոցեսներին՝ մոլեկուլների միացմանը: Այդ դասի ֆերմենտները մեծ դեր են խաղում սպիտակուցների, ճարպաթթուների, նուկլեինային թրուների և մյուս միացությունների կենսասինթեզի ժամանակ՝ գարեջրի և կվասի արտադրության ընթացքում:

Գինեգործության մեջ մեծ նշանակություն ունեն շաքարների քայլայման պրոցեսն արագացնող ֆերմենտները: Դրանց է պատկանում թրուկտոֆիրանովիլազա (ինվերտազա), որը քայլայում է սախարոզան՝ առաջացնելով ինվերտ շաքար (զյուկազա և թրուկտազա): Քաղցուում ինվերտազայի հիմնական աղբյուր են խմորասնկերը: Դրանով է բացատրվում տվյալ ֆերմենտի բարձր ակտիվությունը ոչ միայն խմորվող քաղցուում, այլ նաև երիտասարդ գինիներում:

Սպիրտային խմորման ֆերմենտները կազմում են մեծ խումբ, որոնք կրում են «զիմազա» հավաքական անունը: Նրանց ներգործությամբ խմորման պրոցեսում շաքարները, հաջորդաբար վերափոխվելով մի շաքր միջանկյալ միացությունների, վերածվում են խմորման վերջնական նյութերի՝ էթիլ սպիրտի և ածխաբքու գազի:

**Ֆերմենտային պատրաստուկներ.** Աննի և թերև արդյունաբերության մեջ ֆերմենտային պատրաստուկների կիրառումը բարելավում է արտադրության տեխնոլոգիան և տալիս զգայի տնտեսական արդյունք:

Գարեջի արտադրության մեջ՝ շաղախի պատրաստման ժամանակ, բացի ածիկից օգտագործում են նաև չածիկացրած հատիկամթերք: Որպես չածիկացրած հատիկամթերք՝ կիրառում են զարի, բրինձ, եգիպտացրուն: Հիմնականում օգտագործում են զարի, քանի որ այն պարունակում է բամիլազա և պրոտեինազա:

Մեծ քանակությամբ չածիկացրած հատիկամթերքի օգտագործումը պահանջում է մանրէային ծագում ունեցող ֆերմենտային պատրաստուկներ ավելացնել: Եթե չածիկացրած հումքի մասը կազմում է 20 %-ից ավելի, օգտագործում են ֆերմենտային պատրաստուկներ՝ 0,001 % մինչև 0,075 % քանակությամբ վերամշակվող հումքի մասսայից:

Ամիլոլիտիկ ֆերմենտներից օգտագործում են Ամիլորիզին Պx, Ամիլոստրիխին Γ10x, պրոտեոլիտիկ ֆերմենտներից՝ Պրոտոսուրտիխին Պ10x, ցիտոլիտիկ ֆերմենտներից՝ Ցիտորողեմին Պ10x, նաև դրանց խառնուրդները՝ մոլտիէնզիմների համալիրի ձևով: Ամիլոլիտիկ ֆերմենտներն օգտագործում են շաղախման ժամանակ չածիկացրած հումքի բարձր քանակի և ելակետային հումքի ցածր որակի դեպքում: ‘Դրանք զգալիորեն բարձրացնում են էքստրակտի ելքը և լավացնում քաղցուի որակը:

Պրոտոսուրտիխին Պ10x-ը օգտագործում են չածիկացրած հումքի բարձր քանակի դեպքում, անորակ ածիկներից ստացված քաղցուի որակը լավացնելու, նաև զարեջրի կոլորի պղտորումների վերացման համար:

Ցիտոլիտիկ ֆերմենտները բարձրացնում են էքստրակտի ելքն ի հաշիվ օսլա չպարունակող պոլիսախարիդների հիդրոլիզի, հիմնականում հեմիցելյուլոզայի: Միաժամանակ բարձրանում են քաղցուի որակը և զարեջրի կայունությունը:

Ավելի հեռանկարային միջոց է մոլտիէնզիմների համալիրի կիրառումը, որոնք հնարավորություն են տալիս պահպանել զարեջրի որակը չածիկացրած հումքի բավական բարձր քանակի օգտագործման դեպքում:

Սպիրտային արդյունաբերության մեջ բորբոսասնկերի կոլուրապները հնարավորություն են տալիս փոխարինել ածիկը, ինչը տնտեսում է

հատիկը և ավելացնում 1տ օպլայից սպիրտի ելքը: Մրգա-հատապտղային հյութի արտադրության մեջ ֆերմենտների պատրաստուկները 15–20 %-ով բարձրացնում են հյութի ելքը և պարզեցնում հյութերը, գինեգործութուրյան մեջ ավելացնում քաղցուի ելքը և բարելավում գինու որակը: Ֆերմենտային պատրաստուկների կիրառումը հացի կվասի արտադրության մեջ արագացնում է արտադրության գործընթացը:

#### **1.4.1. ՀԻԴՐՈԼԻՏԻԿ ՖԵՐՍԵՆՏԱԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ**

Հատիկային կուլտուրաների և ֆերմենտային պատրաստուկների հիդրոլիտիկ ֆերմենտները օգտագործվում են որպես կենսաբանական կատալիզատորներ բուսական հումքի ածխաջրերի և սպիրտակուցների հիդրոլիզի համար՝ սպիրտի, գարեջրի և խմորման մյուս մթերքների արտադրության ժամանակ:

Նշված խմորման արտադրություններում խմորման միջավայրի նախապատրաստումը կապված է հատիկամթերքների բաղադրիչ նասերի ֆերմենտատիվ հիդրոլիզի հետ: Հիմնական պրոցեսն օպլայի հիդրոլիզն է: Օպլայի ածխաջրային մասը բարկացած է երկու պոլիսախարիդներից՝ ամիլոզից և ամիլոպեկտինից, որոնք տարբերվում են իրենց ֆիզիկական և քիմիական հատկություններով: Ամիլոզը և ամիլոպեկտինը կառուցված են միևնույն պարզ տարրերից՝ զյուկոզայի մնացորդներից ( $C_6H_{12}O_6$ ): Օպլան դրանով է տարբերվում հեմիցելյուլոզից և գումինային նյութերից, որոնք բաղկացած են գալակտոզայի, զյուկոզայի, մաննոզայի, քսիլոզայի և արաբինոզայի մնացորդներից: Ամիլոզի մոլեկուլյար կշիռը կազմում է՝  $3 \cdot 10^5$ -ից մինչև  $1 \cdot 10^6$ , իսկ ամիլոպեկտինի մոլեկուլյար կշիռը հասնում է հարյուր միլիոնների:

Ամիլոփատիկ ֆերմենտների՝  $\alpha$ -ամիլազայի և  $\beta$ -ամիլազայի աղբյուր են ածիկը և ֆերմենտային պատրաստուկը:  $\alpha$ -ամիլազայի կազմի մեջ է մտնում կալցիումը:

Կալցիումի իոնը ծառայում է որպես ակտիվատոր և կապող օդակ է սուբստրատի և ֆերմենտի միջև:

#### **1.4.2. ՕՎԼԱՅԻ ՖԵՐՍԵՆՏԱՏԻԿ ՀԻԴՐՈԼԻԶԸ**

Այս պրոցեսի Էությունը նրանում է, որ ամիլոզի և ամիլոպեկտինի զյուկոզիդային կապերը խախտվում են, և այդ տեղում միանում է ջրի

մոլեկուլը: Դա տեղի է ունենում, եթք  $\alpha$  և  $\beta$  ամիլազները միաժամանակ ազդում են օսլայի վրա: Օսլայի այդպիսի ճեղքումից առաջանում են շաքարներ, որի համար այդ պրոցեսը կոչվում է շաքարացում: Ֆերմենտատիվ ազդեցության մեխանիզմը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

ֆերմենտ  $\rightarrow$  սուրստրատ /հիմնանյութ  $\rightarrow$  կոմպլեքս  $\rightarrow$  մթերք + ֆերմենտ

Սկզբից առաջանում է շատ անկայուն ֆերմենտ-սուրստրատային կոմպլեքսը, որը քայլայվում է՝ ազատելով անփոփոխ ֆերմենտը, որն ընդունակ է հետագա գործողությունների, և սուրստրատից ստացված նոր նյութը:  $\alpha$ -ամիլազայի ազդեցության հետևանքով ամիլոզից և ամիլոպեկտինից առաջանում են դեքստրիֆիններ, մալտոզա, մալտոստրիոզա և գլյուկոզա (դեքստրիֆինները՝ միջանկյալ մթերքներ են): Ֆերմենտատիվ ռեակցիաների արագության վրա ազդող հիմնական գործոններն են՝ ջերմաստիճանը,  $pH$ -ը, ֆերմենտի և սուրստրատի նյութերի կոնցենտրացիան: Ջերմաստիճանի բարձրացման հետ օպայի ֆերմենտատիվ հիլորիզմն արագանում է, սակայն հասնելով որոշակի ջերմաստիճանի՝ ֆերմենտները ենթարկվում են ինակտիվացման:

Գարու ածիկի բ-ամիլազան ունի ցածր ջերմակայունություն, մինչև  $70^{\circ}C$ -ը տաքացնելիս այն քայլայվում է: Այդ ֆերմենտի ջերմային ինակտիվացումը  $70^{\circ}C$  ջերմաստիճանում լրիվ ավարտվում է մի քանի րոպեի ընթացքում:

Գարու ածիկի  $\alpha$ -ամիլազան օժտված է ավելի բարձր ջերմակայունությամբ և քայլայվում է  $80^{\circ}C$ -ին մոտ ջերմաստիճանում:

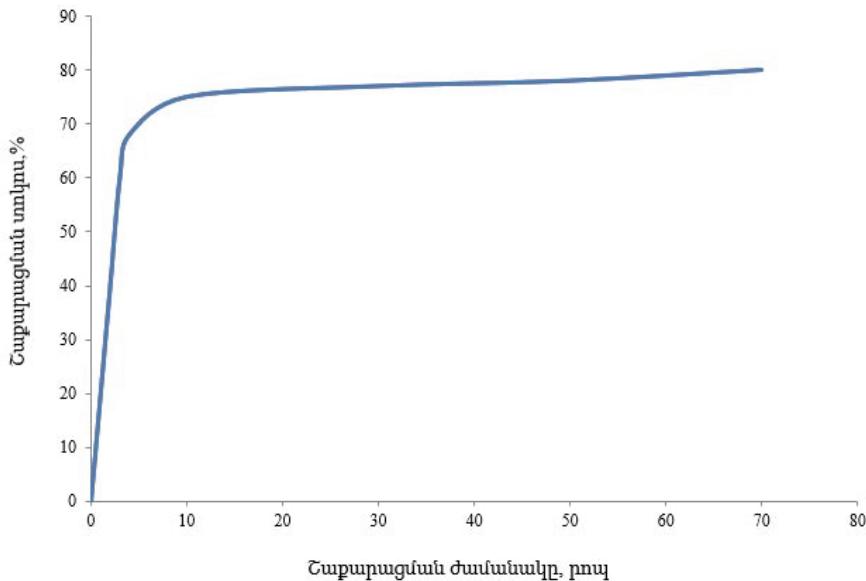
Չաղախում  $\alpha$ -ամիլազայի օպտիմալ ջերմաստիճանը  $63^{\circ}C$  է, իսկ  $\beta$ -ամիլազայինը՝  $70^{\circ}C$ :

Ամեն մի ֆերմենտ ունի իր  $pH$ -ի օպտիմալ նշանակությունը, որի դեպքում այն ակտիվ է: Ավելի բարձր կամ ցածր  $pH$ -ի դեպքում ֆերմենտի ակտիվությունը պակասում է:  $\alpha$ -ամիլազայի մաքսիմալ ակտիվությունն արտահայտվում է  $5,7$   $pH$ -ի դեպքում, իսկ  $\beta$ -ամիլազայինը՝ մոտ  $4,8$ -ի: Ամիլազաները լրիվ ենթարկվում են ինակտիվացման  $2,3$  և  $9,7$   $pH$ -ի պայմաններում:

Բորբոսասնկերի  $\alpha$ -ամիլազայի  $pH$ -ի օպտիմալ մեծությունը կազմում է  $4,5\text{--}5,0$ , իսկ գլյուկոսիլազայինը՝  $4,5\text{--}4,6$ :

Ֆերմենտի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ ավելանում է ֆերմենտատիվ ռեակցիայի արագությունը, բայց՝ մինչև որոշակի սահման: Մինչև

մալտոզայի քանակի 75–80 % գոյացումը, շաքարացման ռեակցիան ընթանում է արագ (100 գ օսլայից 79–84,4 գ), ապա կտրուկ դանդաղում է և ընթանում 1000 անգամ դանդաղ, քանի քայլայման սկզբից: Օսլայի շաքարացման պրոցեսը գարու ածիկի ամիլազաներով կարելի է պատկերել գրաֆիկով.



#### Նկ. 1.1. Գարու ածիկի ամիլազայով օսլայի շաքարացման կիմետրիկան:

Նկարից երևում է, որ հասնելով 75–80 % (ըստ մալտոզայի) շաքարացման ռեակցիան դադարում է: Սուրստրատում նյութերի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ օսլայի հիլոռոլիզը դանդարձում է: Դա բացատրվում է նրանով, որ նյութերի կոնցենտրացիայի ավելացման հետ մեծանում է շաղախի մածուցիկությունը, որի հետևանքով դժվարանում է սուրստրատի և ֆերմենտի միջև դիֆուզիայի պրոցեսը:

Քաղցուում էքստրակտի 22 %-ի (ըստ շաքարաչափի) պարունակության դեպքում շաղախի շաքարացման տևողությունը 2 անգամ ավելին է, քան քաղցուի 18 % կոնցենտրացիայի դեպքում: Օսլայի հիլոռոլիզը հսկում էն ըստ գունավորման, որը տալիս են հիլոռոլիզի միջանկյալ մթերքները յոդի հետ միասին: Օսլան յոդի հետ տալիս է կապույտ գունավորում: Օսլային

մոտ ամենախոշոր դեքստրիֆինները (մոլեկուլյար մասսան՝ 10000–12000) ամիլոդեքստրիֆինները յոդով ներկվում են կապտամանուշակագույնի: Ավելի փոքր դեքստրիֆինները (4000–7000) էրիտրոդեքստրիֆինները՝ գորշ կարմրագույնի, շատ փոքր դեքստրիֆինները (2900–3700) ախրոդեքստրիֆինները և մալտոդեքստրիֆինները՝ բացարձակ չեն ներկվում:

Հում շրեշացված օվլան քայլայվում է ամիլազների ազդեցությամբ, բայց շատ դանդաղ: Շրեշացման և օվլայի լուծելիության պրոցեսն արագացնելու համար հատիկամերքները նպատակահարմար է նախապես ենթարկել ջերմային մշակման: Օվլան ջրի հետ տարացնելիս պինդ վիճակից անցնում է դրողանման վիճակի՝ այն շրեշանում է: Տեղի է ունենում օվլայի հատիկների ուռչեցում:

Զերմաստիճանի բարձրացման հետ շրեշը սկսում է հեղուկանալ, ապա դառնում է հեղուկ: Անլուծելի օվլան լուծելի դարձնելու համար անհրաժեշտ է տարացնել այն մինչև 120°C: Սակայն այդ ջերմաստիճանը բավական չէ հատիկի կամ կարտոֆիլի բջջային կառուցվածքի քայլայման համար: Դրան կարելի է հասնել՝ տարացնելով այն մինչև 140–150°C: Այդ ջերմաստիճանում էլ սովորաբար կատարում են ամբողջական հումքի (չմանրացված) եփումը:

Մանրացված, այսինքն բջջային կառուցվածքը խախտված հումքի եփումն իրականացնում են 120–126°C ջերմաստիճանում: Սպիրտային արտադրությունում օվլա պարունակող հումքի եփումն իրականացնում են ճնշման տակ հագեցած գոլորշիով՝ նրա հետագա կոնդենսացմամբ: Այդ պրոցեսը կոչվում է ջերմային մշակում:

Օվլայի հեղուկացումից նրա հատիկները քայլայվում են մինչև մեկ մակրոմոլեկուլի, որը գուգակցվում է մածուցիկության փոքրացմամբ: Այդ

պրոցեսը կոչվում է ջերմային մշակում:

Այսպիսով, օվլայի հիդրոլիզի ընթացքում պետք է տարբերել երեք շրջան՝ շրեշացում, հեղուկացում և շաքարացում:

Օվլայի ֆերմենտատիվ հիդրոլիզին ներկայացվող պահանջները խմորման արտադրություններում տարբեր են: Այսպես, սպիրտային արտադրությունում ճգնում են ստանալ խմորվող շաքարների մաքսիմալ քանակություն, քանի որ դեքստրիֆիններն անմիջապես խմորասնկերով չեն խմորվում: Սպիրտային արտադրության այսամաններում դեքստրիֆինների շաքարացումը տեղի է ունենում խմորման շրջանում, եթե մալտոզայի մեծ մասն արդեն խմորված է: Այդ պրոցեսն ունի մեծ նշանակություն օվլայից սպիրտի բարձր ելք ստանալու տեսանկյունից: Դրա համար կարևոր է, որ շաքարացման ֆերմենտները պահպանեն իրենց ակտիվությունը մինչև խմորման

ավարտը: Գարեջրի արտադրությունում օպլայի հիդրոլիզն անհրաժեշտ է տանել այնպես, որ քաղցուն, քացի մալտոզայից, պարունակի նաև ախրո և մալտոդեքստրինների որոշակի քանակություն, որոնք պայմանավորում են գարեջրի մածուցիկությունը և համի լրիվությունը:

## 1.5. ԽՄՈՐԱՍՆԿԱՅԻՆ ԲԶՋԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Գոյություն ունեն խմորասնկերի դասակարգման մի քանի եղանակներ, որոնց հիմքում ընկած են քազմացման եղանակները, մետաբոլիզմը, խմորասնկային բջջի կառուցվածքը, խմորասնկերի քիմիական կազմը և այլն:

Գարեջրի արտադրության մեջ օգտագործվող խմորասնկերը պատկանում են Ascomycetes դասի Endomycetales շարքի Saccharomycetaceae ընտանիքի Saccharomyces ցեղին: Գարեջրի արտադրության մեջ օգտագործվող տեսակներն են Saccharomyces cerevisiae/Rees/ Mayen և Saccharomyces carlsbergensis:

Խմորասնկերը կարելի է դասակարգել ըստ նրանց կենսաքիմիական հատկանիշների՝ զյուկողիների և ճարպերի ճեղքման, ժելատինի քայլայման, օպլայի, երերների, բրոների և վիտամինների առաջացմամբ:

Գոյություն ունեն գարեջրային խմորասնկերի դասակարգման այլ եղանակներ, որոնք հիմնված են նրանց մետաբոլիզմի և գենետիկական հատկանիշների վրա: Խմորասնկերն ըստ քաղցուի մեջ իրենց գործունեության՝ լինում են փարիլանման և փոշենման: Ըստ ջերմաստիճանային օպտիմալ ռեժիմի՝ տարրերակում են վերին և ստորին խմորման խմորասնկեր: Վերին խմորասնկերը պատկանում են Saccharomyces cerevisiae տեսակին, իսկ ստորին խմորասնկերը՝ Saccharomyces carlsbergensis տեսակին: Դասակարգման ժամանակ մեծ նշանակություն ունի խմորասնկերի կապը ածխաջրերի հետ:

Խմորասնկային բջջն ունի բարդ կազմություն: Նրա առանձին կառուցվածքները տարրերակված և մասնագիտացված են էներգետիկ և սինթետիկ պրոցեսների իրականացման համար: Ներկայումս նկարագրված են մոտ 12 հատ բջջային կառուցվածքներ-օրգանիզմներ:

Բջջի գլխավոր մասերն են՝ բջջային բաղանքը և ցիտոպլազման: Թաղանքը բջջին հաղորդում է ոչ միայն արտաքին տեսք, այն նաև պարունակում է ֆերմենտներ, և նրա մեջ իրականցվում է վեգետատիվ աճը: Բացի այդ բաղանքը զույգ է, որի միջով միկրոմոլեկուլները թափանցում են բջջի

մեջ: Գարեջրային խմորասնկերի բջջարադանքի լայնությունը 150 նմ է: Բջջարադանքի բաղադրությունից է կախված սննդամբերքների բափանցումը բջջի մեջ, նյութափոխանակությունը և փափիլագոյացումը: Քանի որ խմորման ժամանակ բջջարադանքի կազմությունն էական փոփոխություն է կրում, այդ իսկ պատճառով փոփոխման են ենթարկվում նաև բջջի վերը նշված հատկությունները :

Բջջարադանքի ներքին մակերևույթից գոյանում է ցիտոպլազմային թաղանթը, որի հաստությունը տատանվում է 8–10 նմ-ի սահմաններում: Նրա կարևոր հատկություններից է այն, որ ընտրողական բափանցելիության շնորհիվ կարգավորում է սննդամբերքների և մետաբոլիտների փոխանակությունը:

Բջջի վիճակից ելնելով՝ ցիտոպլազման կարող է լինել թելանման, հատիկանման և ձվաձև: Բջջի կյանքի տարրեր փուլերում փոխվում է ցիտոպլազմայի կառուցվածքը և բաղադրությունը: Բջջի ցիտոպլազման պարունակում է կառուցվածքային տարրեր:

Սիզուկը, որի տրամագիծը 0,5–1,5 նմ է, շրջապատված է երկերտ ծակոտկեն մեմբրանով: Սիզուկը կարգավորում է բջջում ընթացող քիմիական այրոցեսները և ցիտոպլազմայի հետ ձևավորում է միասնական փոխկապակցված համակարգ:

Գարեջրային խմորասնկերի բջջն իր մեջ պարունակում է նաև այլ կառուցվածքային տարրեր: Նրա մեջ մեծ քանակությամբ պարունակվում են 0,2 նմ տրամագծով միտոքոնդրիաներ, որոնց արտաքին տեսքը փոխվում է՝ կախված խմորասնկերի աճեցման պայմաններից:

Յուրաքանչյուր միտոքոնդրիայի կազմի մեջ մտնում են մեծ թվով ֆերմենտներ, այդ իսկ պատճառով միտոքոնդրիաներում կենտրոնացված են բջջի էներգետիկ այրոցեսները: Նրանք մեծ նշանակություն ունեն բջջում էներգիայի արտադրման, կուտակման և բաշխման համար:

Բջջի փոքրագույն կառուցվածքային տարրերն են ոիբրոսմները, որոնք մեծ դեր են կատարում սպիտակուցների սինթեզի ժամանակ:

## **ԳԼՈՒԽ 2. ԽՄՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀՈՒՄՁՔԸ**

### **2.1. ՀԱՑԱՀԱՏԻԿԱՅԻՆ ՄՇԱԿԱԲՈՒՅԱՆ**

#### **2.1.1. ՀԱՏԻԿԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԶԻՍԻԱԿԱՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Հացահատիկային մշակաբույսերը խմորման արտադրության հիմնական հումքատեսակներից են: Խմորման եղանակով էթիլ սպիրտի արտադրության հիմնական հումք են ծառայում գարին, ցորենը, վարսակը, աշորան, եղիպտացորենը, կորեկը: Գարեջրի արտադրության համար հումք են գարին, ցորենը և փոքր քանակությամբ բրինձը:

**Հատիկի կառուցվածքը:** Հատիկային մշակաբույսերն ունեն հատիկի տարբեր ձև, բայց բոլորն ել բաղկացած են 3 հիմնական մասերից՝ թաղանքից, սաղմից և էնդուսպերմից: Ցորենի, աշորայի և եղիպտացորենին սերմնահատիկները կոչվում են մերկահատիկ հացազգիներ և կազմված են պտղային և սերմնային թաղանքներից, էնդուսպերմից և սաղմից:

Թաղանքավոր կուլտուրաների սերմնապսուղմները (վարսակ, բրինձ, կորեկ, գարի) արտաքինից ծածկված են ծաղկաբաղանքով, աղալու ժամանակ դրանք հացահատիկից չեն անցատվում:

