

**Доц. д-р ГУНКА ЙОНКОВА**

# **ТЕХНОЛОГИЯ НА ПИВОТО**

**София, 2006 г.**

## **ТЕХНОЛОГИЯ НА ПИВОТО**

Учебник

Първо издание

Автор – доц. д-р Гунка Йонкова

Рецензент – проф. д-р Йовчо М. Кабзев

Предпечатна подготовка – УКЦ при ХТМУ

Печат – УКЦ при ХТМУ

Издател – ХТМУ – София

**ISBN 954-8954-68-0**

## СЪДЪРЖАНИЕ

<b>Въведение</b> .....	5
<b>1. Суровини за производство на пиво</b> .....	7
1.1. Ечемик .....	7
1.1.1. Строеж на ечемичното зърно .....	7
1.1.2. Химичен състав на ечемика.....	8
1.1.2.1. Въглехидрати.....	9
1.1.2.2. Азотни вещества.....	12
1.1.2.3. Липиди.....	13
1.1.2.4. Фосфоросъдържащи органични съединения .....	14
1.1.2.5. Минерални вещества.....	14
1.1.2.6. Други безазотни екстрактни вещества .....	14
1.1.2.7. Разновидности и качествена оценка на ечемика. ..	16
1.2. Хмел.....	17
1.2.1. Беритба, обработка и съхранение на хмела. ....	17
1.2.2. Строеж на хмеловата шишарка .....	17
1.2.3. Химичен състав на хмела .....	18
1.2.4. Хмелови продукти.....	24
1.3. Вода.....	24
1.3.1. Химичен състав на водата. ....	24
1.3.2. Качествени показатели на водата.. ....	25
1.3.3. Подобряване на състава и свойствата на водата. ....	28
<b>2. Производство на малц</b> .....	31
2.1. Приемане, пречистване, сортиране и транспортиране на ечемика. ....	31
2.2. Сушене, охлаждане и съхраняване на ечемика.. ....	31
2.2.1. Следжътвено дозряване .....	32
2.2.2. Дишане на зърното .....	32
2.2.3. Сушене и съхранение на ечемика.....	33
2.3. Накисване на ечемика .....	33
2.3.1. Процеси при накисването на ечемика.. ....	33
2.3.1.1. Поглъщане на вода. ....	33
2.3.2. Технологични методи за накисване на ечемика.....	36

2.4. Покълване на ечемика.....	38
2.4.1. Процеси при покълването на ечемика.....	38
2.4.1.1. Физиологични процеси.....	38
2.4.1.2. Ензимни процеси.....	39
2.4.1.3. Други изменения....	48
2.4.2. Методи на покълване на ечемика .....	49
2.5. Сушене на зеления малц.....	50
2.5.1. Процеси при сушенето на зеления малц .....	51
2.5.2. Методи на сушене на зеления малц.....	56
2.6. Обработка и съхранение на малца след сушене.....	58
2.7. Качествена оценка на малца.....	58
2.8. Рандеман на малца и загуби при малцуването.....	58
<b>3. Производство на пивна мъст .....</b>	<b>59</b>
3.1. Смилане на малца.....	59
3.2. Майшуване.....	61
3.2.1. Ензимни процеси при майшуването.....	62
3.2.2. Други процеси при майшуването .....	71
3.2.3. Методи на майшуване.....	72
3.3. Филтриране на малцовата каша.....	79
3.4. Варене на пивната мъст.....	83
3.4.1. Екстрахиране и изомеризиране на горчивите вещества на хмела .....	83
3.4.2. Извличане на етеричното масло.....	87
3.4.3. Разтваряне на фенолните и азотосъдържащите вещества.....	89
3.4.4. Коагулация на белтъците.....	90
3.4.5. Други изменения в състава и свойствата на пивната мъст.....	93
3.4.6. Методи на варене на пивната мъст.....	94
3.5. Охлаждане и избистряне на пивната мъст.....	96
3.5.1. Аериране на пивната мъст .....	98