Էնդուսպերմը հատիկի հիմնական մասն է և կազմված է բջիջների արտաքին շերտից, որը կոչվում է ալեյրոնային, և հիմնական էնդուսպերմից կամ ալրային միջուկից: Ալեյրոնային շերտն իրենից ներկայացնում է ամուր պատերով բջիջների մեջ շերտ (գարնանը՝ երկու-երեք շերտ): Դրանք հարուստ են հանքային աղերով, թաղանքանյութով, սպիրտակուցներով, շաքարներով, ճարպերով և վիտամիններով:

Ալրային միջուկը կազմված է բարակապատ խոշոր բջիջներից, որոնք լցված են օսլայի հատիկներով, սպիրտակուցներով և այլ նյութերով: Ալրային միջուկը ալեյրոնային շերտի համեմատ ավելի քիչ ճարպ, հանքային աղեր, վիտամիններ, թաղանքանյութ և պենտոզներ է պարունակում: Էնդուսպերմը հացահատիկի ավելի թանկարժեք մասն է և օգտագործվում է բարձր տեսակի ալյուր ու սպիրտակածավար, փայլեցրած բրինձ և այլ մթերքներ պատրաստելու համար: Դրանցից պատրաստված մթերքներն ունեն համային բարձր հատկանիշներ, լավ մարսվում են, սակայն պարունակում են քիչ վիտամիններ ու հանքային տարրեր այն մթերքների համեմատ, որոնք պատրաստվում են ալրային միջուկից՝ ալեյրոնային շերտի

և սաղմի հետ միասին: Էնդոսապերմի միջին զանգվածը կազմում է ցորենի հատիկի զանգվածի 83 %-ը, աշորայի՝ 77 %-ը: Հացահատիկային մշակաբույսերի հատիկի էնդոսապերմի կազմությունը կարող է լինել ալրանման, ապակենման կամ մասնակի ապակենման:

Ալրային էնդոսապերմի բջիջների միջև կան օրային շերտեր: Լույսի ճառագայթները, անցնելով այդպիսի բջիջների միջով, բազմակիրուն քեկվում են, և այդ պատճառով էլ հատիկը բխում է ոչ թափանցիկ: Ապակենման սերմնապատուղներն ունեն մեծ խսորացում և ամրություն: Մասնակի ապակենման հատիկների ապակենման հատվածները գորգակցվում են անթափանց ալրանման հատվածների հետ:

Հատիկի սաղմը կենդանի բջիջներից կազմված հյուսվածք է: Նրանում կան ապագա բույսի օրգանների սաղմեր և վահանակ, որով սաղմը հպվում է էնդոսապերմին: Հատիկի մյուս մասերի համեմատ սաղմը պարունակում է ավելի շատ ճարպ, հանքային նյութեր, սպիտակուցներ, շաքարներ, վիտամիններ, ֆերմենտներ: Սաղմի ճարպը կայուն չէ, այդ պատճառով էլ պահպանման ժամանակ կարող է զգել ալյուրի ու ձավարի որակը: Հատիկի շափերը ու քաշը կախված են տեսակից, աճեցման պայմաններից, հատիկի լեցունությունից և այլ գործուներից: Միևնույն կուլտուրայի հատիկները միմյանցից տարբերվում են էնդոսապերմի և թաղանթի հարաբերակցությամբ:

**Հատիկի քիմիական բաղադրությունը.** Հացահատիկային մշակաբույսերը բնութագրվում են սննդանյութերի պարունակությամբ: Հացազիներից համեմատարար շատ սպիտակուց են պարունակում ցորենը և վարսակը, իսկ լիպիդներ՝ եգիպտացորենը, վարսակը և կորեկը: Թաղանթավոր կուլտուրաները, համեմատած մերկհատիկավորների հետ, բնութագրվում են թաղանթանյութի և հեմիցելյուվոզի բարձր պարունակությամբ:

Հատիկի քիմիական բաղադրության վրա ազդում են տեսակային առանձնահատկությունները, աճեցման պայմանները՝ կլիման, հողաշերտը, պարարտանյութը, ոռոգումը, ազրոտեխնիկան: Ցորենի և գարու մեջ սպիտակուցի կուտակման վրա ազդում են հողի խոնավությունը և պարարտանյութերը: Խոնավության բարձրացման հետ սպիտակուցների պարունակությունը հատիկում պակասում է: Ազոտային պարարտանյութերը հատիկի մեջ բարձրացնում են սպիտակուցների քանակությունը, իսկ կալիումական պարարտանյութերը ընդհակառակը՝ պակասեցնում են սպիտակուցները և բարձրացնում օսլայի քանակությունը: Թերած հատիկում թաղանթանյութը շատ է:

Ազոտային նյութերը հատիկի ամենաարժեքավոր նասն են: Դրանք ներկայացված են առավելապես սպիտակուցների ձևով: Ոչ սպիտակուցային ազոտային նյութերը հացահատիկում ներկայացված են ամինային ազոտի ձևով (ազոտային նյութերի 2–8 %-ի չափով):

Հացահատիկի սպիտակուցները պարզ սպիտակուցներ են, միայն սաղմի մեջ են գտնվում լիպո- և նուկեռապրոտեիններ: Հացահատիկի ածխաջրերը, ազոտային նյութերի նման մեծ նշանակություն ունեն հացահատիկից պատրաստված մթերքներում: Հատիկի մեջ կա օվալ, շաքար (պենտոզմեր և հեքսոզմեր), հեմիցելյուլոզաներ և բաղանթանյութ:

Ածխաջրերից հատիկի մեջ գերակշռում է օվալն: Այն գտնվում է էնդոսպիրումի բջիջներում օվալյի հատիկների ձևով: Աշորայի և ցորենի օվալն զարու և եզիպտացորենի օվալյի համեմատ ունի ավելի մեծ խոնավապարունակություն: Այս մշակարույսերի շրեշացված օվալն ունի ավելի քարձր մածուցիկություն, ավելի դանդաղ է ենթարկվում սիներեզիսի, ավելի երկար է պահպանում ամորֆ կառուցվածքը: Դրանով է բացատրվում ցորենի և աշորայի հացերի ավելի դանդաղ քարքուացումը զարու և եզիպտացորենի հացերի համեմատությամբ: Հատիկի շաքարները հիմնականում ներկայացված են սախարոզայով, որը գտնվում է սաղմում, և թիզ քանակությամբ զլյուկոզայով և ֆրուկտոզայով, որոնք դրական ազդեցություն ունեն հացի որակի վրա (նրա համը և ծակոտկենությունը): Թաղանթանյութը և հեմիցելյուլոզները հիմնականում գտնվում են հատիկի բաղանթներում: Դրանք մարդու օրգանիզմում չեն մարավում:

Պեկտինային նյութերն առկա են բոլոր հացահատիկային մշակաբույսերի հատիկներում: Շարպը հացահատիկային մշակարույսերի հատիկում պարունակվում է թիզ քանակությամբ (2–6 %): Այն կենտրոնացված է սաղմում և ալեյրոնային շերտում: Հանքային նյութերը ցորենի, եզիպտացորենի և աշորայի հատիկում կազմում են 1,5–2 %, քաղանթավոր հացազգիների հատիկում՝ 3–5 %: Հատիկի մոխրային տարրերը գտնվում են անօրգանական աղերի ձևով, ինչպես նաև մտնում են սպիտակուցների, լիպիդների, ֆերմենտների և այլ նյութերի կազմի մեջ:

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>3</sub> և E վիտամինները, բիոտինը և ֆոլաքրուն մտնում են բոլոր հացազգիների հատիկների կազմի մեջ: B<sub>1</sub> և B<sub>2</sub> վիտամինները գտնվում են ցորենի մեջ, իսկ կարոտինը՝ աշորայի, ցորենի և դեղին եզիպտացորենի մեջ: Հատիկում գտնվող ֆերմենտները պայմանավորում են բոլոր կենսաքիմիական պրոցեսները՝ ճարպերի, սպիտակուցների, ածխաշրերի հիդրոլիզը, օվալյի շաքարացումը, շնչառության պրոցեսները և այլն:

Ֆերմենտները մեծ դեր ունեն հատիկի պահպանման և վերամշակման ժամանակ: Չոր հատիկում ֆերմենտների ակտիվությունը ցածր է: Նրանց ակտիվությունը բարձրանում է ջերմաստիճանի բարձրացման և հատիկում ջրի պարունակության ավելացման ժամանակ, որի հետևանքով իշնում է նրա որակը:

Ջրի քանակությունը հատիկի մեջ կախված է նրա հասունության աստիճանից, աճեցման և պահպանման պայմաններից:

## 2.1.2. ԳԱՐԵԶՈՒՄ ԱՐՏԱՌՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԸ

### 2.1.2.1. ԳԱՐԻ

Գարին չափազանց արժեքավոր բարձր բերքատու և բարձր սննդարժեքով մշակովի հացահատիկային բույս է:

Հասունացած գարու հատիկը օդաչոր վիճակում պարունակում է 86–90 % չոր նյութեր և 10–14 % ջուր: Չոր նյութերն իրենց հերթին բաղկացած են օրգանական (84–85 %) և մասամբ անօրգանական (2–3 %) նյութերից: Օրգանական նյութերից քանակապես ամենաշատը օվան է, որը կազմում է չոր նյութերի 55–70 %:

Գարու հատիկը, քաջի հիմնական բաղադրամասերից, քիչ քանակով պարունակում է նաև բազմաթիվ այլ օրգանական նյութեր, որոնցից կարևոր են ֆերմենտները, որոնց մի մասի օգնությամբ իրականացվում է օրգանական նյութերի քայլայումը, նրանց՝ մատչելի (լուծելի) սննդանյութերի վերածվելը: Ֆերմենտների մի այլ խումբ ընդհակառակը մասնակցում է պարզ նյութերից ավելի քարդ, պողիմերային միացությունների ստեղծմանը՝ սինթեզին: Ծլման և ծիլի ածի համար պահանջվող այդպիսի փոխակերպություններն իրականացնող ամբողջ ֆերմենտային համակարգը առկա է գարու հատիկում: Այդ համակարգը զիսավորապես կենտրոնացված է սաղմում: Հատիկը պարունակում է 2–3 % ճարպ, կամ տարրեր քանակի վիտամիններ, նիկոտինային թթու (PP), C վիտամին և այլն:

Մշակովի գարին՝ միամյա բույս է՝ գարնանացան կամ աշնանացան տեսակի: Կախված հասկում հասկիկների դասավորությունից՝ տարրերում են բազմաշար, երկշար (նուտանն) և միջանկյալ գարու տեսակները:

Բարձրորակ գարեջրային գարին պետք է լինի ոչ միայն մաքրասրտ, կենսապես հասունացած և լավ աճման ունակությամբ, այլև ունենալու շահագույն կառուցվածքը և քիմիական կազմ: Գարու գարեջրային որակը

կախված է ոչ միայն սրտային հատկություններից, այլև հողակլիմայական պայմաններից, պարարտացումից, ագրոտեխնիկական միջոցառումներից: Գարու որակի հիմնական ցուցանիշներից են ծլունակությունը, էքստրակտիվությունը, սպիտակուցի պարունակությունը և թեփուկավորությունը:

Գարեջրի արտադրության մեջ կիրառելու համար արժեք են ներկայացնում ջրում լրտեղի միացությունները, գարու էքստրակտիվությունը: Հայրենական զարու էքստրակտիվությունը տատանվում է 65–82 %-ի սահմաններում և մեծ մասամբ կախված է օվլայի պարունակությունից: Որքան բարձր է զարու էքստրակտիվությունը, այնքան մեծ է ածիկի էքստրակտիվությունը, հետևաբար մեծ է գարեջրի ելքը: Որքան բարձր է զարու հատիկում օվլայի պարունակությունը, այնքան ցածր է նրանում սպիտակուցի քանակությունը: Հետևաբար, գարեջրի արտադրության համար անհրաժեշտ է օվլայի բարձր պարունակությամբ զարի: Գարեջրային զարին պետք է ունենա 78 %-ից ոչ ցածր էքստրակտիվություն՝ ըստ բացարձակ չոր նյութերի, բարձր որակի գարեջրային զարին՝ 79–82 %:

Գարեջրային զարին պետք է լինի սպիտակուցային նյութերի ցածր պարունակությամբ: Սպիտակուցների բարձր պարունակությամբ զարին օժտված է ցածր էքստրակտիվությամբ և պարունակում է թիզ օվլա, որի պատճառով դրանից գարեջրի ստացման արդյունավետությունը և շահութաբերությունն ընկնում են: Գարեջրային զարին պետք է ունենա 9–12,5 % սպիտակուց՝ ըստ բացարձակ չոր նյութերի: Կարևոր նշանակություն ունի նաև զարու թեփուկավորությունը: Բարձր թեփուկավորությունը ցածրացնում է զարու էքստրակտիվությունը, բացի այդ, թեփուկների մեջ պարունակում են դաշը նյութեր, որոնք վատացնում են զարեջրի համը: Գարեջրային զարին պետք է ունենա 9 %-ից ոչ բարձր թեփուկավորություն՝ ըստ բացարձակ չոր նյութերի:

Գարեջրի արտադրության համար օգտագործում են զարու երկար և վեցշար տեսակները: Երկար զարին ունի որոշակի առավելություն վեցշար զարու համեմատ՝ բարակ կենև, խոշոր հատիկներ, հավասար ձվածեռություն, էքստրակտիվ նյութերի մեծ ելք:

**Գարու քիմիական կազմ:** Գարու քիմիական կազմը շատ բարդ է, այն հաստատուն չէ և կախված է զարու տեսակներից, զարու աճման շրջանից, հողակլիմայական պայմաններից և ագրոտեխնիկայից:

Գարու միջին քիմիական կազմը հետևյալն է՝ խոնավություն՝ 14,5 %, ածխաջրեր՝ 70–85 % (ըստ չոր նյութերի), սպիտակուց՝ 9,5–11,5 %, հանքային նյութեր՝ 2,0–4,0 %, ճարպ՝ 1,0–2,0 %, մղխիք 1,0–2,0 %:

**Գարեջրի արտադրության համար գարու ընտրությունը և զնահատումը:** Գարեջրի արտադրության համար օգտագործվող գարու պիտանիությունը որոշվում է մի շարք հատկանիշներով: Նախ գարին զնահատվում է արտաքին հատկանիշներով՝ գույնով, հոտով և վնասատուներով վարակվածությամբ, այնուհետև ստուգվում է ընդունված գարու քիմիական կազմը՝ խոնավությունը, էքստրակտիվությունը և այլն: Գարեջրի արտադրության գարին պետք է ունենա տեխնոլոգիական առանձնահատկություն՝ հեշտությամբ վերածվի ածիկի՝ տարով բարձր ելք գարեջրի հումքային միավորից, որպեսզի ապահովվի գարեջրի լավ որակ:

### 2.1.2.2. ԵԳԻՊՏԱՅՈՐԵՆ, ԲՐԻՆՉ, ՍՈՅԱ, ՑՈՐԵՆ

**Գարեջրի պատրաստման համար օգտագործվում են նաև որոշ չածիկացրած մթերքներ՝ գարու ալյուր, եգիպտացորենի և բրնձի ծավար, սոյայի ճարպագորկ ալյուր, նաև աղացած ցորեն: Օգտագործվող չածիկացրած մթերքների քանակը, առանց ֆերմենտային պատրաստուկների, սահմանվում է ստանդարտով:**

Գարեջրագործության մեջ նախընտրությունը տրվում է ատամնանման եղիպտացորենին: Եղիպտացորենի հատիկի միջին քիմիական կազմն այսպիսին է (%-ով չոր նյութերի հաշվով). ածխաջրեր՝ 64, սպիտակուց՝ 8,8, բաղանքանյութ՝ 2,4, ճարպ՝ 4,0, մոխիր՝ 1,2:

Բրնձնածու, կախված հասկի կառուցվածքից և չափից, բաժանվում է 2 ենթատեսակի՝ հատիկի 4 մմ երկարություն ունեցող և 4 մմ-ից ավելի երկարությամբ: Բրնձնի հատիկների միջին քիմիական կազմը (%-ով չոր նյութերի հաշվով). ածխաջրեր՝ 64, սպիտակուց՝ 7,4, բաղանքանյութ՝ 9,0, ճարպ՝ 2,0, մոխիր՝ 3,1:

Սոյան բաժանում են մշակովի և վայրի տեսակների: Գարեջրագործության մեջ օգտագործում են մշակովի սոյան: Միջին քիմիական կազմը (%-ով չոր նյութերի հաշվով). ածխաջրեր՝ 12, սպիտակուց՝ 34, բաղանքանյութ՝ 4,3, ճարպ՝ 18,4, մոխիր՝ 5,0:

Եղիպտացորենի և բրնձնի ծավարի կիրառումը պայմանավորված է տվյալ մթերքում թ-օլորուլինի բացակայությամբ, որը նպաստում է գարեջրի պիտորումների գոյացմանը: Բացի դրանից, եղիպտացորենի ալյուրում ջրալույծ գարեջրի որակի վրա բացասաբար ազդող թ-օլյուկանի և պենտուանների քանակը ավելի քիչ է, քան գարու մեջ:

Եզիստացորենի ծավարում լիպիդների քանակը չպետք է գերազանցի 2 %-ը, քանի որ գարեջրի փրփրակայունությունը նվազում է դրանց բարձր քանակի դեպքում:

Սպիտակուցի բարձր քանակությամբ սոյայի ճարպագործկ ալյուրը նպաստում է խնորման արագացմանը և գարեջրի լավ փրփրագոյացման ունակությանը:

Ցորենը օգտագործում են ածիկի պատրաստման համար, քանի որ նրա մեջ կա օվլա, կիրառվում է նաև որպես չածիկացված մթերք: Ցորենի հատիկը բաղկացած է պտղային և սերմնային քաղանթներից, էնդուսկերմից և սաղմից: Ցորենը չունի ծաղկաբաղանք, այն մերկահատիկ է: Ցորենի հատիկի միջին քիմիական կազմը (% -ով չոր նյութերի հաշվով). օվլա 57–75, սպիտակուց 9–16, քաղանթանյութ 2–3, ճարպ 1,5–2: Հատիկի սաղմում պարունակվում է սախարոզա՝ 2,5–3 %, նաև գլյուկոզա, մալտոզա և ուաֆինոզա՝ 0,1–12%: Ցորենի հատիկների բացարձակ մասսան 33–48 գ է:

Ցորենի այլուրի շաղախման ժամանակ գոյանում է սոսնձանյութ, որն իրենից ներկայացնում է հետևյալ այրոտեհնների խառնուրող՝ ալրումիններ, գլյուտենիններ, պրոլամիններ: Սոսնձանյութը վատ է հիդրոլիզվում ֆերմենտներով, ինչը դժվարեցնում է շաղախի ֆիլտրումը:

### 2.1.3. ՀԱՏԻԿԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Հատիկային զանգվածի պահպանման ժամանակ ազդող կարևորագուն ֆիզիկական հատկություններից են՝ ջերմահաղորդականությունը, հիգրոսկոպիկությունը, ծակոտկենությունը և սորունությունը:

Հատիկային զանգվածի ջերմահաղորդականությունը կազմված է հենց իր՝ հատիկի ջերմահաղորդականությունից և միջիատիկային տարածության օդի ջերմահաղորդականությունից: Թարմ հավաքված հատիկը, որը տեղափորված է աշնանը ամբարներում կամ էլեկտրոլի սիլոսային աշտարակներում, շատ երկար ժամանակ պահպանում է համեմատաբար բարձր ջերմաստիճանը: Բարձր ջերմաստիճանի երկարատև պահպանման հետևանքով հատիկային զանգվածի խորը ջերտերում ուժեղանում են ֆիզիոլոգիական պրոցեսները, այն բերում է ինքնատաքացման:

Գարնանը, երբ տաք և խոնավ գարնանային օդն ընկնում է ձմռան ամիսներին հովացրած հատիկի մակերեսին և խոնավություն է բողնում նրա վրա, նույնպես կարող է տեղի ունենալ հատիկի ինքնատաքացում:

**Հիգրոսկոպիկություն և հավասարակշիռ խոնավություն:** Բոլոր հացահատիկային մշակաբույսերի սերմերն ունեն մազանոթածակոտկեն կոլորիդ կառուցվածք: Հատիկի բջիջների և հյուսվածքների միջև կան մակրո և միկրոմազանոթներ և ծակոտիներ: Այդ մազանոթների միջով տեղի է ունենում գագերի և հեղուկ գոլորշիների տեղաշարժը: Կախված մթնոլորտի ջրային գոլորշիների պարունակությունից՝ հատիկը կլանում կամ անջատում է խոնավություն: Հատիկի խոնավության կլանման կամ անջատման ունակությունը կոչվում է հիգրոսկոպիկություն: Օդի հարաբերական խոնավությունն այն գործոններից մեկն է, որում ազդում է հատիկային զանգվածի խոնավության վրա: Հատիկի և օդի միջև օդափոխանակումը կարող է տեղի ունենալ երբ՝

1. Եթե հատիկի ջրային գոլորշիների ճնշումը ցածր է, քան շրջապատող օդինը, ապա հատիկը խոնավություն է կլանում, և դրա խոնավությունը բարձրանում է:
  2. Եթե հատիկի ջրային գոլորշիների ճնշումը բարձր է, քան շրջապատող օդինը, ապա հատիկը խոնախություն է անջատում, և դրա խոնավությունը նվազում է:
  3. Եթե հատիկի ջրային գոլորշիների ճնշումը հավասար է, ապա խոնավությունը չի փոխվում: Հատիկի և օդի միջև խոնավափոխանակումը դադարում է: Այդ խոնավությունը կոչվում է հավասարակշիռ:
- Այդ ցուցանիշը տարբերվում է մշակաբույսերի մոտ: Օդից ջրային գոլորշիների կլանման սահման է մաքսիմալ հավասարակշիռ խոնավությունը, որը հաստատվում է ջրային գոլորշիներով հագեցած օդում, այսինքն երբ  $\varphi=100\%$ : Հատիկի հավասարակշիռ խոնավությունն ունի կարևոր նշանակություն հատիկային զանգվածի պահպանման գործում:

**Սորունություն.** Այս հատկությունը բնութագրում է հատիկային զանգվածի ինքնարերաբար շարժունությունը: Հատիկային զանգվածը, ընկնելով հորիզոնական մակերեսի վրա, առաջանում է կոն, իհմքի տրամագծի և կազմից գծի միջև մեծ կամ փոքր անկյունով, որը կոչվում է բնական թերության անկյուն: Այն կախված է հատիկի մեծությունից, ձեկից, անհարթությունից և խոնավությունից: Ավելի մեծ է հատիկի խոնավության ազդեցությունը: Խոնավության բարձրացման հետ հատիկային զանգվածի սորունությունը զգալիորեն պակասում է: Այսպես, գարու 11,9 % խոնավության դեպքում բնական թերության անկյունը կազմում է  $28^{\circ}\text{C}$ , իսկ 17,8 % խոնավության դեպքում աճում է մինչև  $32^{\circ}\text{C}$ : Հատիկային զանգվածի սորունությանը է պայմանավորված հատիկի այսպես կոչված ինքնատեսա-

կավորումը: Ավելի ծանր հատիկները և խառնուրդը տեղավորվում են գոյացած կոնի կենտրոնի գագաթի մոտ, իսկ թերև հատիկները և խառնուրդը գլորվում են կոնի մակերեսով և տեղավորվում կոնի հիմքին մոտ: Ինքնատեսակավորման հետևանքով հատիկային զանգվածը միատարր չի լինում: Հիմնական և վնասված հատիկի, նաև խառնուրդների, հիգրոսկոպիկությունը տարբեր է: Հիմնական կուլտուրայի վնասված մանր հատիկները, նաև մոլախոտերն ունեն բարձր հիգրոսկոպիկություն: Այդ պատճառով էլ ինքնատեսակավորումը բացասաբար է ազդում հատիկային զանգվածի պահպանման վրա:

**Ծակոտկենություն.** Ամբարները կամ էլեվատորները լցնելիս, հատիկն առաջացնում է խիտ զանգված առանձին հատիկների միջև եղած տարածություններով: Հատիկային զանգվածի ծավալի մի մասը, որն անմիջապես զբաղված է հատիկներով և մյուս պինդ մասնիկներով, կոչվում է խտություն: Խտությունը՝ T (%), հատիկների և մյուս մասնիկների իրական ծավալի V հարաբերությունն է հատիկային զանգվածի ընդհանուր ծավալին W:

$$T = \frac{V}{W} \cdot 100$$

Հատիկի լցվող ծավալի այն մասը, որը զբաղեցված է միջիատիկային օդով, կոչվում է ծակոտկենություն: Ծակոտկենությունը՝ S (%), օդի զբաղեցրած ծավալի հարաբերությունն է (W-V) հատիկային զանգվածի ընդհանուր ծավալին՝

$$S = \frac{W - V}{W} \cdot 100$$

Կախված հատիկի հատկություններից, նաև լցման պայմաններից՝ հատիկային զանգվածի խտությունը, հետևաբար նաև ծակոտկենությունը լինում են տարբեր: Հատիկային զանգվածի բարձր ծակոտկենությունն օգտագործվում է հովհարման ժամանակ (ակտիվ քամիարում): Միջիատիկային օդի պաշարը մեծ նշանակություն ունի նաև սերմերի կենսունակության համար, քանի որ հատիկի շնչառությունը կապված է օդի՝ բթվածնի ծախսի հետ: Իմանալով հատիկային զանգվածի ծավալը և նրա ծակոտկենությունը՝ կարելի է հաշվարկել միջիատիկային տարածությունում գտնվող օդի ծավալը:

## **2.1.4. ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՀԱՏԻԿԻ ՄԵԶ ՏԵՂԻ ՈՒՆԵՑՈՂ ԿԵՆՍԱԶԲԻՍԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐ**

Թարմ հավաքված հատիկի մեջ ընթանում են մի շարք բարդ կենսաքիմիական պրոցեսներ, որոնց ինտենսիվությունը կախված է արտաքին միջավայրից:

Թարմ հավաքված հատիկը վատ է ծլում, ինչը հաշվի է առնվում ածիկի արտադրության մեջ: Նրա ցածր ծլունակությունը բացատրվում է հատիկի քաղանքի վատ զազա-ջրաբափանցելիությամբ: Սաղմի քջային քաղանքները համարյա անթափանցելի են սննդանյութերի համար, ինչը նույնպես անդրադառնում է ծլունակության վրա:

Հատիկի պահպանման ժամանակ տեղի է ունենում նրա հասունացում, այսինքն նրա լրիվ ֆիզիոլոգիական հասունացումը տեղի է ունենում պահպանման որոշակի ժամկետից հետո:

Հիմնական հացահատիկային կուտուրաների սերմերի հասունացման շրջանը կազմում է 6–8 շաբաթ: Հետհավաքման հասունացումը բնութագրվում է մի շարք կենսաքիմիական պրոցեսներով, որոնք տեղի են ունենում հատիկի քջիներում:

Հասունացման ժամանակ պակասում է հատիկի խոնավությունը, տեղի է ունենում սպիտակուցների սինթեզը ամինաքրուներից, օլայինը՝ շաբարներից:

Թարմ հավաքված հատիկի մակերեսը պահպանման ժամանակ խոնավանում է, այսինքն հատիկը «քրտնում է»: Այդ երևույթը նկատվում է և չոր և խոնավ հատիկի մոտ: Չոր հատիկի մոտ դրա պատճառներից մեկը սինթերեզին է՝ (ծերացում), այսինքն ժամանակի ընթացքում կոլդիդների հատկությունների փոփոխումը: Պահպանման ժամանակ տեղի է ունենում հատիկի կոլդիդների հիդրոֆիլ ունակությունների աստիճանաբար փոքրացում: Օլայի և սպիտակուցների մոտ պակասում է ջուրը կապելու ունակությունը: Դրա հետևանքով գոյանում է ազատ խոնավություն, որը և անջատվում է հատիկի մակերեսին: Հատիկի «քրտնելու» մյուս պատճառը սինթետիկ պրոցեսներն են, որոնք նոյնական գուգակցվում են ջրի որոշ քանակի անջատմամբ: Անջատված ջուրը մնում է հատիկային զանգվածում և հայտնի պայմաններում կարող է կոնդենսացվել, ինչը բերում է միջիաժիկային տարածության օփի հարաբերական խոնավության մեծացմանը: Այդ երևույթը կանխելու համար հատիկային զանգվածը ենթարկում են

օրագիտական չոր օդով, պակասեցնում են հատիկային զանգվածի բարձրությունը:

**Ազատ և կապված ջուրը.** որն անուր կապված է սպիտակուցներով և օսլայով հիդրատային թաղանքների ձևով, չի կարող ազատ տեղափոխվել բջիջ բջիջ և համարյա չի մասնակցում փոխանակման ռեակցիաներին: Խոնավության պարունակության մեծացման հետ հատիկի բջիջներում ի հայտ է զալիս ազատ խոնավություն, որը կարող է տեղափոխվել բջիջ բջիջ և մասնակցել հիդրոլիզի ռեակցիաներում (օպայի փոխարկումը շաքարի, բարդ սպիտակուցներինը՝ պարզերի, ճարպերինը՝ գլիցերինի և ճարպաթթուների): Ազատ խոնավության հետ աճում են հիդրոլիտիկ և շնչառական ֆերմենտների ակտիվությունը և շնչառության էներգիան. այն բերում է չոր նյութերի ծախսի:

Հատիկի խոնավությունը, որի ժամանակ նրա մեջ առաջանում է ազատ, չկապված ջուր և կտրուկ աճում է նրա շնչառական ինտենսիվությունը, կոչվում է կրիտիկական: Հաստատված է, որ 14,5–15,5 % խոնավությունը կրիտիկական է համարվում բոլոր հացահատիկային մշակաբույսերի համար: Հետևաբար հատիկը, որը նախատեսված է պահպանման համար, պետք է ունենա կրիտիկականից ցածր խոնավություն:

**Հատիկի շնչառությունը.** Նորմալ խոնավության հատիկն իրենից ներկայացնում է կենդանի օրգանիզմ, որը գտնվում է հարաբերական հանգստի վիճակում: Բոլոր կենսական պրոցեսները հասցված են մինիմումի, բայց անընդհատ, դանդաղ ընթանում է նյութափոխանակությունը, որը պահպանում է սաղմնային բջիջների կյանքը: Շնչառության պրոցեսն իրականացվում է ֆերմենտային համակարգի կոմպլեքսով՝ օքսիդացներով, որոնք խլում են ջրածինը օքսիդացվող մթերքներից: Օդի թթվածնի առկայության դեպքում տեղի է ունենում աերոր շնչառություն:

Շնչառության ժամանակ ծախսվում են հատիկի բաղադրիչ մասերը, կլանվում է թթվածին, անշատվում ածխաթթու գազ, խոնավություն և ջերմություն: Թթվածնի պակասառթյան կամ բացակայության դեպքում միջիատիկային տարածություններում լնիքանում է անաերոր շնչառություն, որը բնութագրվում է օքսիդա-վերականգման ներմողեկույթար ռեակցիաներով: Եթի սպիրտը և ածխաթթու գազը վնասակար են բուսական բջիջ համար, և դրանց որոշակի քանակության կուտակման դեպքում այն կարող է մահանալ:

Չերմությունը, որն անջատվում է շնչառության ժամանակ, մնում է հատիկային զանգվածում, ինչը և ինքնատաքացման պատճառներից մեկն է: Հատիկային զանգվածի շերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում է հատիկի շնչառական էներգիան: Այն կարող է բարձրանալ մինչև մի որոշակի սահման:  $45\text{--}55^{\circ}\text{C}$  շերմաստիճանային միջակայքում շնչառության էներգիան հասնում է մաքսիմումից: Չերմաստիճանի հետագա բարձրացումը բերում է շնչառական էներգիայի բուլացմանը, քանի որ բջիջների պրոտոպլազման մահանում է: Այդպիսի երևույթ նկատվում է նաև հատիկի շերմային չորացման ժամանակ: Մինչև  $55^{\circ}\text{C}$  տաքացնելու դեպքում բայց յավում է հատիկի սոսնձանյութը, իշնում ծլունակությունը: Բարձր խոնավություն ունեցող հատիկը թքվածնի պակասության կամ բացակայության դեպքում արագ կորցնում է ծլունակությունը: Դրա համար  $14\text{--}15\text{ \%}$ -ից ավելի խոնավություն ունեցող հատիկային զանգվածում անհրաժեշտ է պարբերաբար օդափոխություն կատարել, որին հասնում են ակտիվ քամիարմանք կամ շերտի բարձրության պակասեցմանը:

**Սիկրոռգանիզմների կենսագործունեությունը հատիկային զանգվածում.** Հատիկային զանգվածը պարունակում է մեծ քանակությամբ միկրոօրգանիզմներ: Հատիկային զանգվածի 1 կգ-ում, կախված նրա որակից և կազմից, կան մի քանի հազարից մինչև տասնյակ միլիոն միկրոօրգանիզմներ: Դրանք բակտերիաներ, խմորասնկեր, բորբոսասնկեր և ակտինոմիցետներ են: Բոլոր այս միկրոօրգանիզմները տեղափորվում են հատիկի մակերեսին և  $15\text{--}16\text{ \%}$ -ից բարձր խոնավության դեպքում սկսում են ակտիվ զարգանալ: Հատկապես վտանգավոր են Aspergillus և Penicillium ցեղի բորբոսասնկերը: Բորբոսասնկերի զարգացումը միշտ զուգակցվում է հատիկային զանգվածի փշացմանը: Հատիկային զանգվածը միկրոօրգանիզմների ակտիվ զարգացումից պաշտպանելու համար կիրառում են հովացումը, քիմիական պահածոյացումը, քամիարումը և չորացումը:

**Հատիկային զանգվածի ինքնատաքացումը պահպանման ժամանակ.** Հատիկային զանգվածի ինքնատաքացում անվանում են նրա շերմաստիճանի բարձրացումը (մինչև  $55\text{--}65^{\circ}\text{C}$ ) վատ շերմափոխսանցման և հատիկի շնչառության հետևանքով: Տարբերում են ինքնատաքացման 3 շրջան՝

1-ին շրջան՝ շերմաստիճանը բարձրանում է մինչև  $24\text{--}30^{\circ}\text{C}$ : Հատիկի մակերեսին խոնավություն չի գոյանում, օտար հոտեր չկան: Հատիկի գույնը չի փոխվում, սորունությունը և հատիկի որակը հիմնականում պահպանվում են:

2-րդ շրջան՝ ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև  $34\text{--}38^{\circ}\text{C}$ : Հատիկի մակերեսին խոնավություն է գոյանում, պակասում է սորունությունը: Ջեռքի մեջ սեղմակի հատիկները կպչում են միմյանց: Հատիկը ձեռք է բերում ածիկի և նոր թխված հացի հոտ: Նկատվում է թթվության բարձրացում և սպիրտի առաջացում, սկսվում է սպիտակուցների ջերմային բնափոխման պրոցեսը:

3-րդ շրջան՝ ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև  $50^{\circ}\text{C}$  և ավելին: Խիստ պակասում է սորունությունը, առաջանում է նեխած և բորբոքի հոտ: Հատիկը ձեռք է բերում մուգ շագանակագույն գունավորում:

Գերմաստիճանի բարձրացման հետ ակտիվանում է հիդրոլիտիկ ֆերմենտների աշխատանքը, կտրուկ փոխվում է նաև հատիկի օրգանական նյութերի քայլայման բնույթը՝ անջատվում են ամոնիակ և սպիրտակուցային նյութերի խորը քայլայման մթերքներ (նեխում): Ինքնատաքացման ժամանակ տեղի է ունենում ածխաջրերի և մյուս նյութերի կորուստ, վատանում է հատիկի որակը: Ինքնատաքացման II և III շրջաններում գտնվող հատիկը պիտանի չէ գարեզրի արտադրության համար: Սակայն այն կարող է օգտագործել որպես հումք սպիրտի արտադրության համար: Ինքնատաքացումը կանխելու համար հատիկային զանգվածը ենթարկում են չորացման, օդափոխման և հովացման:

## 2.2. ԿԱՐՏՈՖԻԼ

Սպիրտային արտադրությունում տարածված հումք է: Մի շարք գործարաններում կարտոֆիլից ստանում են օվլա և սպիրտ: Կարտոֆիլը պատկանում է պալարապտուղներին: Կարտոֆիլի պալարները արտաքինից ծածկված են պտղամաշկով (Եպիդեմիա):

Պտղամաշկն ունի փոքր խորություններ, որոնց մեջ գտնվում են բողոքները՝ աչկեները: Պահպանման բարձր ջերմաստիճանի դեպքում բողոքները ծլում են՝ օգտագործելով պալարի սննդանյութերը: Մաշկի տակ գտնվում է բարակ խցանային շերտը, որը պաշտպանում է պալարը խոնավության կորսատից: Պալարը կազմված է տարրեր ձևուեցող բջիջներից: Անմիջապես խցանային շերտի տակ գտնվող բջիջները կազմված են սպիրտակուցային նյութերից և օվլա չեն պարունակում: Պալարի կենտրոնին մոտենալիս օվլայի պարունակությունը բջիջներում ավելանում է: Բջիջներում օվլան գտնվում է հատիկների ձևով, որոնք տարրեր մշակաբույսերի մոտ ունեն տարբեր ձև:

Կարտոֆիլի քիմիական կազմը հաստատուն չէ և կախված է սրտից, աճեցման պայմաններից, պարարտանյութից և այլն: Կարտոֆիլի միջին քիմիական կազմը ջուր՝ 75 %, չոր նյութեր՝ 25 %:

Վաղահաս սեղանի սրտերը պարունակում են 12–15 % օսլա, միջահասը՝ 15–18 %, ուշահաս տեխնիկական սրտերը՝ 19–22 %: Սալիրտային գործարաններում մշակվող կարտոֆիլը պարունակում է միջին հաշվով 17–18 % օսլա: Շաքարի պարունակությունը կարտոֆիլի մեջ 1 %-ից ցածր է: 0°C-ին մոտ ջերմաստիճանում երկարատև պահպանման ժամանակ շաքարի պարունակությունը կարտոֆիլի մեջ մեծամում է: Շաքարներից կարտոֆիլը պարունակում է գյուկոզա, ֆրուկտոզա և սախարոզա: Օսլան և շաքարը երակետային նյութեր են սպիտակ ստացման ժամանակ:

Կարտոֆիլի ագրոտային նյութերը կազմված են սպիտակուցային և ոչ սպիտակուցային ազոտից: Ոչ սպիտակուցային, ազոտային նյութերը ներկայացված են ամինաթրուներով, որոնք լավ լուծվում են, հեշտությամբ յուրացվում խմորասնկային բջջի կորդմից և ծառայում որպես սննդնդ խմորասնկերի քազմացման ժամանակ: Կարտոֆիլի սպիտակուցային նյութերը ներկայացված են գլոբուլինով, որը չի լուծվում ջրի մեջ, բայց լուծվում է աղի լուծույթներում: Արտադրության պրոցեսում պրոտեոլիտիկ ֆերմենտների ազգեցության տակ սպիտակուցների մի մասը քայլայվում է և փոխարկվում ջրալույծ միացությունների: Հանքային նյութերից մեծ նշանակություն ունեն ֆոսֆորը և կալիումը: Ֆոսֆորը մասնակցում է ածխաջրերի փոխարկմանը, իսկ կալիումը՝ սպիտակուցների փոխարկմանը: Օրգանական քրուներից պարունակում են՝ բրնձկաբրու, կիտրոնաթթու և խնձորաթթու:

Ըստ նշանակման տարրերում են կարտոֆիլի սեղանի, տեխնիկական և կերային սրտեր: Ըստ հասունացման ժամկետի՝ վաղահաս, միջահաս և ուշահաս:

Կարտոֆիլի տեխնիկական սրտերը պետք է լինեն օսլայի քարձը պարունակությամբ, ունենան բարձր բերքատվություն, հիվանդությունների նկատմամբ լինեն կայուն: Պահպանելուց առաջ կարտոֆիլը տեսակավորում են՝ բողնելով միայն առողջ պալարները: Պահպանման ժամանակ ընթանում են հետևյալ հիմնական ֆերմենտատիվ պրոցեսները՝ շնչառություն, օսլայի փոխարկումը շաքարի, օսլայի ռեսինթեզը և ասկորբինաթթվի կենսասինթեզը: Ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում՝ հատկապես 0°C-ին մոտ, օսլայի քայլայման պրոցեսները գերակշռում են նրա սինթեզը, պալարներում կուտակվում է շաքարի քարձը պարունակություն, և նրանք ձեռք են բերում քաղցր համ: Այդ երևությը անցանկալի է, քանի որ սպիտի ար-

տաղբության ժամանակ կարտոֆիլը եփում են բարձր ճնշման տակ (բարձր ջերմաստիճան): Այդ ջերմաստիճանում շաքարը ենթարկվում է կարամելացման և ծախսվում է մելանիդմերի գոյացման վրա: Դրա հետևանքով գոյանում են չխմորվող նյութեր, ինչը բերում է շաքարի կորստի:

Կարտոֆիլը պահպանելիս շնչառության ինտենսիվությունը պակասեցնելու համար իջեցնում են պահպանման ջերմաստիճանը: Պահպանման օպտիմալ ջերմաստիճանը՝  $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$  է, ողի հարաբերական խոնավությունը՝ 80–85 %:

Պահպանման ընթացքում կարտոֆիլի մասսան փոքրանում է, քանի որ տեղի է ունենում ջրի գոլորշիացում, շնչառության համար օվլա է ծախսվում: Չոր նյութերի կորուստ կարող է տեղի ունենալ նաև հիվանդությունների հետևանքով:

## 2.3. ՀՍՈՒԼ

Հմուլը բազմամյա և երկտուն բույս է: Արական և իգական ծաղիկները գտնվում են տարբեր բույսերի վրա: Հմուլն աճեցնում են միայն չբեղմնավորված իգական ծաղկաբույլերի ստացման համար, որոնք օգտագործում են զարեջրի արտադրության մեջ: Իգական ծաղկաբույլերը կոչվում են հմուլային կոներ կամ հմուլ:

Հասունացման ժամանակ հմուլի կոներում առաջանում են դեղնականաշավուն, ուժեղ փայլով, կաշուն գնդիկներ, որոնց անվանում են լուսպուլին հատիկներ: Լուսպուլինը հմուլի ամենաարժեքավոր մասն է: Այն պարունակում է բուրավետ և սպեցիֆիկ դառը նյութեր, որոնց շնորհիվ հմուլն օգտագործվում է զարեջրի արտադրությունում:

Հմուլի կազմում տարբերում են բաղադրիչ մասեր, որոնք հատուկ են յուրաքանչյուր բույսին: Ընդհանուր բաղադրիչ մասերին են պատկանում պրոտեինները. ճարարը, մոնը, ոչ ազոտային էքստրակտիվ նյութերը, բաղանքանյութը և հանքային նյութերը: Գարեջրի արտադրության համար հետաքրքրություն են ներկայացնում հմուլի սպեցիֆիկ բաղադրիչ մասերը՝ դառը նյութերը, հմուլային յուղը և դարադանյութերը:

Հմուլային խեժերը հիմնականում ամորֆ նյութեր են, երբեմն բյուրեղանման:

Հմուլի դառը նյութերը օժտված են ուժեղ հականեխիչ ազդեցությամբ:

Պահպանման ընթացքում հմուլի դառը բրուները օքսիդանում են և ենթարկվում պոլիմերացման: Առաջանում են պինդ խեժեր, որոնք ոչ մի

արժեքը չեն ներկայացնում գարեջրի արտադրության համար: Հմուլային յուղը պատկանում է եթերային յուղերին: Հեշտությամբ օքսիդանալով՝ այն պաշտպանում է օքսիդացումից հմուլի դառը նյութերը և դարադանյութերը: Պահպանման ընթացքում հմուլը կորցնում է իր հատուկ բուրմունքը, եթերային յուղը փոխարկվում է խեժի: Հմուլային կոների բերքահավաքը կատարում են տեխնիկական հասունացման շրջանում: Այս շրջանում կոները խիստ փակված են, ունեն դեղնականաչավուն գույն և կաշուն են: Ֆիզիոլոգիական հասունացման դեպքում հմուլի կոները բացվում են, լուսույթին բափվում են և հմուլը կորցնում է իր արժեքավոր հատկությունները:

Չհասունացած հմուլի կոներն ունեն լուսույթինի փոքր պարունակություն: Թարմ հավաքված հմուլը պարունակում է 70–75 % խոնավություն և այդ վիճակում չի կարող երկար պահպանվել: Դրա համար այն չորացնում են հատուկ չորանոցներում:

Հմուլը հավաքում են տեխնիկական հասունություն շրջանում, երբ կոները ձեռք են բերում դեղնականաչավուն գույն և դառը նյութերի առավելագույն քանակ: Հաջորդ ֆիզիոլոգիական հասունության փուլում կոները դառնում են գորշագույն, և հմուլը կորցնում է իր գարեջրային հատկությունները:

100-ից ավելին են հմուլի մշակովի սորտերը: Հաշվի առնելով գարեջրային որակը՝ հմուլը բաժանվում է 2 խմբի: Առոք սորտեր՝ 15 % դառը նյութերի և 3–5 % ա-թրուների պարունակությամբ, և կոպիտ սորտեր՝ 20 %-ից ավելի դառը նյութերի պարունակությամբ: Նույր սորտերն օգտագործում են անմիջապես գարեջրագործության մեջ քաղցուի հմուլացման համար, իսկ կոպիտը՝ էքստրակտների խտանյութերի, լուսույթինային փոշիների պատրաստման համար:

Հմուլի որոշ տեսակներ կուտակում են առավելապես դառը, մյուս տեսակները՝ բուրավետ նյութեր: Հմուլի գարեջրային որակը գնահատում են ըստ ա-թրուների պարունակության՝ սովորաբար 4–7 %, բայց կարող է լինել 10 % և ավելին: Բուրավետ տեսակներում ա-թրուների պարունակությունը ցածր է, բայց այդպիսի սորտերը արժեքավոր են բուրավետությամբ:

**Քիմիական կազմը:** Հմուլային կոների կազմը տարբեր է և կախված է հմուլի սորտից, աճեցման, հողակիմայական պայմաններից և հետհավաքման մշակումից:

Չոր հմուլային կոների միջին քիմիական կազմը հետևյալն է (%): Չոր՝ 10–14 %, ցելյուլոզ՝ 12–16 %, ազոտային միացություններ՝ 15–24 %,

ոչ ազոտային էքստրակտիվ նյութեր՝ 25–30 %, մոխիր՝ 6–9 %, հմուլային խեժեր՝ 10–20 %, պոլիֆենոլային նյութեր՝ 2–5%, եթերայուղեր՝ 0,2–1,7 %: Հմուլի մեջ փոքր քանակությամբ պարունակվում է ճարայ, ներկող նյութեր, շաքար (գլյուկոզ և ֆրուկտոզ) և օրգանական թքուներ (խնձորաքքու, կիտրոնաքքու, սաքարբու), և մում:

Գարեջրագործության համար բացառիկ արժեք են ներկայացնում դառը նյութերը, հմուլային յուղը և պոլիֆենոլային նյութերը: Նրանք միավորում են հմուլային խեժերը և դառը հմուլային թքուները: Դասնության մոտ 90 %-ը գարեջրին հաղորդում են օ-թրուները, որոնք դառը համով բյուրեղանման նյութեր են՝  $65^{\circ}\text{C}$  հալման ջերմաստիճանով և ջրում ցածր լուծելիությամբ ( $420 \text{ mg/l}^3$ ), որը կախված է  $\text{pH}$ -ից:

օ-թրուների պարունակությանը բուրավես սորտերում կազմում է 3–4 %, դառը սորտերում՝ մինչև  $13\text{--}14\text{ \%}$ : Քաղցուն հմուլի հետ եռացնելիս դառը նյութերը անցնում են քաղցուի, ապա գարեջրի մեջ: Հմուլի դառը նյութերը գարեջրին հաղորդում են դառնության, օժտված են հականեխիչ հատկություններով, մասնակցում են փրփրագոյացման մեջ: Հմուլի դառը նյութերը ճնշում են գրամ դրական, իսկ բարձր կոնցենտրացիաների դեպքում նաև գրամ բացասական բակտերիաների վրա: Բայց նրանք հականեխիչ ազդեցություն չեն գործում խմորասնկերի վրա: Դառը նյութերի իիմնական մասը գտնվում է լուսպուլինի հատիկներում:

Հմուլի պոլիֆենոլային (դարաղային) նյութերը լավ լուծվում են ջրում, ավելի հեշտ են մտնում ռեակցիայի մեջ, քան ածիկի պոլիֆենոլները: Հմուլի պոլիֆենոլային նյութերը օժտված են հականեխիչ հատկություններով, ունեն տտիպ համ:

Սպիտակուցների և պոլիֆենոլային նյութերի միացությունները պղտորումներ են առաջացնում գարեջրի մեջ: Օքսիդանալով պոլիֆենոլային նյութերը պաշտպանում են դառը և մյուս նյութերը օքսիդացումից, այսինքն հանդես են գալիս որպես հակաօքսիդանուներ:

Պոլիֆենոլները օքսիդացման և կոնդեսացման ժամանակ սպիտակուցների հետ առաջացնում են անլուծելի կարմրաշագանակագույն միացություններ, որոնք պղտորում են քաղցուն, իսկ երկարի աղերի հետ՝ մուգ մոխրագույն նյութեր:

Քաղցուն հմուլի հետ եռացնելիս պոլիֆենոլային նյութերը բացասարար լիցրավորված կողմից մասնիկների ձևով ակտիվորեն ռեակցիայի մեջ են մտնում դրական լիցր ունեցող ազտային միացությունների հետ: Արյունքում առաջանում են սպիտակուցային, պոլիֆենոլային կոմպլեքսներ, որոնք նստում են՝ պարզեցնելով քաղցուն:

Հմուլը չորացնում են համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանի պայմաններում, որը սկզբնական շրջանում չի գերազանցում  $45^{\circ}\text{C}$ -ը: Եթե խոնավությունը հմուլահատիկի մեջ բավականին պակասում է, կիրառում են ավելի բարձր ջերմաստիճաններ ( $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$ -ից ոչ ավելի): Չորացված հմուլը պետք է պարունակի 10–13 % խոնավություն, 13 %-ից բարձր խոնավության դեպքում հմուլի կոները արագ են փշանում: 9 %-ից պակաս խոնավություն պարունակող չոր կոները բավիրում են և կորցնում են լուսույթին մի մասը: Մանրէների գործունեությունը ճնշելու համար հմուլային կոները ենթարկում են սուլֆիտացման: Դրանցից հետո մամլում են և փաթեթավորում պարկերի մեջ: Չոր հմուլը պահում են  $1\text{--}3^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի պայմաններում:

Հմուլի արժեքավոր բաղադրիչ մասերը պահպանելու և գարեջրագործության մեջ դրանք ավելի արդյունավետ օգտագործելու համար արտադրում են հմուլային փոշիներ և էքստրակտներ: Փաթեթավորում և օգտագործում են մամլված գլանիկների, բրիկետների, նաև էքստրակտների ձևով:

## 2.4. ԶՈՒՐ. ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ԶՐԻՆ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ ՊԱՀԱՆՁՆԵՐԸ

Չուրը խմորման արտադրությունների մեջ օգտագործվում է մի շարք տեխնոլոգիական պրոցեսներում՝ ածիկի, քաղցոլի արտադրության, հոմքի եփման համար: Չուրը ոչ ալկիոհոլային ըմպելիքների, որու և լիկյորի արտադրության մթերքների բաղադրիչ մասն է: Չուրն օգտագործվում է սարքավորման, շշերի և տակառների լվացման, ինչպես նաև հովացման համար:

Արտադրական ջուրը պետք է բավարարի այն պահանջներին, որը ներկայացվում է խմելու ջրին: Այն պետք՝ լինի անգույն, չունենա օտար համ և հոտ, մեխանիկական խառնուրդներ և չինի վարակված մանրէներով: Սեծ նշանակություն ունի ջրի քիմիական կազմը, հատկապես գարեջրի և մյուս ըմպելիքների արտադրությունում: Ջրի մեջ լուծված աղերն ազդում են ջրի համի, հետևաբար և ըմպելիքների համային հատկությունների վրա:

Ընպելիքների որակը կախված է ոչ միայն ջրի քիմիական կազմից, այլ նաև նրա բակտերիալ մաքրությունից:

Ջրի բակտերիալ մաքրության ցուցանիշը է կոլի-ստիտորը կամ կոլի-իմոդեքսը: Կոլի-տիտրը քանակապես հավասար է ջրի միկրոբերի այն մինիմալ քանակությանը, որում հայտնաբերված է մեկ աղիքային ցուպիկ: Կոլի-իմոդեքսը՝ աղիքային ցուպիկների քանակն է, որը հայտնաբերված է 1 լ ջրում:

Հստ մանրէակենսաբանական ցուցանիշների՝ խմելու ջուրը պետք է համապատասխանի հետևյալ պահանջներին. միկրոօրգանիզմների քանակը ջրի 1 մմ<sup>3</sup>-ում պետք է լինի 100-ից ոչ ավելի, աղիքային ցուայիկ խմբի քակտեհաների քանակը 1 դմ<sup>3</sup>-ում (կոլի-ինդեքս) պետք է լինի 3-ից ոչ ավելի: Աղիքային ցուայիկների ավելի շատ պարունակության դեպքում ջուրն անհրաժեշտ է նախապես վարակագերծել: Գործարաններում բարձր քակտերիալ կեղտոտվածության դեպքում ջուրը վարակագերծում են քլորակրով:

Բացի դրանից, յուրաքանչյուր խմորման արտադրությունում հատուկ պահանջներ են ներկայացնում կոշտության, հիմնայնության, օքսիդանալիության և չոր մնացորդի պարունակության նկատմամբ:

Տարբերում են ընթամոր, կարրոնատային և ոչ կարրոնատային կոշտություն: Ջրի ընդհանուր կոշտությունը որոշվում է նրա մեջ կալցիումի և մագնեզիումի իոնների ընդհանուր քանակի պարունակությամբ: Ջրի կարրոնատային կոշտությունը բնութագրվում է ջրի մեջ կալցիումի և մագնեզիումի հիդրոկարբոնատների առկայությամբ: Եռացնելիս դրանք փոխարկվում են կարբոնատների և անտառապահների տակածությամբ: Ոչ կարրոնատային կոշտությունը բացատրվում է քլորիդների, սուլֆատների, կալցիումի և մագնեզիումի մյուս աղերի առկայությամբ, որոնք եռացնելիս նստվածք չեն տալիս:

Ջրի ընդհանուր կոշտությունը հավասար է կարբոնատային և ոչ կարբոնատային կոշտության գումարին: Կոշտությունն արտահայտվում է միլիգրամ · էկվիվալենտներով: Կոշտության 1 միլիգրամ - էկվիվալենտը (1 մգ · էկվ) համապատասխանում է 1 դմ<sup>3</sup> ջրում կալցիումի իոնի 20,04 մգ կամ մագնեզիումի իոնի 12,16 մգ պարունակությանը:

Չորրոր, որի կոշտության ցուցանիշը 1-ից մինչև 1,5 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup> է, շատ փափուկ է համարվում, 1,5–3՝ փափուկ, 3–6՝ միջին կոշտության, 6–10՝ կոշտ, 10 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup>-ից ավելին՝ շատ կոշտ:

Ջրի օքսիդանալիություն են անվանում ջրում պարունակվող նյութերի օքսիդիչների հետ ռեակցիայի մեջ մտնելու ունակությունը: Օքսիդանալիության մննությունը արտահայտում են թթվածնի միլիգրամների քանակությամբ, որն անհրաժեշտ է 1 դմ<sup>3</sup> ջրում պարունակվող նյութերի օքսիդացման համար: Օքսիդանալիությունը բնութագրում է ջրի օքսիդանական նյութերով կեղտոտվածության աստիճանը: Խմելու ջրի օքսիդանալիության ցուցանիշը պետք է լինի 3 մգ O<sub>2</sub>/դմ<sup>3</sup>-ից ոչ ավելի:

Սպիրոտային արտադրության համար անցանկալի է բարձր կարբոնատային կոշտության և հիմնայնության ջուրը: Ջրաջերմային մշակման, շաքարացման և սպիրոտային խմորման պրոցեսներն ավելի արագ և ամբողջությամբ ընթանում են թքու միջավայրում  $5,0\text{--}5,5$  pH-ի դեպքում: Չեզոք և թույլ հիմնային ռեակցիաները նպաստում են թքու գոյացնող բակտերիաների զարգացմանը:

Ածիկի արտադրության ժամանակ հատիկի թրջման համար օգտագործվող ջրի բարձր կարբոնատային կոշտությունն արգելակում է հատիկի ծլեցումը: Իսկ այդպիսի ջրի կիրառությունը ածիկային կարի պատրաստման ժամանակ նվազեցնում է ամիլոլիտիկ ֆերմենտների ակտիվությունը: Ջրի բարձր կոշտությունը ավելացնում է թքի ծախսը մելասի թթվեցման համար:

Օղու և լիկյորի արտադրությունում կարելու նշանակությունը ունի ջրի կոշտությունը, հիմնայնությունը և դրա աղային կազմը: Ջրի ընդհանուր կոշտությունն լիկյոր-օղու արտադրատեսակների պատրաստման համար չպետք է գերազանցի 1 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup> բնական և 0,2 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup> փափկեցրած ջուր օգտագործելու դեպքում: Ավելի կոշտ ջուրը պիտանի չէ թունդ ընպելիքների պատրաստման համար, քանի որ ջրում լրուծված կալցիումի և մագնիսիումի աղերի լրտեկիությունը սպիրտի հետ խառնելիս նվազում է, և առաջանում է նստվածք, ինչի հետևանքով սպիրտաչքային խառնուրդը դառնում է պղտոր:

Օղու և լիկյորի համի և կայունության վրա ազդում են ջրի աղային կազմը և հիմնայնությունը: Օգտագործվող չփափկեցրած ջրում՝ չոր մնացորդը չպետք է գերազանցի 500 մգ/դմ<sup>3</sup>, հիմնայնությունը՝ ոչ ավելի քան 4,0 մգ<sup>3</sup> 0,1M HCL 100 մգ<sup>3</sup> ջրի համար:

Ալկոհոլային ընպելիքների արտադրության համար լավագույնը փափուկ ջուրն է, որի ընդհանուր կոշտությունը չպետք է գերազանցի 1,5 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup>:

Գարեջրագործության մեջ օգտագործվող ջրի pH-ը պետք է լինի 6,8–7,3-ի սահմաններում, ընդհանուր կոշտությունը՝ 5–6 մգ · էկվ/դմ<sup>3</sup>-ից ոչ ավելի, օրսիդանալիությունը՝ 2 մգ/դմ<sup>3</sup>-ից ոչ բարձր և չոր մնացորդը՝ 600 մգ/դմ<sup>3</sup>-ից ոչ ավելի: Գարեջրի բաց տեսակների համար պահանջվում է ավելի փափուկ ջուր՝ մինչև 1–1,5 մգ · էկվ /դմ<sup>3</sup> ընդհանուր կոշտությամբ:

Ջրի իոնային կազմը չպետք է գերազանցի այն արտադրական միջավայրի pH-ը, որտեղ ընթանում են կենսաբանական պրոցեսները: Ջրի այդ հատկության հուսալի չափորոշիչ է կալցիումի իոնների և ջրի ընդհանուր հիմնայնության հարաբերությունը, որը չպետք է լինի 1-ից ավելա:

## **ԳԼՈՒԽ 3. ԱԾԻԿԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

### **3.1. ՀԱՏԻԿԻ ՄԱՔՐՈՒՄ, ՏԵՍԱԿԱՎՈՐՈՒՄ, ԹՐԶՈՒՄ**

Որոշակի ջերմաստիճանի և խոնավության պայմաններում ծլեցրած հացահատիկն անվանում են ածիկ: Հատիկի արիեստական ծլեցման պրոցեսը կոչվում է ածիկաճեցում: Ածիկաճեցման հիմնական նպատակն է հատիկում կուտակել առավելագույն քանակությամբ ակտիվ ֆերմենտներ, զիսավորապես՝ ամիլոլիտիկ ֆերմենտներից, ածիկում կուտակվում են այդուժեղիտիկ, ցիտոլիտիկ և այլ ֆերմենտներ:

Սպիրտային արտադրության մեջ հատիկային ածիկը ծառայում է որպես հիմնական հումքի օսլայի շաքարացման միջոց, որից ստանում են էրիլ սպիրտը: Գարեջրի արտադրության մեջ ածիկն օգտագործվում է ոչ միայն որպես շաքարացման միջոց, այլ նաև՝ հիմնական հումք գարեջրի արտադրության համար: Ծլեցման համար հատիկը փոխարկվում է կիսամթերքի, որը կոչվում է թարմ ծլեցրած ածիկ: Թարմ ծլեցրած ածիկը չորացնում են, որպեսզի այն կայուն և երկար պահպանվի, և նրա մեջ կուտակվեն բուրավետ և ներկող նյութեր:

Ստացված չոր ածիկն ազատում են ծիլերից և օգտագործում որպես հիմնական հումք գարեջրի արտադրության համար: Ածիկաճեցման համար գարեջրի արտադրության մեջ օգտագործում են գարին և ցորենը:

**Հատիկի մաքրումը և տեսակավորումը.** Հատիկային զանգվածը պարունակում է տարրեր խառնուրդներ, ուստի այդ վիճակով պիտանի չէ պահպանման և ածիկաճեցման համար: Տարրերում են աղբային և հատիկային խառնուրդներ: Առաջին խմբին են պատկանում հանքային խառնուրդները՝ հողը, աղաղը, փոշին, օրգանական խառնուրդները, վայրի բույսերի սերմերը և վնասարար խառնուրդները:

Երկրորդ խմբին են պատկանում ծլած, ջարդած, բորբոսվ և ինքնատաքացումով վնասված հատիկները: Խառնուրդները ոչ միայն օցում են հատիկի որակը, այլ նաև պայմաններ են ստեղծում նրա փշացման համար: Դրա համար պահպանելուց առաջ հատիկային զանգվածը ենթարկում են մաքրման: Հիմնական կուլտուրան խառնուրդներից անջատելու պրոցեսը կոչվում է մաքրում: Տեխնոլոգիական տեսանկյունից կարևոր նշանակություն ունի հատիկների հավասարաչափությունը:

Թրջման ժամանակ միննույն չափերի հատիկները հասնում են նույն խոնավությանը և հավասարաչափ զարգանում ծլեցման ժամանակ: Դրա համար հատիկային զանգվածը տեսակավորում են ըստ չափերի:

Մաքրման ժամանակ հատիկային զանգվածը բաժանվում է երկու ֆրակցիաների՝ հիմնական հատիկային մշակաբույս և խառնուրդներ: Տեսակավորման ժամանակ մաքրու հատիկը բաժանվում է ըստ չափերի: Առաջնային մաքրումից հետո հատիկը հնարավոր է ուղարկել պահպանման: Առաջնային մաքրումը կատարում են օդամաղային զտիչներում: Այս սարքերում հիմնական զանգվածը մաղելով անջատում են խառնուրդներից, որոնց չափերը մեծ կամ փոքր են հիմնական հատիկի չափերից (քար, ավազ, ծղոտ), իսկ հատիկային զանգվածի մեջ մեղելով ողը՝ հեռացնում են փոշին և թերև խառնուրդները:

Հատիկային զանգվածի երկրորդային մաքրման և տեսակավորման համար օգտագործում են մի քանի հաջողաբար տեղավորված մեքենաներ: Օդամաղային զտիչը առանձնացնում է խոշոր, մանր և թերև խառնուրդները, մազնիսական զտիչը բռնում է մետաղական մասնիկները:

**Հատիկի թրջումը.** Ածիկաճեցման համար հատիկը պեստը է լինի օպտիմալ խոնավության: Մինչև 15 % խոնավություն պարունակող հատիկի մեջ ջուրը զտնվում է կապված վիճակում, որը բավական է միայն հատիկի կենսունակությունը պահպանելու համար: 15 %-ից բարձր խոնավության դեպքում հատիկի մեջ առաջանում է ազատ խոնավություն, որն ապահովում է սննդանությունը լուծումը և նրանց տեղաշարժը դեպի սաղմ: Ազատ խոնավության հետ արագանում են կենսաքիմիական պրոցեսները, որոնք կապված են սաղմի կենսագործութեության հետ, ուժեղանում է շնչառությունը, և ակտիվանում է ֆերմենտների գործութեությունը: Այդ խոնավությունը հատիկում առաջանում է արհեստական հագեցման ճանապարհով, այսինքն թրջման հետևանքով: Հատիկի թրջման ժամանակ ջուրն անցնում է հատիկի ծայրերում եղած անցքերով, հիմնականում սաղմի կողմից:

Հատիկի խոնավության բարձրացման հետ զգալիորեն աճում է նրա շնչառության էներգիան: Շնչառության պրոցեսի նորմալ ընթացքը կապված է թրվածնի անընդատ օգտագործման հետ: Զրի մեջ եղած թրվածինը ծախսվելուց հետո կարող է տեղի ունենալ անաերոր շնչառություն, այսինքն հատիկների պաշարային ածխաջրերի անաերոր քայլայում՝ առաջացնելով էրիլ սպիրտ, ածխաբրու զազ և այլ մթերքներ: Անաերոր շնչառության մթերքները, լինելով թջային բույն, ճնշում են նորմալ կենսական պրոցեսները, բերում հյուսվածքների կառուցվածքի քայլայման, ավտոլիզի: Թրջման ժամանակ հատիկի նորմալ շնչառությունն ապահովող միջոցներից է նրա արհեստական աերացիան: Թրջման արագության վրա ազդող գլխավոր գործոն է զրի ջերմաստիճանը: Որքան բարձր է ջերմաստիճանը,

այնքան ավելի արագ է անցնում ջուրը հատիկի մեջ: Զերմաստիճանի բարձրացման հետ աճում են օրգանական կոլիխիների (սպիտակուցի, օսլայի) ուռչելիությունը, զրի դիֆուզիայի արագությունը (մոլեկուլյար շարժման մեծացման և զրի մածուցիկության փորձացման հետևանքով):

Թթվող զրի զերմաստիճանի բարձրացման հետ ուժեղանում է հատիկի շնչառությունը, և տեղի է ունենում նրա մակերեսին գտնվող մանրէների բազմացում: 12–14°C ջերմաստիճանը համարվում է զարու թթված համար օպտիմալ (ավելի ցածրի դեպքում արգելակվում է սաղմի զարգացումը, իսկ ավելի բարձրի դեպքում մանրէներ են զարգանում): Թթված արագությունը կախված է նաև հատիկի չափերից: Խոշոր հատիկի համար ավելի երկար թթված ժամանակ է պահանջվում: Զրի կանումն ընթանում է անհավասարաչափ: Սկզբից համեմատաբար արագ, այնուհետև կտրուկ դանդաղում է: Եթե խոնավությունը հատիկում հասնում է 40 %-ի, զրի ներբափանցումը հատիկի մեջ զգալիորեն դանդաղում է: Այսպես, օրինակ, 24, 48, 72, 96 ժամ թթվելու դեպքում խոնավությունն աճում է համապատասխան 39, 43, 45, 47 %-ով: Դրա համար սպիտակին արտադրության մեջ զարու, աշորայի թթվումը դադարեցնում են 38–40 % խոնավության դեպքում, իսկ կորեկինը՝ 33–35 %:

Ծիցման ժամանակ դրա անհրաժեշտ խոնավությանը հասնելու համար հատիկը ջրում են: Հատիկի ծավալը թթված ժամանակ մեծանում է մոտ 45 %-ով: 100 կգ հատիկը թթվելուց հետո կշռում է մոտ 148 կգ (100–145 լ ըստ ծավալի), հատիկի մակերեսից թթվող զրի մեջ են անցնում կեղոստվածությունները: Բարենպաստ պայմաններ է ստեղծվում հատիկի մակերեսին գտնվող մանրէների զարգացման համար, որն իր հերթին հանգեցնում է թթվածի կորսափի: Դրա համար հատիկի թթված սկզբնական շրջանում այն անհրաժեշտ է լավ լվանալ և ենթարկել ախտահանման: Որպես ախտահանող միջոցներ օգտագործում են քլորակիրը, չհանգած կիրը, ջրածնի պերօքսիդը, կալիումի պերմանգանատը: Զրի կոշտության մեծացման հետ թթված տևողությունը մեծանում է: Նպատակահարմար է օգտագործել մինչև 7 մգ · կվ/դմ<sup>3</sup> կոշտություն ունեցող ջուր:

Գարին և մյուս հատիկները պարունակում են նյութեր, որոնք արգելակում են շնչառական ֆերմենտների գործունեությունը, հետևաբար դադարեցնում են ծեցումը: Դրանք դեղին գույնի պիզմենտներ են և պատկանում են ֆլավոնային գլուկոզիներին: Թթված ժամանակ այս նյութերն անցնում են զրի մեջ՝ ներկելով այն բաց-դեղնավուն գույնի: Այդ նյութերը հեռացնելու համար անհրաժեշտ է ջուրը մոտ 5–6 անգամ փոխել:

Ծլեցման համար կարևոր է թրջման աստիճանը: Հատիկը պետք է կլանի ջուր, ոչ ավելի, քան ինչքան կլանում է հողի մեջ բնական ծլեցման ժամանակ: Բնական պայմաններում (հողի մեջ ծլեցման դեպքում) օսմոտիկ պրոցեսները պահպանում են ջրի քանակությունը անհրաժեշտ սահմաններում: Արեւստական թրջման ժամանակ այդ կարգավորող գործոնը քացակայում է, և հատիկը կարող է ջուր կլանել ավելի շատ, քան պահանջվում է: Այս դեպքում տեղի են ունենում հետևյալ անցանկալի երևոյթները՝ քայլայվում է սերմնային քաղանքը՝ կորցնելով կիսաթափանցելիորպես, ջրից հատիկի մեջ են անցնում աղերը, և սաղմը մահանում է: Հետևաբար անհրաժեշտ է ժամանակին դադարեցնել թրջման պրոցեսը:

Կախված թրջման համար կիրառվող ջրի ջերմաստիճանից՝ տարբերում են սառը, սովորական, գոլ և տաք թրջում: Սառը թրջման համար օգտագործում են  $10^{\circ}\text{C}$ -ից ցածր ջերմաստիճան ունեցող ջուր, գոլի դեպքում՝  $20\text{--}40^{\circ}\text{C}$  և տաքի համար՝  $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$ : Համեմատաբար ավելի շատ է տարածված սովորական թրջումը: Գոլ ջուրը օգտագործում են ճմուսն ամիսներին թրջման պրոցեսն արագացնելու համար: Տաք թրջումն օգտագործում են միայն գոլի կամ սովորականի հետ (կոմբինացված):  $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճան ունեցող տաք ջրով կարճատև թրջումը ( $10\text{--}15$  րոպե) նպաստում է հատիկի լավ մաքրմանը և կրծատում է ածիկանցման ժամկետը: Հատիկի թրջման ժամանակակից եղանակներից են՝ օդաջրային, ջրի և օդի անընդհատ հոսքում, ոռոգման և օդառողջման եղանակները:

*Օդաջրային թրջման* ժամանակ հատիկը պարբերաբար գտնվում է մեկ ջրի մեջ, մեկ՝ առանց ջրի (օդային թրջում): Այս դեպքում հաշվի են առնում օդի թթվածնի կարևոր նշանակությունը, որպես հատիկի ծլեցման էներգիայի ակտիվատոր: Նրա համար օդը մղում են ինչպես հատիկը ջրի մեջ գտնվելիս, նաև ջուրը հեռացնելուց հետո: Թթվող հատիկի լավ աերացիան արագացնում է ջրի կլանումը և նրա ծլեցումը:

Հատիկի թրջումը ջրի և օդի անընդհատ հոսքում բնորոշվում է նրանվ, որ թրջման ապարատի մեջ անընդհատ տրվում է օդով նախօրոք հագեցած ջուր, որը և ապահովում է թթվածնի այն մինիմալ հոսքը, որն անհրաժեշտ է հատիկի նորմալ կենսագործունեության համար:

*Ոռոգման թրջումն* ապահովում է օդի թթվածնի անընդհատ և հավասարաչափ մատակարարումը: Այս դեպքում հատիկի մակերեսն անընդհատ մինչև թրջման ավարտը ոռոգվում է փոխեացրած ջրով, որն անցնում է հատիկային զանգվածի միջով և հեռացվում կոյուղի: Այսպիսով, հատիկը ան-

ընդհատ ենթարկվում է աերացիայի, և բարենպաստ պայմաններ են ստեղծվում սաղմի զարգացման համար:

*Օդառողջման թրջումը* կոնդրինացված եղանակ է, որի դեպքում հատիկը պարբերաբար ռոռոգում են ջրով և միջրջային տարածություններում հեռացնելու միջոցով ստեղծում հաստատուն աերոր պայմաններ շնչառության համար: Այս եղանակով մշակելիս հատիկը 15 րոպե ռոռոգում են ջրով, ապա քամիարի կամ վակուում պոմպի միջոցով ապարատի ներքեկի մասից 15 րոպե հեռացնում են օդը: Դրանից հետո թողնում են 1 ժամ: Այդ հաջորդականությամբ կրկնում են այնքան ժամանակ, մինչև հատիկը հասմի պահանջվող խոնավության: Գարեջրային ածիկի արտադրության համար գարու խոնավությունը պետք է լինի 42–48 %:

Սպիրտային արտադրության մեջ հացահատիկային մշակարույսերի թրջման տևողությունը համեմատաբար կարճ է: Գարու, ցորենի, վարսակի համար՝ 18–20 ժամ, աշորայի համար՝ 12–14 ժամ: Թթջումը կատարում են 15–20°C ջերմաստիճան ունեցող ջրով մինչև 38–40 % խոնավություն:

### 3.2. ՀԱՏԻԿԻ ԾԼԵՑՈՒՄ

Ածիկամեցման ժամանակ ծլեցվող հատիկում տեղի են ունենում նույն ֆիզիոլոգիական և կենսաքիմիական փոփոխությունները, ինչպես և հողում հատիկի բնական ծլեցման ժամանակ: Եթե հատիկը կլանել է բավական քանակությամբ ջուր, և թթվածնի քանակն ու ջերմաստիճանը նպաստավոր են, ապա սաղմը բաքնված վիճակից անցնում է ակտիվ կյանքի:

Ծլեցման ժամանակ սաղմը սննդանյութերի պահանջ է զգում: Ծլեցման սկզբում օգտագործվում են սաղմում փոքր քանակություններով գտնվող ջրալույթ նյութերը, ապա հատիկի պաշարային նյութերը: Ակտիվ ֆերմենտների գոյացման և նոր հյուսվածքների սինթեզի համար անհրաժեշտ էներգիան անջատվում է շնչառության ընթացքում: Ածիկամեցումը բնութագրվում է հատիկի վեգետատիվ մասերի՝ սաղմնային տերևիկի և արմատիկի աճմամբ: Կախված պայմաններից՝ շնչառությունը կարող է լինել աերոր և անաերոր:

Ծլեցման վրա ազդող հիմնական գործոններն են՝ ջերմաստիճանը, խոնավությունը և օդի առկայությունը: Ավելի մեծ ազդեցություն ունի ջերմաստիճանը: Ջերմաստիճանի 1°C աստիճանով բարձրացումն ավելացնում է շնչառության ինտենսիվությունը 10 %-ով:

Օպտիմալ ջերմաստիճանն ընտրում են՝ կախված հատիկային մշակաբույսի տեսակից և քիմիական կազմից: Օրինակ, գարին որպես կանոն, ծլեցնում են սառը ուժիմում՝  $13\text{--}17^{\circ}\text{C}$ , բայց սպիտակուցի բարձր պարունակության տրտերն ավելի լավ է ծլեցնել՝  $20\text{--}23^{\circ}\text{C}$ , կորեկը՝  $25\text{--}28^{\circ}\text{C}$ :

Օպտիմալ խոնավության նշանակությունները նույնական տարբեր են՝ աշորայի ծլեցման համար ավելի հարմար է  $48\text{--}50\%$  խոնավությունը, գարունը՝  $43\text{--}46\%$ , կորեկինը՝  $42\text{--}43\%$ :

Ծնչառության իմտենափությունը կախված է նաև աերացիայից: Ծլեցման առաջին շրջանում, երբ տեղի է ունենում ֆերմենտների կուտակում, հատկապես անիրաժեշտ է թթվածնի հոսքը: Լավ որակի ածիկ ստանալու համար  $\text{CO}_2$ -ի պարունակությունն օդում չպետք է գերազանցի 20% ից:  $\text{CO}_2$ -ի ավելի բարձր պարունակության դեպքում հատիկի նորմալ շնչառությունը դադարում է, սաղմի կենսունակություններից, խոնավապարունակությունից և հատիկի քիմիական կազմից:

Ֆերմենտների ակտիվությունը և կենսաքիմիական այրոցեսների խորությունը ծլող հատիկում կախված են ջերմաստիճանից և ածիկաճեցման տևողությունից, սորտային առանձնահատկություններից, խոնավապարունակությունից և հատիկի քիմիական կազմից:

Ածիկը շաբաթեցնող միջոց է սպիրտային արտադրությունում, և նրա որակը որոշվում է հիմնականում ամիլոլիտիկ ակտիվությամբ:  $14\text{--}16^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում երկարատև (մինչև 16 օր) ածիկաճեցումն ապահովում է ամիլոլիտիկ ֆերմենտների և դեքստրինազայի մաքսիմալ կուտակումը: Կարճատև ածիկաճեցման ժամանակ ստացված ածիկի դեքստրինազայի քանակը բավարար չէ օպայի լրիվ չափով քայլայման համար: Դրա համար սպիրտի գործարաններում ածիկաճեցման տևողությունը գարու համար ընդունված է 10 օր, վարսակի՝  $10\text{--}12$  օր, աշորայի՝  $7\text{--}8$  օր, կորեկի՝  $5\text{--}6$  օր: Կորեկը ծլեցնում են  $25\text{--}28^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում: Անիրաժեշտ խոնավությունը պահպանելու համար ծլեցվող հատիկը որոգում են ջրով: Գարու և վարսակի խոնավությունը կազմում է  $44\text{--}45\%$ , աշորայինը, ցորենինը և կորեկինը՝  $40\text{--}42\%$ :

Գարեջրի արտադրությունում բաց տեսակի գարեջուր ստանալու համար ածիկաճեցման ջերմաստիճանը չպետք է գերազանցի  $18^{\circ}\text{C}$ -ից: Մուգ գարեջրի համար բույլատրվում է ավելի բարձր ջերմաստիճան, բայց  $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$ -ից ոչ ավելի: Տևողությունը բաց ածիկների համար՝ 7 օր է, մուգերի համար՝ 9 օր: Մուգ ածիկի ստացման ժամանակ տեղի է ունենում ածխացրերի և սպիտակուցների ավելի խորը ֆերմենտատիվ քայլայում:

**Ածիկաճեցման համար կիրառում են հետևյալ եղանակները՝ կայսյին և պնևմատիկ:**

**Կալային ածիկաճեցում.** Կալային ածիկարանը հարթ ասֆալտեալատ կամ ցեմենտացված հատակով փակ շինություն է: Թրջած հատիկը լցնում են լվացած և ախտահանած հատակին բարակ շերտով (25–30 սմ) և ծլեցնում 10–12°C-ի պայմաններում, բայց 18°C-ից ոչ ավելի: Օդի թթվածնի մատուցման և պահանջվող ջերմաստիճանի պահպանման համար հատիկը պարբերաբար խառնում են:

Բաց ածիկի ծլեցման տևողությունը կազմում է 7–8 օր, իսկ մուգ ածիկի համար՝ 9 օր: Այս եղանակը պահանջում է աշխատանքի զգալի ծախսեր, ամռանը դժվար է կարգավորել ածիկի ջերմաստիճանը:

**Պնևմատիկ ածիկաճեցում.** Պնևմատիկ ածիկաճեցման ժամանակ ծլեցվող հատիկի բարձր շերտի միջով մղում են որոշակի ջերմաստիճան ունեցող մաքուր և խոնավացրած օդ: Խոնավությունը պետք է լինի 98–100 %, իսկ ջերմաստիճանը՝ 2–3°C ցածր խովացվող հատիկի ջերմաստիճանից: Այս դեպքում ապահովում է օդի թթվածնի մուտքը, ածխածնի դիօքսիդի հեռացումը և կարգավորվում է ջերմաստիճանը: Պնևմատիկ ածիկարանները լինում են արկղային և թմրուկային:

**Ստատիկ ածիկաճեցում.** Այս եղանակի եռթյունը նրանում է, որ միևնույն ապարատում իրականացվում են հատիկի թրջման և ծլեցման պրոցեսները, երբեմն նաև՝ ածիկի չորացումը:

### **3.3. ԱԾԻԿԻ ՉՈՐԱՑՈՒՄ, ՉՈՐ ԱԾԻԿԻ ՄՇԱԿՈՒՄԵՎ ՊԱՀՊԱՆՈՒՄ**

Թարմ ծլած ածիկն ունի բարձր խոնավություն՝ 42–45 %, և պիտանի չէ պահպանման համար: Դրա համար այն չորացնում են: Չորացման ժամանակ ոչ միայն հեռացվում է խոնավությունը, այլև փոխվում է նրա համը, հոտը, գույնը, քիմիական կազմը: Կախված տաքացման եղանակից և չորացման մաքսիմալ ջերմաստիճանից՝ տարբերում են ածիկի բաց և մուգ տեսակներ:

Զրային լուծույթներում 60°C-ի պայմաններում ֆերմենտների ակտիվությունը պակասում է, իսկ 70–80°C ջերմաստիճանում մի քանի րոպե պահելիս նրանք լրիվ ենթարկվում են ինակտիվացման: Հետևաբար, որքան բարձր է ածիկի խոնավությունը, այնքան արագ է տեղի ունենում ֆերմենտների ինակտիվացումը: Չորացման ժամանակ պետք է ձգտել հնարավորինս պահպանել ֆերմենտների քանակը: Եթե բաց ածիկի չորացման

Ժամանակ 40°C ջերմությունը բույլատրելի է 30 % խոնավություն ունեցող հատիկի համար, ապա 50°C-ի դեպքում խոնավությունը պետք է իջեցվի մինչև 12%, 60°C-ի դեպքում՝ մինչև 8 %: Մուգ ածիկը չորացնում են ավելի բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում: Սակայն վերջնական ջերմաստիճանը չպետք է գերազանցի 105°C-ից (քայլայվում են ֆերմենտները):

Բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում շատ խոնակ ածիկը չորացնելիս ստանում են այսպես կոչված ապակենման ածիկ: Դա բացատրվում է նրանով, որ 60°C-ին մոտ տեղի է ունենում օսլայի շրեշացում, ինչը հետագայում տարացնելիս ստեղծում է պինդ զանգված: Ապակենման ածիկը դժվար է մանրացվում, վատ է լուծվում և տալիս է էքստրակտի ցածր ելք: Ածիկի չորացման պրոցեսը բաժանվում է 2 շրջանի՝ ջրազրկում և ածիկի տարացում: Առաջին շրջանում խոնավությունը արագ և հեշտությամբ պակասում է մինչև 10–8 %: Չորացման երկրորդ շրջանում խոնավությունը պակասում է մինչև 4–2,5 %, պրոցեսն ընթանում է ավելի դանդաղ, քանի որ խոնավությունը ամուր կապված է հատիկի կողոփոխ մասնիկների հետ: Ածիկում կատարվող պրոցեսների հետ կապված՝ տարբերում են չորացման 3 փուլ՝ ֆիզիոլոգիական, ֆերմենտատիվ և քիմիական:

**Ֆիզիոլոգիական փուլ.** հատիկի մինչև 45°C հասնելու փուլն է: Հատիկում ընթանում են ֆերմենտատիվ պրոցեսներ, շարունակվում է տերևիկի և արմատիկի աճը: Ածիկի խոնավությունը պակասում է մինչև 30 %: 45°C-ի դեպքում աճը, այսինքն սինթետիկ պրոցեսները, դադարում են, սակայն հիդրոլիտիկ, ֆերմենտատիվ պրոցեսները շարունակվում են:

**Ֆերմենտատիվ փուլ.** 45–70°C-ի պայմաններում կենսական պրոցեսները կանգ են առնելու, հատիկի աճը և շնչառությունը դադարում է: Ֆերմենտատիվ, հիդրոլիտիկ պրոցեսները զարգանում են արագ, քանի որ 45–60°C ջերմությունը հիդրոլիտիկ ֆերմենտների օպտիմումն է: Սակայն ֆերմենտների ազդեցությունը հիմնականում կախված է ջրի պարունակությունից: Այդ պատճառով մուգ ածիկում, որը պարունակում է այս փուլում 20–30 % ջուր, ֆերմենտները դեռ շատ ակտիվ են: Բաց ածիկում մնում է 10 % ջուր և ֆերմենտների գործունեությունն աննշան է:

**Քիմիական փուլ.** Ջերմաստիճանը հասնում է 70–105°C-ից: 75°C-ից բարձրի դեպքում բոլոր ֆերմենտատիվ պրոցեսները դադարում են, քանի որ ֆերմենտները մասամբ ենթարկվում ինակտիվացման, իսկ մասամբ էլ ենթարկվում են աղտորքիայի՝ հատիկի կողոփոխների կողմից և անցնում ոչ ակտիվ վիճակի: Սակայն պրոցեսները ենթարկվում են կոսագուացիայի:

Ածիկի չորացման համար օգտագործում են տարբեր ընդհատ և անընդհատ գործող ածիկաշորանցներ: Որպես չորացնող ագենտ օգտա-

գործում են կամ կալորիֆեհներում տաքացրած նաքուր օդը, կամ սառը օդի և զագերի խառնուրդը:

Կալորիֆեհներով չորանոցները կոչվում են օդային, իսկ խառնուրդով աշխատողները՝ անմիջապես տաքացումով չորանոցներ:

**Չոր ածիկի մշակումը և պահպանումը.** Չոր ածիկը անպայման ազատում են ծիլերից, որոնք կարող են գարեջրին հաղորդել անդուր համ: Ծիլերը հեռացնում են հատուկ մեքենաների օգնությամբ անմիջապես չորացնելուց հետո, քանի որ բարձր հիգրոսկոպիկության հետևանքով նրանք արագ կրցնում են սկզբնական փիլունությունը և դժվարությանը են անջատվում: Ծիլերը հեռացնելուց հետո ածիկը կշռվում և տրվում է պահեստարան: Ածիկը, ինչպես և հատիկը, պահպանում են ամբարներում և էլեվատորներում: Ածիկի պահպանումը աշտարակներում ավելի արդյունավետ է, քանի որ շփման մակերեսն օդի հետ փոքր է, և ածիկի խոնավությունը աննշան է փոխվում:

Թարմ չորացրած ածիկը պիտանի չէ վերամշակման համար, քանի որ տալիս է մանր աղացվածք և վատ ֆիլտրվող քաղցու, երբեմն էլ շաքարացվում է անբավարար չափով, ինչը կարող է վատ խնդրման և կոլորիտ պիտորման պատճառ դառնալ: Դրա համար ածիկը մինչ վերամշակումը պահում են 3–4 շաբաթ: Պահպանման ընթացքում ածիկի խոնավությունը բարձրանում է մինչև 5–6 %: Նրա մեջ տեղի են ունենում ֆիզիկա-քիմիական փոփոխություններ: Հատիկի պարունակությունը աստիճանաբար ուղղում է, մեծանում է հատիկի ծավալը, ալրային նարմինը կորցնում է իր փիլունությունը: Մեծանում է լուծվող ազոտային և հանքային նյութերի քանակությունը, բարձրանում է տիտրվող թթվությունը, զգալիորեն աճում է ածիկի ամիլոխիտիկ ակտիվությունը: Այս փոփոխությունները բնորոշում են ածիկի հասունացման պրոցեսը:

Արտադրական գործընթացը սկսելուց առաջ չոր գարեջրային ածիկն անցկացնում են փայլեցնող մեքենայի միջով փոշին և ծիլերի մնացորդները հեռացնալու համար: Հատիկի մակերեսը դառնում է փայլուն, այն ձեռք է բերում մաքուր համ:

### **3.4. ԳԱՐԵԶՐԱՅԻՆ ԱԾԻԿԻ ՈՐԱԿԸ ԲՆՈՐՈՇՈՂ ՀԻՄՆԱԿԱԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՉՆԵՐԸ**

Գարու ածիկը պետք է ունենա բաց դեղին կամ հավասարաչափ դեղին գործառնում, ածիկին հատուկ, լավ արտահայտված բուրմունք և քաղցրավուն համ: Մուգ ածիկի համար բնորոշ է ինտենսիվ ածիկային

բուրմունքը: Ածիկի բնաքաշը (11-ի կշիռը տատանվում է 480–600 գ/լ) կախված է զարու որակից, ածիկաճեցման տևողությունից և տարրալուծման աստիճանից:

1000 հատիկի զանգվածը (բացարձակ զանգված) բնորոշում է ածիկում տեղի ունեցող ֆերմենտատիվ պրոցեսների խորությունը: Որքան շատ է փխրեցված ածիկը, այնքան փոքր է 1000 հատիկի զանգվածը: Սովորաբար այն գտնվում է 28–38 գ-ի սահմաններում ըստ օդաչոր նյութերի և 25–35 գ՝ չոր նյութերի հաշվով:

Ածիկի լուծելիության ցուցանիշը է ալրայնությունը: Բաց ածիկի ալրային հատիկի պարունակոիթյունը պետք է լինի 94 %-ից ոչ պակաս, մոտակա ածիկինը՝ 96 %-ից: Անմիջապես չորացումից հետո ածիկի խոնավությունը կազմում է 3–4 %, բայց ծիկերի հեռացումից և պահպանումից հետո նրա խոնավապարունակությունը հասնում է 5–6 %-ի:

Եքստրակտիվությունը բնութագրում է ածիկի չոր նյութերի այն պարունակությունը, որը որոշակի պայմաններում կարող է անցնել լուծույթի մեջ: Ածիկի եքստրակտիվությունը տատանվում է 70–80 %-ի սահմաններում՝ վերահաշվարկված չոր նյութերի:

Եքստրակտիվության հետ է կապված՝ ածիկի որակի կարևոր ցուցանիշ՝ շաքարացման տևողությունը: Այն արտահայտվում է շաղախի լրիվ շաքարացման համար անհրաժեշտ ժամանակով՝  $70^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում (րոպեներով): Հաշվարկը կատարում են այդ ջերմաստիճանին հասնելու պահից: Բաց ածիկի շաքարացման տևողությունը կազմում է 10–25 րոպե:

Ածիկի միջին քիմիական կազմը (%-ով ըստ չոր նյութերի) այսպիսին է. օսլա՝ 58, շաքարներ՝ 4, սախարոզա՝ 5, լուծելի պենտոզաններ՝ 1, անլուծելի պենտոզաններ և հեքսոզաններ՝ 9, բաղանքանյութ՝ 6, ազոտ պարունակող նյութեր՝ 10 (անլուծելի՝ 3, լուծվող՝ 5), կուազուլացվող ազոտ պարունակող նյութեր՝ 0,7–1,0, ճարագ՝ 2,5, հանքային նյութեր՝ 2,5: Բացի թրանից ածիկը պարունակում է ինողիտի, ներկող, դարադային և դառը նյութերի փոքր քանակություններ:

Հիդրոլազների խմբի ֆերմենտներից ածիկում պարունակվում են ա-ամիլազա, բ-ամիլազա, պրոտեինազներ, պեպտիդազներ, ֆիտազա, ցիտազա, ամիլոֆուֆատազա: Դրանցից պեպտիդազները, ցիտազան և ֆիտազան ավելի զգայում են բարձր ջերմաստիճանների նկատմամբ, ինչի հետևանքով պահպանվում են միայն թույլ չորացված ածիկում:

### **3.5. ԲԱՑ ԵՎ ՍՈՒԳ ԱԾԻԿԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԱՊԱՇԱՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ. ԱԾԻԿԻ ՀԱՏՈՒԿ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ**

Գարեջրի արտադրության համար արտադրվում է երկու տեսակի ածիկ՝ բաց և մուգ: Դրանց հիմնական որակական տարրերություններն են՝ բուրմունքը, համը և գույնը, որոնք ի հայտ են զալիս չորացման ընթացքում: Բուրավետ և ներկող նյութերի գոյացման համար անհրաժեշտ նյութերի կուտակումը հիմնականում տեղի է ունենում զարու ածիկաճեցման ժամանակ:

Սուգ ածիկի արտադրության համար՝ ածիկաճեցման ժամանակ, անհրաժեշտ է կուտակել ամինաքրուների և շաքարների մեծ քանակություն: Դրա համար ընտրում են սպիտակուցի բարձր պարունակությամբ զարի: Այն թրջում են մինչև 45–47 % խոնավությունը: Առաջին օրերին ծլեցումը կատարում են 15–17°C ջերմաստիճանում, ապա թույլատրվում է ջերմաստիճանի բարձրացում մինչև 22–23°C: Ածիկաճեցման տևողությունը 8–9 օր է: Չորացումն իրականացնում են 48 ժամվա ընթացքում 100–105°C մաքսիմալ ջերմաստիճանի պայմաններում:

Բաց ածիկը պետք է ունենա բարձր ֆերմենտատիվ ակտիվություն, էնդոսպերմի լավ լուծելիություն, ամինաքրուների և շաքարների չափավոր քանակ: Դրա համար օգտագործում են սպիտակուցի ցածր պարունակությամբ լավ ծլեցվող զարի: Այն թրջում են մինչև 42–46 % խոնավությունը: Ծլեցումն իրականացնում են հնարավոր ցածր ջերմաստիճանի (13–18°C սահմաններում) և լավ աերացիայի պայմաններում: Տեղի է ունենում ֆերմենտների ինտենսիվ կուտակում, սպիտակուցների և պոլիսախարիդների չափավոր քայլացում, ինչի հետևանքով ամինաքրուների և շաքարների ավելցուկի կուտակում չի լինում: Չորացման ժամանակը չպետք է գերազանցի 24 ժամից: Չորացման ավարտին մաքսիմալ ջերմաստիճանը հասնում է 80–85°C-ի:

**Ածիկի հատուկ տեսակներ.** Գարեջրի արտադրության համար օգտագործում են նաև ածիկի հետևյալ տեսակները՝ կարամելային, այրած, բարձր ակտիվություն ունեցող (դիաֆարին) և ցորենի:

**Կարամելային ածիկ.** Կարամելային ածիկ ստանալու համար բարձր ծլեցրած ածիկը ենթարկվում է ջերմային մշակման անընդհատ գործող սարքում: 42–46 % խոնավություն ունեցող ածիկը տարացվում է 1 ժամ 50°C ջերմաստիճանում: Դրանից հետո 44–45 % խոնավությամբ ածիկը դանդաղ

տաքացնում են մինչև  $70^{\circ}\text{C}$  և պահում այդ ջերմաստիճանում 1 ժամ: Ապա ածիկը խոնավացնում են գոլորշիով մինչև 50–55% և պահում  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում 1 ժամ, և ուղարկում շրացման  $120$ – $145^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում: Բովումից հետո կարամելային ածիկն արագ հովացնում են մետաղական մատի վրա և ուղարկում պահպանման:

### **Բարձր ֆերմենտային ակտիվություն ունեցող ածիկ (դիաֆարին).**

Այդ ածիկն ունի բարձր ֆերմենտային ակտիվություն, կիրառում են գարեջրային քաղցուի արտադրության ժամանակ, երբ օգտագործվում է շածիկացված մթերքի մեծ քանակություն:

Բարձր ակտիվություն ունեցող ածիկը պատրաստում են 97 %-ից ոչ պակաս ծլունակություն ունեցող գարուց: Հատիկը թրջում են  $10$ – $12^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճան ունեցող ջրով, 72 ժամվա ընթացքում, մինչև  $43,5$ – $47\%$  խոնավությունը:

Ածիկանեցումն իրականացնում են ցածր ջերմաստիճանում ( $15$ – $16^{\circ}\text{C}$ ),  $8$ – $9$  օրվա ընթացքում: Թարմ ծլեցրած ածիկը բարակ շերտով տեղադրում են չորանոցի մեջ: Ջերմաստիճանը դանդաղ բարձրացնում են ածիկի ուժեղ աերացիայի պայմաններում: Ածիկի լիազորացումը կատարում են  $50^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում 5 ժամվա ընթացքում, մինչև ածիկի խոնավապարունակությունը հասնի  $4$ – $6\%$ -ի:

**Այրած ածիկ.** Գարեջրի մուգ տեսակին բնորոշ գույն և յուրահատուկ համ հաղորդելու համար օգտագործում են այրած ածիկ: Այրած ածիկը պատրաստում են չոր բաց ածիկից: Բովման թմբուկը լցնելուց առաջ ածիկը նախապես խոնավացնում են  $70^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճան ունեցող ջրով:  $12$ – $14\%$  խոնավություն ունեցող ածիկը լցվում է թմբուկի մեջ և  $30$  րոպեի ընթացքում ջերմաստիճանը բարձրացվում է մինչև  $160$ – $170^{\circ}\text{C}$ :  $1,5$  ժամից ջերմաստիճանը դանդաղ բարձրացնում են մինչև  $220^{\circ}\text{C}$  և պահում ածիկն այդ ջերմաստիճանում մինչև անհրաժեշտ գունավորում ստանալը: Կարամելային և այրած ածիկները պետք է ազատվեն ծիլերից, քանի որ դրանց առկայությունը զգալի չափով ազդում է գարեջրի բուրավետության և համի վրա:

**Ցորենի ածիկ.** Այս ածիկն օգտագործում են բաց գարեջրի արտադրության համար: Հատիկը թրջում են  $14$ – $16^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճան ունեցող ջրում,  $25$ – $30$  ժամվա ընթացքում: Հատիկի ծլեցումը տեղի է ունենում  $16$ – $18^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում,  $4$ – $5$  օրվա ընթացքում: Թարմ ծլեցրած ածիկը չորացնում են  $45$ – $75^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում,  $20$ – $25$  րոպեի ընթացքում՝ մինչև  $5$ – $7\%$  խոնավությունը:

## **ԳԼՈՒԽ 4. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ**

### **4.1. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏ, ՀԻՄԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆԵՐԸ**

Էթիլ սպիրտն ունի լայն կիրառություն: Թողարկում են սննդային և տեխնիկական էթիլ սպիրտ: Սննդային սպիրտը ստանում են հատիկից, կարտոֆիլից, մելասից, շաքարի ճակնդեղից: Սպիրտն օգտագործում են լիկյորի և օղու ընպելիքների, խաղողի և հատապտղային գինիների պատրաստման համար, ինչպես նաև օծանելիքի արտադրության և մի շարք բժշկական պատրաստուկների արտադրություններում:

Տեխնիկական սպիրտը ստանում են էթիլն պարունակող գազերից (սինթետիկ սպիրտ), փայտանյոթից (հիդրոլիզային և սուլֆիտային սպիրտ): Տեխնիկական սպիրտն օգտագործում են որպես ելակետային նյութ հետագա սինթեզի համար և որպես լուծիչ սինթետիկ կառուզովի, սինթետիկ մանրաթելի, արհեստական մետաքսի, արհեստական կաշվի, օրգանական ապակո, պայրոցիկ և բունավոր նյութերի, լաքերի և ներկերի արտադրության մեջ: Բացի դրանց սպիրտն օգտագործում են որպես վառելիք՝ ներքին այրման շարժիչների համար և անտիֆրիզ (ցածր ջերմաստիճանի պայմաններում չառնեցվող հեղուկներ) պատրաստելու համար:

Գինեգործության մեջ էթիլ սպիրտը կիրառում են գինենյութի խմորումը որոշակի շրջանում դադարեցնելու համար, որպեսզի պահպանվի, նրա մեջ շաքարի այս կամ այն պարունակությունը, նաև նրա թնդությունը և կայունությունը բարձրացնելու համար: Սպիրտն անհրաժեշտ է սպիրտավորված հյութերի, սինթետիկ էտենցիաների պատրաստման համար, որոնք կիսաֆարբիկատներ են լիկյորի և օղու ընպելիքների, մրգային ջրերի և սեղանի քացախի արտադրության ժամանակ: Սպիրտի արտադրության ընթացքում առաջացած թափոններն օգտագործվում են հացարիսման և կերային խմորասնկերի ստացման համար:

**Էթիլ սպիրտի հիմնական հատկությունները.** Էթիլ սպիրտը՝  $C_2H_5OH$ , յուրահատուկ հոտով և համով անգույն հեղուկ է: Ծիմիապես մաքուր էթիլ սպիրտն ունի չեղոք ռեակցիա: Արդյունաբերական ճանապարհով ստացվող էթիլ սպիրտը պարունակում է փոքր քանակությամբ օրգանական թթուներ, դրա համար նրա ռեակցիան սովորաբար բույլ թթվային է:

Սպիրտը և նրա խիտ ջրային լուծույթները բոցավառվում են: Սպիրտի գոլորշիները վնասակար են մարդու օրգանիզմի համար, դրանց բույլաստրելի սահմանային կոնցենտրացիան է 1 մգ/լ է, բունավորինը՝ 16 մգ/լ:

Սպիրտի եռման ջերմաստիճանը նորմալ ճնշման պայմաններում  $78,3^{\circ}\text{C}$  է, սառեցման ջերմաստիճանը՝  $-114^{\circ}\text{C}$ , գոլորշիացման թաքնված ջերմությունը  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում՝  $910$  կգ/կգ, տեսակաբար խտությունը՝  $d_{20}^{20} = 0,79067$ ,  $d_4^{20} = 0,78927$ :

Սպիրտի ծավալային ընդլայնման գործակիցը մոտ 5 անգամ ավել է և հավասար է միջին հաշվով՝  $0,0011$  ( $0\text{--}30^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանների պայմաններում):

Եթիլ սպիրտը շատ հիգրոսկոպիկ է, այն խոնավություն է կլանում օղից, նաև բուսական և կենդանական հյուսվածքներից, որի հետևանքով նրանք քայլայվում են:

Սպիրտը խառնվում է ջրի հետ ցանկացած հարաբերություններով: Այդ ընթացքում անջատվում է ջերմություն և խառնուրդի ջերմաստիճանը բարձրանում է:

Սպիրտի կամ սպիրտաջրային լուծույթի թնդություն է կոչվում նրա մեջ ջրազորկ սպիրտի տոկոսային պարունակությունը: Թնդությունը արտահայտում են կշռային կամ ծավալային տոկոսներով: Կշռային տոկոս է կոչվում սպիրտի քանակը գրամներով 100 գր լուծույթի մեջ: Ծավալային տոկոս է կոչվում սպիրտի ծավալի քանակը միլիլիտրերով 100 մլ լուծույթի մեջ: Սպիրտի պարունակությունը սպիրտաջրային լուծույթներում արտահայտում են ծավալային %-ով նորմալ ջերմաստիճանի պայմաններում ( $20^{\circ}\text{C}$ ):

Սպիրտաջրային լուծույթի ծավալն արտահայտում են լիտրերով՝  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում: Եթե սպիրտի թնդությունը կազմում է 88 ծավ.%, ապա նշանակում է, որ 100 լ սպիրտի մեջ պարունակում է 88 լ ջրազորկ սպիրտ:

## 4.2. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱՇՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՕՎԼԱ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՀՈՒՄՔԻՑ

### 4.2.1. ԲՈՒԽԱԿԱՆ ՀՅՈՒՄՎԱճՔՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՕՎԼԱՅԻ ԱՐՏԱԶԱՏՈՒՄԸ ՀԱՏԻԿԻՑ ԵՎ ԿԱՐՏՈՖԻԼԻՑ

Հատիկի թաղանքը, էնդոսպերմը և սաղմը ունեն տարրեր կառուցվածք և դրա հետ կապված՝ տարրեր մեխանիկական հատկություններ: Ամենից ամուլը թաղանքն է, քանի որ հիմնականում թաղկացած է թաղանքանյութից, նաև հանքային միացություններից: Էնդոսպերմն՝ ունի նանրա-

հատիկային կառուցվածք և բաղկացած է գլխավորապես օպայի հատիկներով և բարակ պատերով խոշոր քջիջներից:

Միջքջային տարածությունը լցված է սոսնձանյութի սպիտակուցով (գլխադիմ և գլյուտենին սպիտակուցների կոմպլեքսը): Էնդոսպերմի ներքին շերտն ավելի հարուստ է օպայով և աղքատ՝ սպիտակուցով: Ալրային էնդոսպերմով հատիկը մանրացնելիս միջանկյալ սպիտակուցը հեշտությամբ անջատվում է՝ ազատելով օպայի հատիկները: Եթե մանրացնում են ապակենման էնդոսպերմով հատիկը, ապա միջանկյալ սպիտակուցը քայլայվում է նրա մեջ եղած օպայի հատիկների հետ միասին:

Էնդոսպերմը շրջապատված է ալեյրոնային շերտով, որի քջիջները պարունակում են սպիտակուցային և հանքային նյութեր և ճարպ: Ալեյրոնային շերտի քջիջներն աղալու ժամանակ չեն քայլայվում: Այսպիսով, հատիկի բաղադրիչ տարրերը օժտված են բարձր մեխանիկական ամրությամբ: Հատիկի մեխանիկական հատկությունները զգայի չափով կախված են նրա խոնավավարունակությունից:

Սպիրաֆի արտադրության համար կարևորագույն օպա պարունակող հումք է կարտոֆիլը: Պալարի քջապատերի հիմնական մասսան կազմում է թաղանքանյութը: Նրա մեծ մասը գտնվում է մաշկում: Այն չի լուծվում ջրում, միայն ուռչում է:

Այսպիսով, օպան հատիկի մեջ և կարտոֆիլի պալարներում գտնվում է քջիջների ներսում, որոնց պատերը խոչընդոտ են ածիկի ամիլոլիտիկ ֆերմենտների և ֆերմենտային պատրաստուկների համար: Որպեսզի օպան ազատեն հատիկի և կարտոֆիլի քջիջներից, հումքը մանրացնում և եփում են բարձր ճնշման տակ: Կարտոֆիլը մանրացնում են կարտոֆիլարերիների կամ մուրճային ջարդիչների օգնությամբ, իսկ հատիկը՝ գրտնակավոր և մուրճային ջարդիչների: Հատիկի և կարտոֆիլի մանրացված զանգվածը ենթարկվում է եփման, որի ժամանակ հումքի քջային կառուցվածքը լրիվ քայլայվում է, և օպան լուծվում է:

Հումքի բաղադրիչ մասերը (օպան, սպիտակուցները, ցելյուլոզը) եփման ժամանակ, կլանելով ջուրը, ուռչում են: Զերմաստիճանի ավելացման հետ բարձրանում է օսմոտիկ ճնշումը և դրա հետ կապված՝ ուռչեցման աստիճանը: Հասնելով որոշակի զերմաստիճանի՝ օսմոտիկ ուժերի (ուռչեցման ուժերի) ազդեցության տակ օպայի հատիկի կառուցվածքային տարրերի միջև կապերը խախտվում են, այն քայլայվում է և տեղի է ունենում օպայի շրեշացում: Քջիջների մեջ ներբափանցող ջուրը ոչ միայն նպաստում է օպայի հատիկների ուռչեցմանը, այլ նաև լուծում է միջքջային

Այսուհերը, ինչը բերում է հումքի ամրության մեխանիկական նվազեցմանը: Ավելցուկային ճնշման տակ ( $0,4\text{--}0,5$  ՄՊա) եռման ժամանակ ցելուղողները լուծվում են և մասամբ քայլայվում՝ առաջացնելով պենտողներ (արաբինողներ, քսիլողներ): Եփման ընթացքում պեկտինային նյութերից անշատվում են մետօքսիլ խմբերը (-OCH<sub>3</sub>), որոնք քայլայվում են՝ առաջացնելով մերիլ սպիրտ:

Բջիջների տրոհման հետևանքով հատիկների և կարտոֆիլի ամրությունը կտրուկ նվազում է:

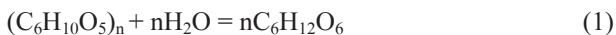
#### **4.2.2. ՍՊԻՐՏԻ ՏԵՍԱԿԱՆ ԵՎ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԵԼՔԸ ՕՍԼԱՅԻՑ ԵՎ ՀԱՔԱՐՆԵՐԻՑ**

Տարրերում են սպիրտի տեսական և գործնական ելք: Տեսական ելքը մաքսիմալ հավանական ելքն է՝ համաձայն ռեակցիայի հավասարման հաշվարկի: Սակայն արտադրության մեջ միշտ տեղի են ունենում կորուստներ այն հիմնական նյութի (օլա, շաքար), որից ստանում են սպիրտը: Դրա հետևանքով պատրաստի արտադրանքի քանակը միշտ ստացվում է պակաս տեսականորեն հնարավոր ելքից:

**Սպիրտի տեսական ելքը օսլայից և շաքարներից.**

Սպիրտի տեսական ելքը օսլայից հաշվարկում են ըստ նրա հիդրոլիզի հավասարման և սպիրտային խմորման հավասարման ռեակցիաների:

Օսլայի հիդրոլիզի ռեակցիայի հավասարումը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝



Բաժանելով հավասարման երկու մասերը  $n$ -ի, ստանում ենք՝



$$162,142 \quad 18,016 \quad 180,158$$

Սպիրտային խմորման ռեակցիային համաձայն՝



(1) և (2) հավասարություններին համապատասխան գտնում ենք, որ սպիրտի տեսական ելքը օսլայի 100 կշռային մասից հավասար է՝

$$\frac{100 \cdot 92,138}{162,142} = 56,825 \text{ կգ}$$

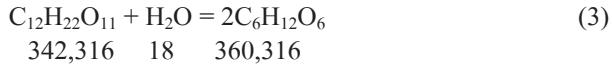
ապա բաժանելով սպիրտի խտության վրա  $d_{20}=0,78927$   $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում՝ կստանանք՝

$$\frac{56825}{0,78927} = 71998 \approx 72 \text{ l}$$

Սպիրտային խմորման հավասարման ռեակցիայի համաձայն (2) գտնում ենք սպիրտի տեսական ելքը 100 կգ հեքսողներից (գլուկոզ, ֆրուկտոզա և այլն)՝

$$\frac{100 \cdot 92138}{180158} = 51,143 \text{ կգ կամ } \frac{51143}{0,78927} = 64798 \approx 648 \text{ l}$$

Սպիրտի ելքը դիսախարիդներից (սախարոզա, մալտոզա և այլն) որոշելով համար օգտվենք նրանց հիդրոլիզի ռեակցիայի հավասարումից



և սպիրտային խմորման ռեակցիայի համապատասխան հավասարումից ստացված հեքսողի երկու մոլեկուլների համար՝



(3) և (4) հավասարումներից գտնում ենք, որ սպիրտի տեսական ելքը 100 կգ դիսախարիդներից հավասար է՝

$$\frac{100 \cdot 184276}{342316} = 53,835 \text{ կգ կամ } \frac{53,835}{0,78927} = 68,209 \text{ l}$$

Մելասում պարունակվող սախարոզայի քանակը գործնականում վերահաշվարկում են օսատ օսլայի էկվիվալենտ քանակի, որը կոչվում է պայմանական օսատ: Օսլայի և դիսախարիդների միջև եղած հարաբերակցությունը որոշում են պոլիսախարիդի հիդրոլիզի հավասարումից՝



(5) հավասարումից երկում է, որ դիսախարիդի (342,316 գ) 1 գրամ-մոլեկուլի գոյացման համար պահանջվում է 2 գ-մոլ օսլա (324,284 գ): Հետևաբար, սախարոզայի վերահաշվարկման գործակիցը հավասար կլինի՝

$$\frac{324284}{342316} = 0,9474$$

Հաշվարկներում այդ գործակիցն ընդունում են հավասար 0,95: Այսպես 47,6 % շաքարի պարունակությամբ 1 տ մելասում պայմանական օսլայի պարունակությունը կլինի 0,452 տ ( $0,476 \cdot 0,95$ ):

## **4.3. ՕՍԼԱ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՀՈՒՄՁԻՑ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՍԽԵՍԱՆ**

Սպիրտ ստանալու նպատակով օպա պարունակող հումքի վերամշակումը բաղկացած է մի քանի փուլերից՝ հումքի նախապատրաստումը, եփումը և շաքարացումը, քաղցուի խմորումը, սպիրտի արտազատումը խմորասնկերից և նրա մաքրումը:

Որպեսզի խմորասնկերը կարողանան օգտագործել օպան, անհրաժեշտ է հումքը նախապես ազատել թաղանքից, ենթարկել ջերմային մշակման և հիդրոլիզի: Այդպիսի մշակման վերջնական նպատակն է օպայի փոխարկումը շաքարի, որը հեշտությամբ յուրացվում է խմորասնկերով:

### **4.3.1. ՕՍԼԱՅԻ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ ԵՓՄԱՆ**

Օպա պարունակող հումքի նախապատրաստումը եփման, ընդգրկում է հետևյալ տեխնոլոգիական արդյունքները՝ հումքի անջատում խառնուրդներից, մանրացում և շաղախի պատրաստում:

Մանրացված հումքը խառնում են ջրի հետ և ստանում հատիկային շաղախի կամ կարտոֆիլային շիլա: Հատիկի և կարտոֆիլի եփումը կատարում են հատուկ ապարատներում  $100\text{--}175^{\circ}\text{C}$ -ում՝ կախված նրա մանրացման աստիճանից և ջերմաստիճանային տևողությունից: Այդպիսի մշակումից ստանում են կիսամքերք՝ եփված զանգվածը:

Եփման համար կարենոր նշանակություն ունի մանրացման աստիճանը: Հատիկների մանրացման աստիճանն ունի կարենոր նշանակություն: Մասնիկների մինչև  $0,25$  մմ մանրացումը հնարավորություն է տալիս եփել այն  $80\text{--}105^{\circ}\text{C}$  և ավելացնել սպիրտի երք  $2\text{--}2,5$  %-ով: Մանրացված հատիկն ավելացնում են  $280\text{--}300$  % ջուր, իսկ կարտոֆիլի շիլային՝  $15\text{--}20$  % ջուր (ըստ հումքի մասսայի):

Չաղախի խմորվող նյութերի կոնցենտրացիան պետք է լինի այնպիսին, որ խառնուրդի խմորված զանգվածում սպիրտը 10 ծավ.%-ից ավելի չկուտակվի: Թնդության հետագա բարձրացման հետ խմորումը ոչ միայն դանուադրում է, այլ նաև կանգ է առնում: Բացի դրանից քաղցումը  $18\text{--}19$  % չոր նյութերի կոնցենտրացիայի դեպքում ավելանում է մածուցիկությունը, և պահանջվում է շաքարացնող միջոցների մեծ ծախս:

Եփումից առաջ շաղախը տաքացնում են երկրորդային գոլորշիով, որպեսզի կրծատեն հումքի եփման համար սուր գոլորշու ծախսը: Տաքացումը պետք է տանել այնպես, որ կուտակված շաքարների քանակը լինի նվա-

քագույն, քանի որ հումքի հետագա եփման ժամանակ ճնշման տակ տեղի է ունենում շաքարների օքսիմեթիլֆուրֆուրոլային քայքայում և մելանիդների գոյացում: Այս ռեակցիաների մթերքները չեն խմորվում խմորասնկերով, այլ ինակտիվացման են ենթարկում ֆերմենտները և ճնշում խմորասնկերի գործունեությունը:

Շաղախը պատրաստելիս ֆերմենտների ազդեցության տակ, շաքարների զգալի քանակություն կարող է գոյանալ: Դրանից խուսափելու համար շաղախն անհրաժեշտ է տաքացնել մինչև  $40^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանը, ապա արագ անցնել (2–3 րոպե)  $40\text{--}80^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանային միջակայքը, երբ ինտենսիվ կերպով շաքարներ են գոյանում:

### 4.3.2. ՖԻԶԻԿԱՔԻՍԻԱԿԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՓՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Մանրացված հումքի անընդհատ եփման ժամանակ որոշ պրոցեսներ (ուռչեցում, շրեշացում, օսլայի և հումքի մյուս բաղադրիչ մասերի մասնակի հիդրոլիզ) տեղի են ունենում շաղախի պատրաստման փուլում: Օսլայի և հումքի միջբջջային նյութերի տարրալուծման հիմնական պրոցեսները տեղի են ունենում եփման ապարատում բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում:  $120\text{--}125^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում ավարտվում է ուռչեցումը և պեկտինային նյութերի տարրալուծումը, ու սկսվում է օսլայի և պենտոզների ավելի ինտեսիվ լուծումը: Դա նպաստում է էնրոսպերմի քիշների վերջնական տարրալուծմանը և օսլայի արտազատմանը միջբջջային տարածությունում:

Ջերմաստիճանի բարձրացման հետ պրոցեսներն ավելի ինտենսիվ են ընթանում, և խառնուրդի եփման ժամանակը պակասում է: Օսլա պարունակող հումքի եփման ժամանակ գլխավորապես տեղի են ունենում օսլայի շրեշացում և լուծում, ինչպես նաև շաքարների քիմիական փոխարկումներ:

**Օսլայի շրեշացում.** Օսլայի պարունակությունը հումքատեսակների մոտ տարբեր է, և միևնույն ծագում ունեցող օսլայի համար գոյություն ունի շրեշացման ջերմաստիճանային միջակայք: Օրինակ, կարտոֆիլի օսլայի շրեշացման ջերմաստիճանային միջակայքը կազմում է  $59\text{--}64^{\circ}\text{C}$  է, ցորենինը՝  $54\text{--}62^{\circ}\text{C}$ , աշորայինը՝  $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$ , գարունը՝  $50\text{--}80^{\circ}\text{C}$ , եգիպտացորենինը՝  $65\text{--}75^{\circ}\text{C}$ :

Սինէ 110°C տաքացնելու դեպքում շրեշը սկսում է հեղուկանալ, իսկ 120°C-ում դառնում է հեղուկ: Մանրացված հումքի օսլայի լրիվ չափով լուծումը տեղի է ունենում հետևյալ ջերմաստիճանում՝ կարտոֆիլի օսլա՝

143°C, աշորայի օսլա՝ 130°C, ցորենի օսլա՝ 150°C, եգիպտացորենի օսլա՝ 154°C:

**Չաքարների և մյուս ածխաջրերի վտխարկումները.** Շաղախը, որը տրվում է եփման, պարունակում է սախարոզա, գյուկոզա և ֆրուկտոզա, որոնք անցել են հումքից, նաև մալտոզա և գյուկոզա, որոնք առաջացել են օսլայի հիդրոլիզի հետևանքով մշակվող հումքի ֆերմենտների ազդեցությամբ: Հումքի եփման պրոցեսում տեղի է ունենում հեքսոզների օքսիմեթիլֆուրուլային քայլայում, մելանոիդների գոյացում, շաքարների ռևերսիա և կարամելացում: Մթու միջավայրում հեքսոզների դեհիդրատացման հետևանքով գոյանում է օքսիմեթիլֆուրուլով: ‘Ա անկայուն միացություն է: Օքսիմեթիլֆուրուլովի մի մասը ենթարկվում է կոնդենսացման՝ առաջացնելով դեղնականաշավուն ներկող նյութը: Եփման ընթացքում շաքարների պահպանման համար միջավայրի օպտիմալ ռH-ը 3,5 է:

**Մեղանոդիմների գոյացումը**՝ եփման ընթացքում շաքարների քայլայման երկրորդ բավականին բարդ և կարևոր քիմիական պրոցեսն է: Մեղանոդիմները չեն խնորվում խմորասնկերով, ինակտիվացման են ենթարկում շաքարացնող միջոցների ֆերմենտները (ածիկի և ֆերմենտային պատրաստուկների):

**Ուերսիան՝** շաքարների ինվերսիայի (հիդրոլիզի) հակառակ պրոցեսն է, երբ առաջացող գյուկոզան խտանում է մինչև դիսախարիդների, եռախարիդների և բարձրամոլեկուլյար շաքարների (ռևերտող): Եփման նորմալ պայմաններում ռևերտոզ գոյանում է եփվող զանգվածի շաքարների գումարային քանակի 0,5 %-ից ոչ ավելին:

Շաքարների հալման ջերմաստիճանից բարձր ջերմաստիճաններում ընթացող կարամելացումը ( $185^{\circ}\text{C}$  սախարոզայի համար) հիմնված է դեհիդրատացման և կոնդենսացման ռեակցիաների վրա: Հատիկակարտովիլային հումքի եփման ժամանակ այդ ռեակցիան տեղի է ունենում աննշան չափերով, և դրա համար էլ չունի գործնական նշանակություն:

#### **4.3.3. ԵՓՎԱԾ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԸԱՔԱՐԱՑՈՒՄ, ԸԱՔԱՐԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ**

Շաքարացման նպատակն է՝ ածիկային կաթով կամ ֆերմենտային պատրաստուկներով հիդրոլիզի ենթարկել եփված և հովացրած զանգվածի պոլիսախարիդները, սպիտակուցները և այլ օրգանական նյութերը: Այս դեպքում հիմնական և կարևորագույն պրոցես է օսլայի ֆերմենտատիվ

հիդրոլիզը մինչև խնորվող շաքարների, դրա համար էլ այն կռչվում է շաքարացում: Եփված զանգվածի շաքարացման հետևանքով ստանում են կիսամթերք՝ սպիրտային արտադրության քաղցուն:

**Պոլիսախարիդների ֆերմենտատիվ հիդրոլիզի առանձնահատկությունները:** Սպիրտի արտադրության մեջ շաքարացման պրոցեսի բնորոշ առանձնահատկությունն այն է, որ ֆերմենտների ներգործությունը հումքի բաղադրիչ նյութերի վրա իրականացվում է մի քանի տեսնողակիական փուլերում՝ հումքի եփման փուլում, շաքարածին ամիլոլիտիկ ֆերմենտների ազդեցության համար օպտիմալ ջերմաստիճանում, օվայի շաքարացման հատուկ փուլում և խնորման փուլում, որտեղ խնորմանկերի կենսագործունեության համար ստեղծվում են օպտիմալ պայմաններ: Դրանք այնքան էլ բարենպաստ չեն ամիլոլիտիկ ֆերմենտների ազդեցության համար (ավելի ցածր ջերմաստիճանը և միջավայրի pH-ը):

Եթե եփված զանգվածը շաքարացնում են ածիկային կաթով, ապա օվան հիդրոլիզվում է մինչև մալտոզայի և գլյուկոզայի 70–75 %-ով և սահմանային դեքստրինների՝ 25–30 %-ով, որոնք ածիկի դեքստրինազայով կամ ֆերմենտային պատրաստուկների գլյուկոմիլազայով վերջնականորեն շաքարացվում են քաղցուի սպիրտային խնորման ժամանակ:

Ածիկի միջոցով շաքարացված քաղցուն պարունակում է 71–76 % մալտոզա և 24–29 % գլյուկոզա խնորվող շաքարների գումարից, իսկ ֆերմենտային պատրաստուկներով շաքարացման դեպքում համապատասխանաբար՝ 14–21 և 79–86 %:

Եփված զանգվածի շաքարացման շրջանում պրոտեոլիտիկ ֆերմենտների ազդեցության տակ տեղի է ունենում ամինաթրունների և այլ լիմեպտինների կուտակումը: Լուծելի ազոտի պարունակությունը եփված զանգվածում ավելանում է մի քանի անգամ: Լուծելի ազոտի առավելագույն քանակը (հումքի ընդհանուր ազոտի պարունակության մինչև 75 %-ը) գոյանում է 150°C ջերմաստիճանում եփված զանգվածի շաքարացման ժամանակ, իսկ նվազագույնը (մինչև 33 %)՝ 100°C ջերմաստիճանում:

Ցելյուլոզան, հեմիցելյուլոզան և օվա չպարունակող մյուս պոլիսախարիդները համարյա չեն ենթարկվում հիդրոլիզի ածիկի ֆերմենտներով և մեծ մասամբ հիդրոլիզվում են մանրէային ծագում ունեցող ֆերմենտներով:

**Տարրեր ֆերմենտների դերը եփված զանգվածի շաքարացման ժամանակ.** Եթե եփված զանգվածը շաքարացնում են ածիկային կաթով, օվայի հիդրոլիզն իրականացվում է α-ամիլազայի, β-ամիլազայի և դեքստրինազայի (օլիգո-1,6-գլյուկոզիդազա) ազդեցության տակ: Եթե այդ

նայատակի համար կիրառում են մանրէային ծագում ունեցող ֆերմենտային պատրաստուկներ, ապա օսլայի հիդրոլիզի համար որոշիչ նշանակություն ունի գլյուկոմիլազան, իսկ ա-ամիլազան՝ որպես խթանող:

Դիտարկենք այս ֆերմենտների ազդեցության առանձնահատկությունները և սպիրտային արտադրությունում դրանց ներկայացվող պահանջները:

Ա-ամիլազները կախված ծագումից՝ կարող են հիդրոլիզի ենթարկել օսլան միայն մինչև դեքստրինների գոյացումը (դեքստրինածին ամիլազներ) կամ դեքստրինների հետ մեկտեղ առաջացնում են շաքարների զգայիքանակություն (շաքարածին ամիլազներ): Օսլայի դեքստրինածին ա-ամիլազայով հիդրոլիզի ժամանակ դեպովիմերացումը տեղի է ունենում 30–40 %-ով, իսկ շաքարածինների հիդրոլիզի ժամանակ՝ մինչև 60 %: Ա-ամիլազների ազդեցության օպտիմալ ջերմաստիճանները և րH-ը զգալիորեն տարբերվում են, դրա համար սպիրտի արտադրության տարբեր փուլերում օգտագործում են տարբեր ծագում ունեցող ա-ամիլազներ:

Բակտերիալ ամիլազների մեծ մասն ունի ակտիվության բարձր օպտիմալ ջերմաստիճանային սահման ( $80\text{--}85^{\circ}\text{C}$ ) և բավականին ակտիվ են նույնիսկ  $90\text{--}95^{\circ}\text{C}$ -ում (օրինակ, այսպիսի ջերմաստիճանային օպտիմում ունի Bac. diastaticus մանրէների կողմից անջատվող ա-ամիլազան): Այսպիսի ա-ամիլազները դեքստրինածին են և ազդեցության օպտիմալ րH-ը 5,6–5,8 է: Դրանք նպատակահարմար է օգտագործել շաղախի պատրաստման փուլում:

Շաքարացման փուլում նպատակահարմար է օգտագործել ա-ամիլազներ, որոնք բացի հեղուկացնող հատկությունից, օժտված են նաև շաքարածին ակտիվությամբ, ազդեցության օպտիմալ րH-ը դրանց համար հավասար է 5,4–5,8-ի:

Օսլայի և բարդ դեքստրինների շաքարացման համար նպատակահարմար է օգտագործել ա-ամիլազան, որը պահպանում է ակտիվությունը միջավայրի րH-ի ավելի ցածր նշանակությունների դեպքում՝ 4,2–4,7: Մանրէային ծագում ունեցող ամիլոլիտիկ ֆերմենտներն ավելի կայուն են միջավայրի թթվայնության հանդեպ ածիկի ֆերմենտների համեմատ:

Ցելյուլիտիկ ֆերմենտները նպաստում են օսլայի արտազատմանը՝ բարձրացնելով խմորվող շաքարների պարունակությունը քաղցուում:

Պրոտեոլիտիկ ֆերմենտները կատարիզում են սպիտակուցների և պեպտիդների հիդրոլիզը մինչև ամինաթթուների: Պրոտեոլիտիկ ֆերմեն-

ների աղբյուր են միկրոօրգանիզմների տարրեր կուլտուրաների ֆերմենտային պատրաստուկները, օրինակ Գյուկավամորին Փx և Ամիլորիզին Փx:

Ածիկային կարով շաքարացված քաղցուում ամինային ազոտի պարունակությունը մի քանի անգամ ավել է, քան ֆերմենտային պատրաստուկներով պատրաստած քաղցուում:

**Մաճրէաբանական ծագում ունեցող ֆերմենտների դերը օվայի հիդրոլիզի արագացման գործում.** Եփված զանգվածի շաքարացման հիմնական խնդիրը՝ օվայի մինչև խմորվող շաքարների ամբողջությամբ և արագ ֆերմենտատիվ հիդրոլիզն է: Օսլան խմորվող շաքարների փոխարկման պրոցեսը ընթանում է օպտիմալ ջերմաստիճանում շաքարացման համար նախատեսված ապարատում (70–75 %-ով) և խմորման ապարատներում, որտեղ սահմանային դեքստրինները դանդաղ հիդրոլիզվում են մինչև խմորվող շաքարների, որը և սահմանափակում է քաղցուի խմորման արագությունը: Դրա համար օվա պարունակող հումքի ստացված քաղցուի խմորման պրոցեսը տևում է 62–72 ժամ, իսկ մելսասային քաղցուն խմորվում է 18–24 ժամվա ընթացքում: Օվա պարունակող հումքի քաղցուի խմորման պրոցեսը հնարավոր է արագացնել քաղցուի խմորման ժամանակ սահմանային դեքստրինների հիդրոլիզի ինտենսիվիկացմամբ: Դրա համար անհրաժեշտ է միջավայրում ստեղծել ֆերմենտների բավականին քարձր կոնցենտրացիա: Ածիկն օգտագործելով, որպես ֆերմենտների աղբյուր, հնարավոր չեւապես արագացնել օվայի հիդրոլիզի պրոցեսը, քանի որ նրա ֆերմենտների ակտիվությունը փոխվում է փոքր սահմաններում, իսկ ածիկի ծախսի ավելացումը տնտեսապես նպատակահարմար չէ:

Մաճրէային ծագում ունեցող ֆերմենտների կիրառումը հնարավորություն է տալիս զգալիորեն ինտենսիվացնել քաղցուի շաքարացման և խմորման պրոցեսները: Բացի դրանց, մաճրէային ծագում ունեցող ֆերմենտները ամիլոլիտիկ ֆերմենտների հետ մեկտեղ պարունակում են օվա չպարունակող պոլիսախարիդների՝ հումքի քաղանքների և բջջապատերի ցելյուլոզի և հեմիցելյուլոզի հիդրոլիզն ապահովող ուրիշ ֆերմենտները: Դա նպաստում է նաև ամիլոլիտիկ ֆերմենտներով օվայի հիդրոլիզի ավելի խորը անցկացմանը և արագացմանը, խմորվող շաքարների լրացուցիչ գոյացմանը ի հաշիվ օվա չպարունակող ածխաջրերի հիդրոլիզի:

Շաքարացման պրոցեսում կարևոր նշանակություն ունի գյուկոամիլազա ֆերմենտը: Այդ իսկ պատճառով, եփված զանգվածի շաքարացման համար պետք է ընտրել մաճրէների այն տեսակը, որոնք կուտակում են գյուկոամիլազայի մեծ քանակություն: α-ամիլազան ունի խթանող նշանա-

կուրյուն. Այսինքն, այն հեղուկացնում և դեքստրինացնում է օվլան և բարենպաստ պայմաններ ստեղծում գլյուկոամիլազայի համար և դրանով ինտենսիվացնում եվման զանգվածի շաքարացման գործընթացը:

**Շաքարացման հիմնական եղանակները.** Շաքարացման համար եփված զանգվածը հովացնում են մինչև  $57\text{--}58^{\circ}\text{C}$ , որը ամիլոլիտիկ ֆերմենտների գործունեության օպտիմալ ջերմաստիճանն է: Եփված զանգվածի հովացումը  $105\text{--}57^{\circ}\text{C}$  իրականացնում են ջերմափոխանակման գալարածև մակերեսով շաքարացման ապարատներում կամ վակուումի պայմաններում: Վակուումի պայմաններում տեղի է ունենում եփված զանգվածի ակնարքային հովացում: Ցածր ճնշման հեղուկի եռման ջերմաստիճանն իշնում է: Դա հնարավորություն է տալիս կանխել շաքարացնող միջոցների ֆերմենտների ջերմային ինակտիվացումը, որն ապահովում է օվլայի ավելի լրիվ շաքարացումը և սպիրտի ելքի ավելացումը: Այս եղանակով հովացնելիս քաղցուից հեռանում են ցնդող խառնուրդները՝ մեթանոլը, ֆուրֆորոլը, ցնդող բրուները, ինչը հեշտացնում է սպիրտի ռեկտիֆիկացումը: Հովացրած զանգվածին ավելացնում են շաքարացնող միջոցներ՝ ածիկային կաթ, ֆերմենտային պատրաստուկների լուծույթը (1:10):

Եփված զանգվածի շաքարացման ջերմաստիճանը չպետք է գերազանցի  $57^{\circ}\text{C}$ -ից, եթե սկսվում է ամիլազների ինակտիվացումը, քանի որ սահմանային դեքստրինների շաքարացման պրոցեսը շարունակվում է խմորման ապարատներում:

#### 4.3.4. ՔԱՂՑՈՒԻ ԽՄՈՐՈՒՄ

Խմորման ընթացքում շաքարը ներթափանցում է խմորասնկային բջջի մեջ: Ֆերմենտատիվ պրոցեսների արդյունքում բջջում արտադրվում են սպիրտ և ածխածնի դիօքսիդ: Բացի դրանից խմորասնկերի կենսագործունեության հետևանքով գոյանում են գլիցերին, քացախալդեհիդ, օրգանական թթուներ: Բարձրակարգ սպիրտները սպիրտային խմորման օժանդակ նյութեր են:

Օվլա պարունակող հումքի վերամշակման ժամանակ շաքարացված զանգվածի խմորման համար օգտագործում են *Saccharomyces cerevisiae* խմբի միկրոօրգանիզմները:

Հիմնական քաղցուի մեջ արտադրական խմորասնկերը մտցնելուց հետո սկսվում է խմորումը և խմորասնկային բջջները սկսում են արագ բազմանալ բողոքնամաբ: Մինչև խմորասնկային զանգվածի զգայի քանակի կուտակումը, խմորումն ընթանում է դանդաղ: Խմորման այդ սկզբնական

շրջանը բնորոշվում է գլխավորապես խմորասնկերի քազմացնամբ և շաքարի աննշան խմորմամբ և կոչվում է խմորման 1-ին շրջան: Այդ շրջանում չոր նյութերի պարունակությունը խմորվող քաղցուում պակասում է ընդամենը 3–5 %-ով (սկզբնական պարունակությունից):

Խմորասնկային զանգվածի կուտակման հետ խմորման պրոցեսը արագանում է և բարենպաստ պայմաններում հասնում մաքսիմում: Այս երկրորդ շրջանը բնութագրվում է խմորասնկերի քազմացնամբ պրոցեսի ավարտմամբ և շաքարի մեծ մասի խմորմամբ և կոչվում է գլխավոր խմորում: Խմորման այս շրջանում նկատվում է ածխածնի դիօքսիդի ինտենսիվ անջատում, իսկ չոր նյութերի պարունակությունը խմորվող քաղցուում պակասում է սկզբնականից՝ 10–12 %-ով:

Խմորման ընթացքում շաքարի քանակը խմորվող միջավայրում պակասում է, իսկ սպիրտի քանակը հաճապատճառաբար աճում: Այսպիսվ, ստեղծվում են պայմաններ, որոնք արգելակում են խմորման պրոցեսը: Այս վերջին շրջանը բնութագրվում է խմորվող միջավայրի շաքարների աննշան քանակության խմորմամբ և կոչվում է լրացուցիչ խմորում կամ լիախմորում: Սպիրտային արտադրության խմորվող քաղցուն խմորասնկերի հետ միասին կոչվում է խմորվող զանգված (խմորուկ), իսկ խմորված քաղցուն՝ հասուն խմորված զանգված:

Սպիրտային արտադրության քաղցուն պարունակում է 75–77 % խմորվող շաքարներ (եթե խմորված զանգվածը շաքարացված է ածիկով, ապա հիմնականում գոյանում է մալտոզա, իսկ եթե ֆերմենտացին պատրաստուկներով (հիմնականում գլյուկոզա), մոտ 20 % դեքստրիններ և 4–6 % օսլա՝ չլուծված վիճակում: Խմորման ընթացքում լուծվում և շաքարացվում է անլուծելի օսլայի մոտ 60 %-ը, հասուն խմորված զանգվածում մնում է 40 % անլուծելի օսլա:

Դեքստրինազա (օլիգո-1,6 գլյուկոնիդազա) կամ գլյուկոամիլազա ֆերմենտի ազդեցության տակ դեքստրինները փոխարկվում են մալտոզայի կամ գլյուկոզայի:

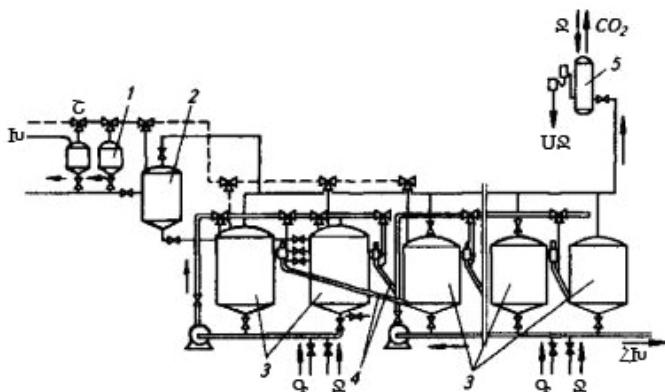
Խմորման մեխանիզմը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ: Խմորվող միջավայրի շաքարը մյուս սննդաբար նյութերի հետ արտորքվում է խմորասնկային թզի մակերեսին, ապա անցնում թզի ներսը և ենթարկվում ֆերմենտների ազդեցության: Բարդ ֆերմենտատիվ փոխարկումների հետևանքով շաքարից գոյանում են խմորման հիմնական մթերքները՝ սպիրտը և ածխաթթու զազը և երկորդային մթերքները, որոնք անցնում են թզից խմորվող զանգվածի մեջ: Ածխաթթու զազի լուծելիությունը խմորված զանգ-

վածում մեծ չէ ( $0,85\text{L CO}_2$  լ 30°C ջերմաստիճանում): Դրա համար այն արագ հագեցնում է խմորված զանգվածը, ապա ադսորբվում խմորասնկային քշիճների մակերեսին: Անջատվելով խմորված զանգվածից՝ այն առաջացնում է պղպջակ, որն աճուր միացած է խմորասնկային քշիջի հետ: Եթե պղպջակը հասնում է այն մեծության, որ նրա վերին ուժի գերազանցում է քշիջի մասամբ, ապա այն նրա հետ բարձրանում է մակերես և պայթում, զազը դուրս է գալիս մքնուրուտ, իսկ խմորասնկային քշիջը իջնում է նորից ներքև: Այդպիսով, անշարժ խմորասնկային քշիճները խմորվող զանգվածում լինում են շարժման մեջ, որը նպաստում է նյութափոխանակմանը և արագացնում է խմորումը:

Դրա համար, եթե խմորման ինտենսիվությունը պակասում է և  $\text{CO}_2$ -ի անջատումը դադարում է, խորհուրդ է տրվում խմորված զանգվածը մեխանիկորեն խառնել:

Տարբերում են քաղցուի խմորման ընդհատ և անընդհատ եղանակներ: Անընդհատ խմորման ժամանակ շաքարների հիմնական մասը խմորվում է սկզբնական շրջանում, իսկ ընդհատ եղանակի դեպքում խմորված շաքարի քանակը սկզբում աստիճանաբար ավելանում է, ապա պակասում: Խմորման ընդհատ եղանակի դեպքում խմորման բոլոր փուլերը տեղի են ունենում մեկ ապարատում, խմորումը տևում է 72 ժամ: Անընդհատ եղանակի դեպքում խմորման տևողությունը՝ 60–62 ժամ է: Խմորման սարքը բաղկացած է խմորասնկերի նախապատրաստման և բազմացման համար փոքր և մեծ բաքերից, և 8–10 խմորման ապարատներից: Ավելի արդյունավետ է խմորման անընդհատ եղանակը: Այս դեպքում խմորվող քաղցուն անընդհատ տեղափոխվում է ապարատից ապարատ: Գլխավոր խմորումը տեղի է ունենում հիմնականում գլխամասային ապարատներում, իսկ լիախմորումը՝ խմորման սարքի հաջորդ ապարատներում: Վերջին խմորման ապարատից հասուն խմորված զանգվածն անընդհատ հեռացվում և ուղարկվում է բորման:

Գլխամասային ապարատներում ջերմաստիճանը պահպանում են 26–27°C-ի սահմաններում, երրորդ ապարատում 29–30°C, իսկ հաջորդ ապարատներում 27–28°C: Առաջին գլխամասային ապարատում խմորվում է շաքարի մոտ 73 %-ը, երկրորդում՝ մինչև 13 %-ը, մնացած 14 %-ը՝ հաջորդ ապարատներում: Գոյացած ածխածնի դիօքսիդը՝  $\text{CO}_2$ -ը, ուղարկվում են հասուն արտադրամաս, որտեղ ստանում են հերուկ ածխաթթու կամ էլ չոր սառույց: Անընդհատ հոսքային եղանակով շաքարացված զանգվածի խմորման տեխնոլոգիական սխեման պատկերված է նկ. 4.1.-ում:



**Նկար 4.1.**

1 – քար խմորասնկերի նախապատրաստման համար, 2 – մեծ քար խմորասնկերի քազմացման համար, 3 – խմորման ապարատներ, 4 – խողովակներ, 5 – սպիրտագրային լուծույթ, Խ – խմորասնկեր, Հ – շաքարացված զանգված, Գ – գոլորչի:

Խմորասնկերը նախապատրաստում են երկու փոքր բաքերում 1, որտեղից տրվում են ավելի մեծ քարին 2 (նախնական խմորման հավաքարան), որտեղ և քազմանում են: Այդ բաքերը կահավորված են գալախողովակներով, որոնց միջով հոսում է խմորվող քաղցողի հովացման համար անհրաժեշտ ջուրը: Նախնական խմորման հավաքարանից խմորասնկերը ինքնահոսով տրվում են առաջին գիշամասային խմորման ապարատ: Եթե այն լցվում է քաղցուով, խմորվող զանգվածը տեղափոխվում է հաջորդ ապարատի մեջ: Հասուն խմորված զանգվածում սպիրտի պարունակությունը կազմում է 8–10 ծավ.%: Բացի դրանից, նրա մեջ մնում է չլուծված օսլայի և չխմորված շաքարների որոշ քանակություն:

#### **4.3.5 ՍՊԻՐՏԻ ԱՆՁԱՏՈՒՄԸ ՀԱՍՈՒՆ ԽՄՈՐՎԱԾ ԶԱՆԳՎԱԾԻՑ ԵՎ ՆՐԱ ՍԱԶՐՈՒՄԸ**

Սպիրտի անջատումը հասուն խմորված զանգվածից կատարում են ոեկտիֆիկացման միջոցով: Ոեկտիֆիկացում է կոչվում ցնդող խառնուրդների բաժանման պրոցեսը, որոնք բաղկացած են տարրեր ջերմաստիճա-