<b>4. Производство на пиво</b> .....	99
4.1. Ферментация на пивната мъст.. .....	99
4.1.1. Образуване и разграждане на страничните ферментационни продукти.....	100
4.1.2. Други изменения в състава на пивната мъст .....	110
4.1.3. Използване на чиста култура пивни дрожди. ....	114
4.1.4. Флокулация на дрождите .....	115
4.1.5. Заквасване на пивната мъст .....	116
4.1.6. Контрол на главната ферментация .....	116
4.1.7. Отделяне и съхранение на дрождите след ферментация. ....	118
4.1.8. Видове главна ферментация .....	118
4.1.9. Съзряване и отлежаване на пивото.....	119
4.1.10. Ускорени методи за ферментация на пивната мъст и съзряване на пивото .....	121
4.1.10.1. Еднофазова ферментация и съзряване на пивото. ....	124
4.1.10.2. Двухазова ферментация и съзряване на пивото .....	125
4.2. Филтриране на пивото .....	126
4.2.1. Теоретични основи на филтрирането.....	126
4.2.2. Кизелгурова филтрация. ....	127
4.2.3. Шихтови филтри.. .....	129
4.3. Стабилизиране на пивото .....	130
4.3.1. Колоидно стабилизиране на пивото .....	130
<b>5. Готово пиво</b> .....	135
5.1. Химичен състав на пивото.....	135
5.2. Характеристика на пивото .....	136
5.3. Стабилност на пивото .....	138
5.4. Хранителна стойност и физиологично действие на пивото.....	141
<b>Списък на използваните съкращения и символи</b> .....	142
<b>Литература</b> .....	143



## ВЪВЕДЕНИЕ

Пивото като напитка е познато отдавна. То се е произвеждало и употребявало отпреди 5000 години пр.н.е. Създаването му е резултат от културното издигане на човека в древността, когато за задоволяване на житейските си нужди той започва да си приготвя питиета на базата на естествени природни продукти.

Първоначално то се е произвеждало съвсем примитивно от шумери, вавилонци и египтяни. По-късно пивоварството се оформя като занаят. От умение и поминък на старите народи пивоварството се е наложило впоследствие като една от най-важните промишлености във всички културни среди.

В Германия, както в никоя друга страна, приготвянето на пиво и търговията с него са се развивали с популярност и традиция. Приготвянето му от старите германци до времето на Карл Велики (VIII в.) е ставало в “домашни пивоварни”. Произвеждало се е от майстори-пивовари в определени градове и манастири в Германия, Англия, Франция и други страни. Най-старата манастирска пивоварна, запазена и до днес, е Св. Вайенстефан – гр. Фрайзинг (до Мюнхен). Построена е през 1040 г. Голямото значение, което се е отдавало в Германия на пивото, се вижда от издадения през 1516 г. “Reinheitsgebot”, т.е. “Закон за чистотата на пивото”.

През Средновековието пивоварството е било популярно и в други страни, като Белгия, Холандия, Русия, Бохемия, Австрия и др., достигайки висока степен на развитие.

В България производството на пиво започва преди Освобождението, а първите фабрики са построени по-късно. В периода след 1944 г. българската пивоварна промишленост се развива с бързи темпове. Превръща се в модерна индустрия с висока степен на механизация и автоматизация.

Въз основа на задълбочени научни изследвания и натрупан международен опит бяха разработени и внедрени нови технологии и техники в пивоварната промишленост. Те засягат употребата на традиционни и нови видове суровини, ускоряване на производствените процеси при получаването на пивната мъст, ферментацията и съзряването на пивото.

С особена острота се поставят и въпросите, свързани с икономия на енергия, използването на съвременна техника.

Днес важно място заемат и изследванията, отнасящи се до обезпечаването на високо качество на пивото.

Производството на пиво е част от хранително-вкусовата и по-специално питейната промишленост. То има за предмет изучаване производството на пивна мъст и пиво, както и на използваните суровини, материали и средства за това. Разгледани са и биотехнологичните процеси, на които се основава производството му. Посочени са методите на майшуване, филтриране, варене, охлаждане и избистряне на пивната мъст, ферментацията, съзряването, отлежаването на пивото при класически и ускорени условия, както и последващото му филтриране. Разгледани са и въпросите, свързани с качеството на суровините, междинните продукти и готовото пиво.



# 1. СУРОВИНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ПИВО

Производството на пиво се основава на употребата на четири суровини: ечемик, хмел, вода и дрожди.

## 1.1. ЕЧЕМИК

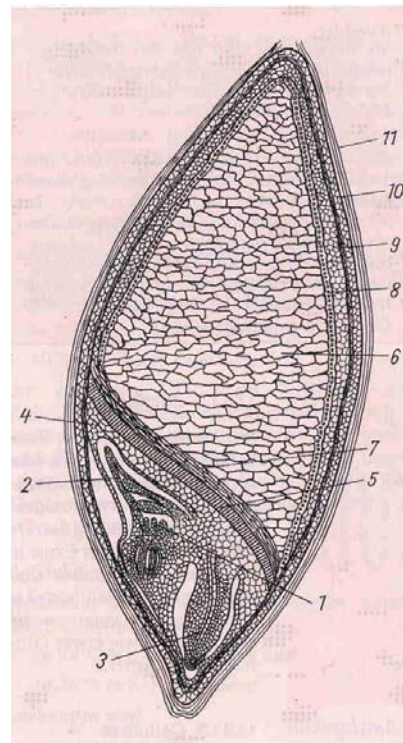
Основна суровина за производството на пиво е ечемикът (*Hordeum vulgare*), който спада към семейство житни. Той е едногодишна пролетна или зимна култура. Ечемикът е източникът на най-важната съставка – нишестето, която в по-късен технологичен етап (майшуването) се хидролизира до продукти, влизаци в състава на екстракта на пивната мъст.

### 1.1.1. Строеж на ечемичното зърно

Зърното на ечемика представлява семе, което се състои от три основни части: зародиш, ендосперм и обвивки, всяка от които играе определена роля през време на технологичния процес (фиг. 1).

**Фиг. 1. Строеж на ечемичното зърно (надлъжен разрез) (по Kunze)**

- 1 – стъблена част на зародиша;
- 2 – зародиш на листния кълн;
- 3 – зародиш на коренчетата;
- 4 – щитче;
- 5 – засмукващ епител;
- 6 – ендосперм;
- 7 – изтощени клетки;
- 8 – алевронов слой;
- 9 – семенна обвивка;
- 10 – плодова обвивка;
- 11 – люспа (цветна плева).



**Зародишът** (embryo) е живата част на зърното и играе важна роля за размножаването на ечемика и производството на малц. Масата му заема 2,5-5,0% от тази на цялото ечемично зърно. Зародишът е разпо-

ложен в долната външна част на зърното, близо до основата му. Представлява малко, жълто оцветено телце. Около него е разположено **щитчето**, чиято роля е да го предпазва от нараняване. Истинският зародиш се състои от **зародиш на листния кълн** и **зародиш на коренчетата**, между които е разположена стъблената част на зародиша. Щитчето е разположено около истинския зародиш и се състои от паренхимна тъкан. В граничещата с ендосперма част то образува един ред удължени клетки, образувачи **засмукващия епител**. През него в началния стадий на развитие на зародиша преминават постъпващите от ендосперма разтворени хранителни вещества.

**Ендоспермът** (брашновидното тяло) се състои в по-голямата си част от тънкостенни клетки, запълнени със нишестени зърна. Покрит е с **алеиронов слой**, чиито клетки са богати на белтъчини, липиди и минерални вещества.

**Обвивките** са съставени от няколко клетъчни слоя: сламеста, плодова и семенна обвивка. Сламестата обвивка (люспа) е образувана от цветни плеви. Те са защитно средство за вътрешните органи на зърното при развитието му.

Под люспата се намира **плодовата обвивка** (околоплодник), която се състои от няколко слоя надлъжно и напречно разположени клетки.

**Семенната обвивка** представлява полупропусклива мембрана, която пропуска само водата във вътрешността на зърното и задържа разтворените в нея соли и други вещества. Семенната и плодовата обвивка са плътно сраснали помежду си.

Строежът и съставът на отделните части на ечемичното зърно определят технологичните качества на ечемика и влияят върху технологичния процес при производството на малц и пиво.

### 1.1.2. Химичен състав на ечемика

Ечемикът се състои от вода (12–20%) и сухо вещество (80–88%).

**Водното съдържание** на ечемика е средно 14-15%. То оказва голямо влияние върху съхранението и транспортирането му. При висока влага зърната са неустойчиви при съхранение. Причината за това е активното протичане на процеса дишане, при което зърнената маса се самозагрива и се създават благоприятни условия за развитието на микроорганизми.

При високо водно съдържание на ечемика, от една страна, се създават условия за протичането на същите неблагоприятни процеси

както при съхранението му, а, от друга страна, излишната влага е баласт, който трябва да се транспортира.