նում եռացող երկու կամ ավելի բաղադրատարրերից: Խմորված զանգվածը բարդ բազմադարձատար համակարգ է: Նրա կազմի մեջ են մտնում (կշռ.%) ջուր՝ 8–90 %, չոր նյութեր՝ 3–10 %, էթիլ սպիրտ զուգակցող ցնդող խառնուրդներով՝ 5–8 %, կամ (6–10 ծավ.%): Հասուն խմորված քաղցուի չոր նյութերը ներկայացված են ինչպես կախույթներով (խմորասնկային բջիջներ, հումքի չլուծված մասնիկներ), այնպես էլ սպիրտաջրային խառնուրդում՝ տարրեր օրգանական և անօրգանական լուծիչներով լուծված էքստրակտիվ նյութերով (չխմորվող շաքարներ, դեքստրիններ, սպիտակուցներ, հանքային նյութեր):

Քաղցուի խմորման ժամանակ ստացված հասուն խմորված զանգվածի կազմը բարդ է: Այն հնարավոր է բաժանել 2 մասի՝ ցնդող և չցնդող բաղադրիչ մասեր: Ցնդող բաղադրիչ մասերն են՝ էթիլ սպիրտը, ջուրը, օրգանական բրուները, եթերները, ալյուիդները, բարձրակարգ սպիրտները և 50-ից ավելի նյութեր: Ցնդող բաղադրիչ մասերն են՝ խմորասնկերը, աղերը, չխմորված ածխաջրերը, գլիցերինը և այլն: Մաքրման խնդիրը նրանում է, որպեսզի այդ բարդ խառնուրդից անջատել ցնդող բաղադրիչ մասերը և ստանալ բարձր թնդույթյան և մաքրության էթիլ սպիրտ:

Ցնդող խառնուրդները կարելի է բաժանել 4 խմբի՝ սպիրտներ, ալյուիդներ, եթերներ և բրուներ: Ցնդող խառնուրդների կազմը և պարունակությունը կախված է հումքի տեսակից և որակից, նրա վերամշակման ընդունված տեխնոլոգիական ռեժիմներից: Խառնուրդները մասամբ անցնում են հումքից, ջրից, օժանդակ նյութերից, մասամբ էլ գոյանում են սննդամիջավայրերի պատրաստման ժամանակ, սակայն դրանց մեծ մասը գոյանում է խմորման ընթացքում:

Խառնուրդների առավելագույն քանակն ընկնում է սպիրտների բաժնին՝ մերիլ, պրոպիլ, իզոպրութիլ և իզոռամիլ ( $0,35\text{--}0,45\%$  էթիլ սպիրտի քանակությունից): Վերջին եթերը պատկանում են բարձրակարգ սպիրտների խմբին և կազմում են սիլվոլիսային յուղի հիմքը: Սիլվոլիսային յուղն արժեքավոր նյութ է, օգտագործում են բժշկական պատրաստուկների և բուրավետ նյութերի պատրաստման համար, իսկ որպես լուծիչ՝ ներկերի արդյունաբերության մեջ: Մերիլ սպիրտը պարունակվում է հատիկա-կարտոֆիլային հասուն խմորված քաղցուում և գոյանում է բուսական հումքի պեկտինային նյութերի քայլայնան ժամանակ՝ ջրա-ջերմային մշակման ընթացքում: Մերիլ սպիրտի քանակը սովորաբար չի գերազանցում էթիլ սպիրտի քանակի  $0,13\%$ -ը: Ցնդող բրուների քանակը խմորվող քաղցուում կազմում է  $0,005\text{--}0,1\%$  էթիլ սպիրտի քանակից (քացախաքքու, կարա-

գարքու, պրոպիտնաթթու և այլն): Ալիքիհղների հիմնական մասը կազմում է քացախալդեհիդը, որը սպիրտային խմորման միջանկյալ մթերք է: Ալիքիհղները կարող են գոյանալ հումքի և խմորված զանգվածի ջերմային մշակման ժամանակ: Ալիքիհղների քանակը կարող է կտրուկ ավելանալ քաղցուի ուժեղ աերացիայի ժամանակ խմորասնկերի բազմացման ընթացքում:

Խմորման և ջերմային մշակման ժամանակ ալիքիհղների և բթուների փոխազդեցությունից զգալի չափով եթերներ են գոյանում (0,05 % էթիլ սպիրտի քանակից): Սպիրտի անջատման ժամանակ խմորված քաղցուից նրա հետ բորվում է ցննող խառնուրդների զգալի մասը: Չուզակցող ցննող խառնուրդների հետ բորված էթիլ սպիրտը կոչվում է սպիրտահումք: Այն անգույն, քափանցիկ հեղուկ է՝ բնորոշ հոտով և համով, որի բնորությունը պետք է լինի 88 ծավ.%-ից ոչ պակաս:

Բացի սպիրտահումքից և ռեկտիֆիկատ էթիլ սպիրտից, արտադրվում է նաև բացարձակ սպիրտ՝ փոքր քանակությամբ: Չպետք է շփորել ջրազորկ (100%-ոց) և բացարձակ սպիրտ հասկացությունները: Բացարձակ սպիրտում ջրի քույլատրելի պարունակությունը կարող է լինել մինչև 0,2 ծավ.%: Արդյունաբերությունում ջրազորկ սպիրտ չի արտադրվում:

#### **4.4. ՍՊԻՐՏԻ ԵԼՉԸ ՏԱՐՔԵՐ ՀՈՒՄԱՑԵՍԱԿՆԵՐԻՑ**

Սպիրտ պարունակող ըմպելիքների կամ սննդային սպիրտի ստացման հիմքում ընկած է խմորման պրոցեսը՝ ջրային լուծույթում (քաղցու) պարունակվող շաքարի՝ խմորասնկերով փոխարկումը սպիրտի: Այդ առաջնային մթերքի՝ խմորված զանգվածի պատրաստման տեխնոլոգիան հնարավոր է պատկերել հետևյալ կերպ՝

Հումք + ջուր → վերամշակում → քաղցու

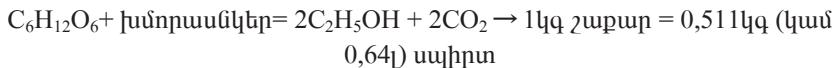
Քաղցու + խմորասնկեր → խմորում → խմորված զանգված

Չաքարը կամ շաքար պարունակող մթերքները (նրգերը, հատապտուղները և այլն) ամենապարզ հումքն են: Այս դեպքում քաղցուն պատրաստվում է՝ շաքարը ջրում լուծելով, կամ մրգային հումքի մանրացմանը:

Օվլա պարունակող հումքի (հատիկ, կարտոֆիլ և այլն) մշակման ժամանակ օվլայի արտազատման համար անհրաժեշտ է հումքի մեջ պարունակող օվլան ֆերմենտների ազդեցությամբ ենթարկել շաքարացման:

Օվլան շաքարի վերածվելու փոխարկումների տեսական հաշվարկներից հետևում է՝





Իմանալով շաքարի և օվլայի պարունակությունը ցանկացած հումքի մեջ՝ հնարավոր է հեշտությամբ հաշվարկել սպիրտի տեսական ելքը: Օրինակ եթե օվլայի պարունակությունը ցորենի մեջ 60 % է, ապա այդ հատիկի 1կգ-ից հնարավոր է ստանալ՝

$$1 \text{ կգ ցորեն} = 0,6 \text{ կգ օվլա} = 0,6 \times 1,11 = 0,67 \text{ կգ շաքար} = 0,67 \times 0,64 = \\ = 0,426 \text{ լ սպիրտ}$$

Սպիրտի տեսական ելքը նշանակությունները օվլա և շաքար պարունակող որոշ մթերքների համար բերված են աղյուսակ 4.1-ում:

#### Աղյուսակ 4.1.

Սպիրտի տեսական ելքը տարբեր հումքատեսակներից

Օվլա պարունակող		Շաքար պարունակող	
Հումք	Սպիրտ, մլ/կգ	Հումք	Սպիրտ, մլ/կգ
Օվլա	710	Շաքար	640
Սազոն	600	Մելաս, 50 %	320
Բրինձ	530	Խաղող	115
Եգիպտացորեն	450	Կոկոչ	110
Ցորեն	430	Շակնդեղ, 16 %	102
Հատիկավոր	390	Խնձոր	65
Կորեկ	380	Ելակ	58
Աշորա	360	Բալ	57
Գարի	350	Սալոր	55
Ոլոռ	240	Սև հաղարջ	54
Կարտոֆիլ, 20 %	140	Կեչու հյութ	25

Աղյուսակում բերված են տեսական տվյալներ՝ հաշվի շառնելով սպիրտի կորուստները: Գործնականում այն ստացվում է 10–5 % ավելի պակաս: Սպիրտի կորուստների պատճառներն են՝

- Շաքարի մի մասը չի փոխարկվում սպիրտի և մնում է խմորուկի մեջ:
- Ոչ ճիշտ խմորումը, եթե շաքարը փոխարկվում է ոչ սպիրտի, այլ ուրիշ նյութերի:
- Սպիրտը ցնդում է խմորման, քորման և ռեկտիֆիկացման ժամանակ:

## ԳԼՈՒԽ 5. ՍՊԻՐՏԻ ԱՏԱՑՈՒՄԸ ՄԵԼԱՍԻՑ (ՃԱԿՆԴԵՂԱՍԱԲ)

### 5.1. ՄԵԼԱՍԻ ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՄԽԵՍԱՅԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Մելասը շաքարածակնեղային արտադրության բափոնն է: Մելասից ստանում են սպիրտ, հեղուկ կամ պինդ ածխածնի դիօքսիդ (չոր սառույց): Քաջի դրանից, զոտան միջոցով հասուն խմորուկից անջատված խմորասնկերը օգտագործում են հացարխման մեջ: Մելասի բափոններից ստանում են գլիցերին, բետան և գլուտամինյան թթու, նաև օգտագործում են որպես սննդամիջավայր կերային խմորասնկերի և վիտամին  $B_{12}$ -ի ստացման ժամանակ: Մելասը մուգ դարչնագույն խիտ մածուցիկ հեղուկ է (տեսակարար խտությունը՝ 1,35–1,40):

Մուգ գունավորումը պայմանավորված է կարամելերի և մելանիդինների առկայությամբ: Մելասը պարունակում է 75–80 % չոր նյութեր: Գլխավոր բաղադրիչ մասն է կազմում սախարոզան, որի պարունակությունը կազմում է 46–50 % (ըստ մելասի մասսայի): Մելասի բարորակությունը տատանվում է 55–62 % սահմանում: Շաքարի պարունակության հարաբերությունը չոր նյութերի ընդհանուր պարունակությանը՝ արտահայտված տոկոսներով, կոչվում է բարորակություն:

Մելասը գրձարան է բերվում երկարուղային կամ ավտոմոբիլային շիստեռներում, ապա կշռվում և լցվում է մեծ տարողությունների մեջ (500–5000 լ): Զրով նոսրացված մելասը, որին ավելացված է սննդանյութ, թթու և անտիսեպտիկ, կոչվում է մելասային քաղցու: Չոր նյութերի 12% պարունակությամբ քաղցուն, որը նախատեսված է խմորասնկերի բազմացման համար, կոչվում է խմորասնկային մելասային քաղցու:

Սպիրտի ստացումը մելասից ընդգրկում է հետևյալ պրոցեսները՝ մելասի նախապատրաստումը խմորման, խմորասնկերի մաքուր կուլտուրաների պատրաստում, արտադրական խմորասնկերի պատրաստում, մելասային քաղցուի խմորում և ռեկտիֆիկացում: Մելասի նախապատրաստումը խմորմանը, քաղկացած է հետևյալ պրոցեսներից՝ մելասի վարակագերծում, սննդանյութերով հարստացում, մելասի հոմոգենացում, մելասային քաղցուի պատրաստում:

**Մելասի վարակագերծում.** Մելասը պարունակում է մանրէներ՝ խմորասնկեր, բակտերիաներ և բորբոսասնկեր, որոնք բացասարար են ազդում

քաղցուի սպիրտային խմորման վրա: Սպիրտային արտադրության համար հատկապես վտանգավոր են թթու գոյացնող բակտերիաները (կաքնաթթվային, քացախաթթվային և կարագաթթվային), որոնք շաքարների մի մասը փոխարկում են օրգանական թթուների:

Գոյություն ունի վարակագերձման 3 եղանակ.

I – մշակում են աղաթթվով կամ ծծմբական թթվով, ստեղծում օտար մանրէների բազմացման համար քաղցուի անբարենպաստ թթվայնություն (pH 3,8–4,2):

II – մշակում են բակտերիասպան հատկություններով օժտված անտիսեպտիկներով: Որպես անտիսեպտիկ օգտագործում են քլորակիրը (0,5 կգ 1 տ մելասին), ֆորմալինը (0,15 կգ 40 % ֆորմալիհիդի լուծույթ 1 տ-ին):

III – մելասը տաքացնում են մինչև ստերիլացման ջերմաստիճանը 120–130°C, պահպանում 1 րոպե, և զանգվածը հովացնում (մելասի քաղցուի կոնցենտրացիան՝ 50 %):

**ՄԱՆՐԱՅԻԹԵՐՈՎ ԽԱՐՍՏԱԳՈՒՄ.** Խմորասնկերի բազմացման համար մելասը պարունակում է անբավարար քանակությամբ ֆոսֆոր և ազոտային միացություններ խմորասնկերի բազմացման համար: Որպես ֆոսֆորի աղբյուր օգտագործում են օրբիտոփորական թթուն կամ դիամոնիում ֆոսֆատը (որը պարունակում է N և P): Եթե անբավարար է ազոտի քանակը ավելացնում են կարբամիդ (միզանյուր) կամ ամոնիումի սուլֆատ:

**ՄԵԼԱՍԻ ԽՈՆՉԵՇՆԱԳՈՒՄ.** Վարակագերձված և սննդանյութերով հարստացված մելասը պահում են 8–12 ժամ հատուկ հավաքարաններում: Համասեռ մելաս ստանալու համար այն շրջանատար պոմպերի օգնությամբ խառնվում է հավաքարանների մեջ: Մելասը վերցվում է հավաքարանի ներքին մասից և տրվում վերքի մաս:

**ՄԵԼԱՍԱՅԻՆ ՔԱՂՑՈՒՄ ՊԱՍՏՐԱՍՏՈՒՄ.** Չոր նյութերի բարձր կոնցենտրացիայի մելասը (75–80 %) չի խմորվում խմորասնկերով, դրա համար այն նոսրացնում են ջրով: Զրի հետ խառնելու համար օգտագործում են մեխանիկական խառնիչներով հատուկ ապարատներ: Մելասային քաղցուի ջերմաստիճանը (24–26°C) կարգափորվում է տաք և սառը ջրով:

**ՄԵԼԱՍԱՅԻՆ ՔԱՂՑՈՒՄ ԽԱՄՈՐՈՒՄ.** Մելասային քաղցուն խմորում են անընդհատ հոսքում հաջորդաբար միացած խմորման ապարատների մարտկոցում: Գոյություն ունի մելասային քաղցուի խմորման մեկ կամ երկ-հոսքամի տեխնոլոգիական սխեմա: Մեկ հոսքով խմորման ժամանակ խմորմանը եթարկվող մելասից (մշակումից հետո՝ թթու, սնուցում) պատրաստում են մեկ կոնցենտրացիայի մելասային քաղցու (20–24 % ըստ շա-

քարաշափի), որի մեջ խմորասնկային գեներատորների մարտկոցներում բազմացնում են արտադրական խմորասնկերը: Հասուն խմորասնկերը գեներատորներից տրվում են խմորման մարտկոցի գլխամասային ապարատին: Խմորուկը խողովակներով հաջորդաբար անցնում է խմորման մարտկոցի բոլոր ապարատներով: Հասուն խմորուկն անցնում է ֆիլտրի միջով և տրվում խմորասնկային գոխներին: Խմորասնկային սուսպենզիան օգտագործում են հացաքխման խմորասնկերի ստացման համար: Խմորասնկերից ազատված խմորուկը ուղարկում են թորման: Խմորման ջերմաստիճանը՝  $28\text{--}30^{\circ}\text{C}$  է, տևողությունը՝  $18\text{--}20$  ժամ: Խմորման ընթացքում խմորուկը խառնում են մեխանիկական խառնիչով:

Երկիրսքանի խմորման ժամանակ մելասը բաժանում են երկու մասի: Մի մասը մշակում են անտիբատիկով, հարստացնում սննդանյուրերով և նոսրացնում ջրով մինչև  $12\text{ \%}$  կոնցենտրացիան: Այդ քաղցուում աճեցնում են արտադրական խմորասնկերը և ուղարկում խմորման մարտկոցի գլխամասային ապարատ:

Սելլասի մյուս մասը, առանց նախապատրաստման, նոսրացնում են ջրով մինչև  $32\text{--}34\text{ \%}$  կոնցենտրացիան: Ստացված հիմնական մելասային քաղցուն ուղարկում են խմորման մարտկոցի գլխամասային ապարատ, որտեղ այն խառնում են արտադրական խմորասնկերի հետ՝  $1 : 1$  հարաբերությամբ: Երկիրսքանի խմորման տեխնոլոգիական սխեման հնարավորություն է տալիս օգտագործել լավ որակի մելաս՝ արտադրական խմորասնկերի պատրաստման համար, իսկ քաղցուի կոնցենտրացիայի պակասեցմամբ՝ ստեղծել ավելի բարենպաստ պայմաններ խմորասնկերի բազմացման համար: Տեղի է ունենում շաքարների ավելի լրիվ խմորում, հասուն խմորուկում  $25\text{--}30\text{ \%}-ով$  ավելի քիչ են կուտակվում գլիցերին, բարձրակարգ սպիրտներ, ալդեհիդներ, եթերներ և բբուներ: Սակայն երկիրսքանի խմորման ժամանակ անջատված հացաքխման խմորասնկերի կայունությունը ցածր է, քան մեկ հոսքանի դեպքում: Կրա համար հացաքխման խմորասնկերի անջատման արտադրամասեր ունեցող սպիրտային գործարաններում կիրառում են մեկ հոսքանի խմորման եղանակը, մնացած գործարաններում՝ երկիրսքանի:

## **ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

1. Ковалевский К. А. Технология бродильных производств. Киев. Инкос, 2004. 340.
2. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. –М. Пищевая промышленность. 1980. 560.
3. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. Москва. Колос. 1998. 447.
4. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. Москва, Колос. 2002. 408.
5. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. М. Колос. 1999.

## ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

<b>ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ</b> .....	3
<b>ԳԼՈՒԽ 1. ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՏԵՍԱԿԱՆ ՀԻՄՔԵՐԸ</b> .....	5
1.1. ԽՍՈՐՄԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ.....	5
1.2. ԱԾԽԱՁՐԵՐ .....	7
1.3. ՍՊԻՏԱԿՈՒՑՆԵՐ .....	10
1.4. ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐ .....	14
1.4.1. ՀԻՄՌՈԼԻՏԻԿԻԿ ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ.....	18
1.4.2. OULԱՅԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՏԻՎ ՀԻՄՌՈԼԻՉՔԸ .....	18
1.5. ԽՍՈՐՄԱՆԿԱՅԻՆ ԲԶՋԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ .....	22
<b>ԳԼՈՒԽ 2. ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀՈՒՄԱՔԸ</b> .....	24
2.1. ՀԱՅԱՀԱՏԻԿԱՅԻՆ ՄՇԱԿԱԲՈՒՅՑՆԵՐ .....	24
2.1.1. ՀԱՏԻԿԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ .....	24
2.1.2. ԳԱՐԵԶՐԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄԱՔԸ .....	27
2.1.2.1. ԳԱՐԻ .....	27
2.1.2.2. ԵԳԻՊՏԱՑՈՐԵՆ, ԲՐԻՆՋ, ՍՈՅԱ, ՑՈՐԵՆ .....	29
2.1.3. ՀԱՏԻԿԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ .....	30
2.1.4. ՊԱՀՊԱՆՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՀԱՏԻԿԻ ՄԵՋ ՏԵՂԻ ՈՒՆԵՑՈՂ ԿԵՆՍԱԳԻՒՄԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐ .....	33
2.2. ԿԱՐՏՈՖԻԼ .....	36
2.3. ՀՍՈՒԼ .....	38
2.4. ԶՈՒՐ. ԽՍՈՐՄԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ԶՈՒՐԻ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ ՊԱՀԱՆՁՆԵՐԸ .....	41
<b>ԳԼՈՒԽ 3. ԱԾԻԿԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ</b> .....	44
3.1. ՀԱՏԻԿԻ ՍԱՔՐՈՒՄ, ՏԵՍԱԿԱՎՈՐՈՒՄ, ԹՐԶՈՒՄ .....	44
3.2. ՀԱՏԻԿԻ ԾԼԵՑՈՒՄ .....	48
3.3. ԱԾԻԿԻ ՉՈՐԱՑՈՒՄ, ՉՈՐ ԱԾԻԿԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԵՎ ՊԱՀՊԱՆՈՒՄ ..	50
3.4. ԳԱՐԵԶՐԱՅԻՆ ԱԾԻԿԻ ՈՐԱԿԸ ԲՆՈՐՈՇՈՂ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՅՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ .....	52
3.5. ԲԱՑ ԵՎ ՍՈՒԳ ԱԾԻԿԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԱռԱՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ. ԱԾԻԿԻ ՀԱՏՈՒԿ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ....	54
<b>ԳԼՈՒԽ 4. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ</b> .....	56
4.1. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏ, ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ .....	56
4.2. ԷԹԻԼ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ OULԱ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՀՈՒՄԱՔԸ .....	57

4.2.1. ԲՈՒՍԱԿԱՆ ՀՅՈՒՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱՄՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՕՍԼԱՅԻ ԱՐՏԱԶԱՏՈՒՄԸ ՀԱՏԻԿԻՑ ԵՎ ԿԱՐՏՈՖԻԼԻՑ.....	57
4.2.2. ՍՊԻՐՏԻ ՏԵՍԱԿԱՆ ԵՎ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԵԼՔԸ ՕՍԼԱՅԻՑ ԵՎ ՇԱՔԱՐՆԵՐԻՑ.....	59
4.3. ՕՍԼԱ ՊԱՐՈՒԱԿՈՂ ՀՈՒՄՔԻՑ ՍՊԻՐՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԿԱՆ ՄԽԵՄԱՆ.....	61
4.3.1. ՕՍԼԱՅԻ ՆԱԽԱՊԱՏՐԱՍՈՒՄԸ ԵՓՄԱՆ .....	61
4.3.2. ՖԻԶԻԿԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՓՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ .....	62
4.3.3. ԵՓՎԱԾ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ԾԱՔԱՐԱՅՈՒՄ, ԾԱՔԱՐԱՅՍԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ .....	63
4.3.4. ՔԱՂՅՈՒԻ ԽՄՈՐՈՒՄ .....	67
4.3.5 ՍՊԻՐՏԻ ԱՆՁԱՏՈՒՄԸ ՀԱՍՈՒՆ ԽՄՈՐՎԱԾ ԶԱՆԳՎԱԾԻՑ ԵՎ ՆՐԱ ՄԱՋՐՈՒՄԸ.....	70
4.4. ՍՊԻՐՏԻ ԵԼՔԸ ՏԱՐԲԵՐ ՀՈՒՄՔԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻՑ.....	72
<b>ԳԼՈՒԽ 5. ՍՊԻՐՏԻ ԱՏԱՅՈՒՄԸ ՄԵԼԱՍԻՑ (ԱԿՆԴԵՂԱՍԱԹ) .....</b>	74
5.1. ՄԵԼԱՍԻ ՊԱՏՐԱՍՈՍԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԿԱՆ ՄԽԵՄԱՅԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	74
<b>ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....</b>	77

Չափազ՝ 60x84 1/16, թուղթ օֆսեթ N 1:  
Ծավալ՝ 5 տպ. մամուլ: Տպաքանակ՝ 50:

Տպագրված է «ԼԻՄՈՒՇ ՍՊԸ»-ի տպարանում:  
ք.Երևան, Դ.Մայրան 45:  
հեռ.՝ 010 62-22-20, E-mail: [info@limush.am](mailto:info@limush.am)