За да се предотвратят посочените нежелани процеси при съхранение и транспортиране на влажен ечемик, той се подсушава при температура 40-45°C. Друга възможност за подсушаване е вентилирането на зърнената маса със сух и хладен въздух при прехвърлянето ѝ от силос в силос. Минималната допустима влажност на зърнената маса е 10%.

Сухото вещество на ечемика съдържа въглехидрати, белтъци, липиди, минерални вещества и други безазотни екстрактни вещества.

#### **1.1.2.1. Въглехидрати**

Въглехидратите на ечемика са средно 75,0-85,0%. Представени са от нишесте, захари, целулоза, хемицелулози и гумообразни вещества.

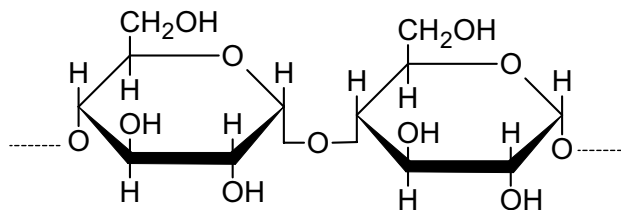
**Нишестето** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> заема първо място както по количество (50-65%), така и по значение от въглехидратите на ечемика. То е неговата най-важна съставка. След ензимно разграждане нишестето е основният източник на екстракта на пивната мъст.

Нишестето се съдържа като резервно вещество в ендосперма на зърното във вид на нишестени зърна. Те имат сферокристален строеж. Формата и размерите на нишестените зърна са специфични за различните растения. При ечемика те са малки и големи. Големите нишестени зърна са със закръглена или овална форма и имат размери 20-30 µm, а малките са сферични или продълговати, с размери 1-6 µm. При ечемиси с високо белтъчно съдържание броят на малките нишестени зърна е по-голям в сравнение с ечемиси с ниско белтъчно съдържание.

Нишестето представлява химически нееднороден продукт. То е изградено от два полимера: *амилоза* (17-24%) и *амилопектин* (76-83%). Независимо от това, че и двата полизахарида са изградени от глюкозни остатъци, те се различават значително по своята структура.

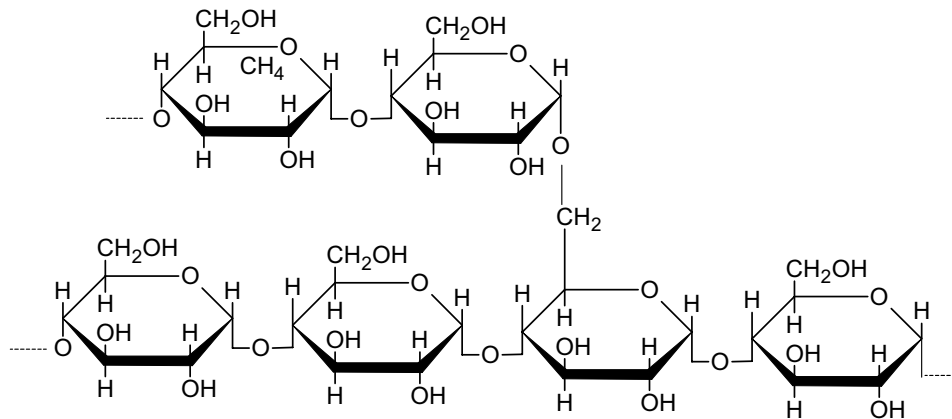
Амилозата е линеен полизахарид с кристален строеж, в който D-глюкозните остатъци са свързани помежду си с α-1,4-връзки (фиг.2). Изградена е от 60 до 2000 глюкозни остатъци. В резултат на ензимната ѝ хидролиза се получават различни продукти. Крайният продукт са малтоза и минимално количество глюкоза.

Амилозата се разтваря в гореща вода, образувайки колоиден разтвор, с йода дава синьо оцветяване. Продуктите, получени при разграждането ѝ, се оцветяват различно в зависимост от броя на глюкозните остатъци. Амилозата не образува клейстер.



Фиг. 2. Структура на амилозата

Амилопектинът е силноразклонен полизахарид, изграден е също от D-глюкозни остатъци, свързани с  $\alpha$ -1,4-връзки, а в местата на разклоненията – с  $\alpha$ -1,6-връзки (фиг.3). Съставен е от 6000 до 40000 глюкозни остатъка. Разклоненията са разположени едно спрямо друго на разстояние 8-9 глюкозни остатъци, а всяко едно от тях съдържа 15-18 глюкозни остатъка.



Фиг. 3 Структура на амилопектина

За разлика от амилозата амилопектинът има аморфен характер, неразтворим е в топла вода, но образува клейстер. С йода дава виолетово оцветяване.

**Захарите** в ечемика са в малко количество (1,8 до 2,0%). Игрят важна роля в началния стадий на развитие на зародиша.

Най-голямо е количеството на *захарозата*, докато това на *глюкозата* и *фруктозата* е незначително.

**Целулозата** в количество от 5 до 6% се съдържа главно в люспата на ечемичното зърно. Служи като градивно вещество и участва в клетъчните стени на останалите му съставки. Състои се от дълги неразклонени вериги, изградени от D-глюкозни остатъци, свързани с  $\beta$ -1,4-връзки. Съставена е от голям брой глюкозни остатъци – от 2000 до 10000. Отделните вериги са свързани в снопчета. Не се разтваря във вода и не се разгражда от малцовите ензими.

Поради това тя е без значение за качеството на пивото. Играе роля при филтриране на малцовата каша, създавайки заедно с другите неразтворени вещества допълнителен филтриращ слой.

**Хемицелулозите** са главна съставна част на клетъчните стени на ендосперма на зърното. В малки количества те се съдържат в обвивките на зърното. Състоят се от 80-90% хексозани ( *$\beta$ -глюкани*) и 10-20% *пентозани*. Те имат различна структура и твърде различно влияние върху производството на пивото и неговото качество.  $\beta$ -глюканите са свързани с белтъците. Хемицелулозите, съдържащи се в клетъчните стени на ендосперма, съдържат  $\beta$ -глюкани, малко пентозани и не съдържат уронови киселини. Хемицелулозите от обвивките на зърната са съставени главно от пентозани и по-малко количество  $\beta$ -глюкани и уронови киселини.

$\beta$ -глюканите са изградени от D-глюкозни остатъци, свързани с  $\beta$ -1,4 (70-75%) и  $\beta$ -1,3 (25-30%) връзки. Образуват неразклонени вериги.

Пентозаните представляват арабиноксилани, чиято основна верига е изградена от ксилозни остатъци, свързани с  $\beta$ -1,4-връзки. Страничните вериги са изградени от остатъци на арабиноза, ксилоза и глюкуронови киселини. Влиянието им върху производството и качеството на пивото е по-малко значимо от това на  $\beta$ -глюканите.

Хемицелулозите са около 10% от сухото вещество на ечемичното зърно, като само 20% от тях са под формата на водоразтворими гумообразни вещества. С това понятие се означават водоразтворимите хемицелулози, които обуславят висок вискозитет на получения колоиден разтвор.

Ензимното разграждане на хемицелулозите през време на малцуването определя степента на модификацията на зърното и вискозитета на получената пивната мъст.

Гумообразните вещества имат състав близък до този на хемицелулозите. Изградени са от хексози, пентози и уронови

киселини. Количеството им е около 2,0% от сухото вещество. Технологичното им значение се изразява в това, че образуват силно вискозни разтвори и затрудняват филтрационните процеси.

#### **1.1.2.2. Азотни вещества**

Азотното съдържание на ечемика, изразено като белтъци, се колебае в граници от 9 до 11-15% от сухото му вещество. Независимо от незначителния по количество относителен дял на белтъците те участват активно в протичащите при производството на пиво процеси и в значителна степен определят качеството му.

При ниско съдържание на белтъци в ечемика (под 8%) се получава пиво с неплътен вкус и недостатъчно пенообразуване, а при високо белтъчно съдържание (над 12%) полученото пиво е с недостатъчна колоидна стабилност.

Отрицателното влияние на високото белтъчно съдържание се изразява в това, че нормално неговата стойност е в обратна корелация с количеството на нишестето, респ. рандемана на екстракта. Поради това е прието при качествения пивоварен ечемик съдържанието на белтъците да бъде не повече от 11,5 % от сухото му вещество.

Белтъците на ечемика са съсредоточени главно в алейроновия слой и периферните клетки на ендосперма (резервно вещество) и в по-малко количество – във вътрешността на ендосперма като хистологичен белтък.

Физикохимичните, биохимичните и колоидните свойства на белтъчините влияят върху хода на технологичния процес положително или отрицателно. По-голямо значение имат следните им свойства: хидратация, различната им степен на разтворимост (образуват лабилни или стабилни колоидни разтвори), способността им да коагулират при определени условия, денатурация, адсорбция и др.

Един от най-важните процеси е ензимното разграждане на белтъците. Оптималната степен на разграждането им влияе върху пенливостта на пивото, хода на ферментацията, а така също и върху неговата колоидна стабилност.

Протеините (простите белтъци) представляват основната част на белтъците на ечемика (около 90-93%). Според разтворимостта си те се разделят в четири групи: глутелини, проламини, глобулини и албумини.

Глобулинът на ечемика се нарича едестин. Той се съдържа в пивната мъст. Поради това, че не може да бъде отделен напълно при

коагулация, част от него остава в пивото и води до помътняване. Той съдържа 4 фракции, от които  $\beta$ -глобулинът, който представлява сяросъдържащата фракция, не се утаява напълно, независимо от продължителността на варене на пивната мъст, и е причина за появата на “студеното” помътняване на пивото.

Албуминът на ечемика се нарича левкозин. Той е разтворим във вода и разредени разтвори на соли, киселини и основи. При варене се утаява напълно.

Групата на протеидите обхваща съединенията на белтъците с небелтъчните вещества. В ечемика, а също така и в зърната на другите житни култури, най-голям дял заемат *нуклеопротеидите*. В по-малки количества се съдържат *липопротеиди*, *гликопротеиди*, *хромопротеиди* и *фосфопротеиди*.

**Продуктите от разграждането на белтъчините** представляват само 7-8%. Те биват: високомолекулни и нискомолекулни. Високомолекулните продукти са близки по строеж до протеините, но имат по-ниска молекулна маса. Те включват албумози, глобулози и пептони. Посочените вещества преминават в пивната мъст поради това, че са разтворими във вода и не коагулират. Влияят положително върху пълнотата на вкуса и пенозадържането. Те са обаче и потенциални участници в мътнотата на пивото. Нискомолекулните продукти включват пептидите и аминокиселините. Количеството на свободните аминокиселини в ечемика е незначително. Тяхната роля за технологията на пивото е голяма, тъй като служат като източник на азотна храна на дрождите при ферментацията и участват при формиране на ароматно-вкусовите му качества.

### 1.1.2.3. *Липиди*

Количеството на липидите в ечемика е 2-3% от сухото вещество. Те се съдържат главно в алейроновия слой, зародиша и люспата. Липидите на ечемика са представени от триацилглицероли, в които участват висши мастни киселини (стеаринова, палмитинова, олеинова, линолова и линоленова).

Липидите се разграждат частично при кълненето на ечемика с участието на ензима липаза.

#### **1.1.2.4. Фосфоросъдържащи органични съединения**

Около половината от фосфора на ечемика се съдържа под формата на органични съединения. Основната част от тях е представена от *фитина*, а останалата част е под формата на нуклеинови киселини, коензими, белтъчни вещества. Фитинът, в количество 0,9-1,0% от сухото вещество, се съдържа в люспата на ечемика. В резултат на ензимната му хидролиза през време на технологичния процес се освобождава фосфорна киселина, която играе важна роля за киселинността и буферната способност на малца, пивната мъст и пивото. Буферната способност на ечемика и малца се обуславя от системата първични-вторични фосфати.

#### **1.1.2.5. Минерални вещества**

Съдържанието на минералните вещества в ечемика е 2-3%. Те са представени главно от фосфати и силикати. Солите на фосфорната киселина заедно с другите соли се усвояват при развитието на зародиша през време на кълненето на ечемика. Фосфатите играят важна роля при ферментацията на пивната мъст. Силикатите участват при образуване мътнотата на пивото. Значение за пивопроизводството по време на ферментацията имат и солите на някои микроелементи и по-специално тези на цинка.

#### **1.1.2.6. Други безазотни екстрактни вещества**

Към тази група спадат органични съединения, които не съдържат азот. При екстрахиране с вода те преминават в разтвор.

**Полифенолите** в количество 0,1-0,4% се намират в обвивките на зърното и алейроновия слой. Те включват голям брой вещества със сложен строеж и разнообразни свойства. В ечемика се съдържат предимно *флавоноиди*. От тях най-голямо значение за пивоварния процес имат *антоцианогените*. Те са олигомерни съединения, които притежават способността да се свързват с белтъците. Образуват се белтъчно-фенолни комплекси, които се отделят лесно под формата на утайка. Някои автори означават тези фенолни съединения, като “таноиди”.

В ечемика левкоантоцианите са представени от левкоцианидин и левкоделфинидин.

Полифенолите влияят върху цвета и вкуса на пивото, както и върху колоидната му стабилност.



**Горчивите вещества** на ечемика имат липоиден характер. Те са с неприятно горчиво-тръпчив вкус.

**Витамините** са важни хранителни съставки. Количеството им в ечемика е малко. Съсредоточени са главно в зародиша и алейроновия слой. Ечемикът съдържа главно витамин В<sub>1</sub> (тиамин), витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин), витамин С (аскорбинова киселина), витамин Е (токоферол).

Витамините имат важно значение за жизнените процеси при развитието на зародиша. Някои от тях влизат в състава на окислително-редукционните ензими.

**Ензимите** представляват високомолекулни белтъчни вещества. Те се съдържат в ечемика и дрождите. Като специфични биокатализатори те участват активно в обменните процеси през време на малцуването и пивопроизводството.

Количеството на активните ензими в узрелия ечемик е незначително. Условия за образуването им се създават през време на кълненето, когато се създават благоприятни условия за развитието на зародиша и ензимната система се активира. Факторите, които оказват влияние върху регулирането и направляването на ензимните процеси са температурата, активната киселинност и концентрацията, както и наличието на активатори.

Значение за малцовото и пивоварното производство имат *хидролитичните ензими (хидролази) и оксидоредуктазите*. Последните са важни катализатори при окислително-редукционните процеси, свързани с процесите на дишане и ферментация. Биологичното окисление (дишането) осигурява значителна част от необходимата енергия.

Малцовото и пивоварното производство почива на действието на хидролазите. От тях значение имат: карбохидролазите, протеазите и естеразите.

*α-амилазата* (α-1,4-D-глюкан-глюканхидролаза, 3.2.1.1) е ендоамилаза и е един от основните ензими при разграждането на нишестето. В резултат на каталитичното ѝ действие амилозата се разгражда до декстрини с по-ниско молекулно тегло, а амилопектинът – до линейни и крайни декстрини, както и малко количество малтоза и D-глюкоза.

*β-амилазата* (α-1,4-D-глюкан-малтохидролаза, 3.2.1.2) е единственият хидролитичен ензим, който е активен в узрелия ечемик. Той е екзоензим. В резултат на действието му амилозата и амилопектинът се разграждат до малтоза и висши декстрини.

*Хемицелулазите* включват голям брой ензими. От тях значение имат ендо- и екзо- $\beta$ -глюканазите и ксиланазите. За малцовото и пивоварното производство по-голямо значение имат ендо- $\beta$ -глюканазите и екзо- $\beta$ -глюканазите.

*Протеазите* се разделят на протеинази и пептидази, които катализират разграждането на белтъците до високо-, средно- и нискомолекулни фракции азотосъдържащи вещества.

От естеразите най-голямо значение има *фитазата*, която катализира ензимната хидролиза на фитина и води до отцепването на фосфорна киселина.

*Липазите* в ечемика са в неразтворима форма.

#### **1.1.2.7. Разновидности и качествена оценка на ечемика**

Културният посевен ечемик е пролетно или зимно житно растение. При производството на пиво се използват предимно двуредни ечемиси. Характерно за тях е по-едро и изравнено зърно с по-тънка люспа. Такова зърно има високо екстрактно съдържание и по-ниско съдържание на полифеноли и горчиви вещества.

Многоредните ечемиси и особено шестредните се характеризират с неизравнени зърна, които имат по-дебела и груба люспа.

**Качествената оценка** на ечемика включва органолептична и химико-технологична преценка.

Органолептичната оценка включва показателите: едрина, форма, еднородност и изравненост на зърното, вид и съдържание на люспата, цвят, мирис, чистота, повредени зърна.

Механичните и химичните изследвания включват показателите: сортиране, хектолитрова маса, абсолютна маса, брашно-видност, водно съдържание, екстракт, съдържание на белтъчини.

Физиологичните изследвания включват: кълняема енергия, кълняема способност и водочувствителност.

При приемане на ечемика се определят основно жизнеспособност, влагосъдържание, съдържание на белтъчини и примеси.