

2. Анатомично устройство на зърното

Основното разбиране на анатомичните характеристики и вътрешното устройство (вътрешната структура) на всички зърнено-житни суровини е от първостепенно значение за тяхното ефективно използване. Структурата влияе върху всички процеси, като се започне от производството на суровини, премине се през съхранението, преработката и приключи с консумацията на готовите изделия.

Повечето суровини не се консумират като цели зърна. Те са обект на въздействия, които са почти винаги предшествани от серия от структурни (анатомични) разделяния. Особеното устройство и състав на някои зърна позволява преработка, неподходяща за други видове.

Въпреки, че съществува голям брой зърнени суровините те са изградени от едни и същи съставни части и имат много повече структурни прилики, отколкото разлики.

Относителните пропорции на главните им съставни части варират в сравнително тесни граници (виж табл. 2.1). Основната част на зърното е богатия на нишесте *ендосперм*, които служи като хранителен резерв на *ембриона* (наричан по-често *зародиш*). Най-външният слой на ендосперма се състои от единични или няколко реда силно модифицирани клетки и се нарича *алейронов слой* или *алейронов ендосперм*. Периферията на алейроновия слой е обгърната от серия от силно уплътнени клетъчни слоеве, образуващи *обвивката на зърното*.

При овеса, ориза, повечето видове ечемик и др. обвивките на цвета остават прикрепени към зърното след вършитбата. Тази целулозна и понякога силициево-целулозна обвивка, наречена *цветна плева*, определя тези суровини като „плевести“. Останалите, при които цветните обвивки се отделят при вършитбата се наричат „голи“.

2.1. Цветни плеви

Цветните плеви осигуряват естествена защита на зърното от повреди, проникване на микроорганизми и складови вредители. Цветните плеви се състоят от 2 част: вътрешна и външна цветна плева, свързани една с друга, посредством специална „заклучваща“ се структура. Състоят се от кухи клетки с груби целулозни силно одървесени стени. При някои семена цветните плеви са покрити с нежни власинки (трихоми), а също така и с правоъгълни, „зъбообразни“ елементи богати на силиций.

Цветните плеви са състоят основно от целулоза (до 36 %), хемицелулоза, лигнин (до 30%) и минерални вещества. Количеството на протеините е нищожно. Минералният състав е разнообразен, но силиция може да достигне до 90% от общото минерално съдържание (характерно повече за ориза). В зряло състояние плевите съдържат много лигнин и могат да бъдат крехки и чупливи. Този химичен състав

2. Анатомично устройство на зърното

Таблица 2.1.: Относителен дял на съставните части на зърното при различни суровини.

Зърнена суровина	Зародиш (%)	Обвивки (%)	Алейронов слой (%)	Ендосперм (%)
Ечемик	3,4	18,3	79	
Овес	3,7	28,7-41,4		
Ориз	3,5	1,5	4-6	89-94
Ръж	3,5	12,0	85	
Сорго	7,8-12,1	7,3-9,3		80-85
Твърда пшеница	1,6	12,0	86	
Тритикале	3,7	14,4	82	
Хлебна пшеница	2,7	7,9	6,7-7,0	81-84
Царевица	8,4	5,5		82

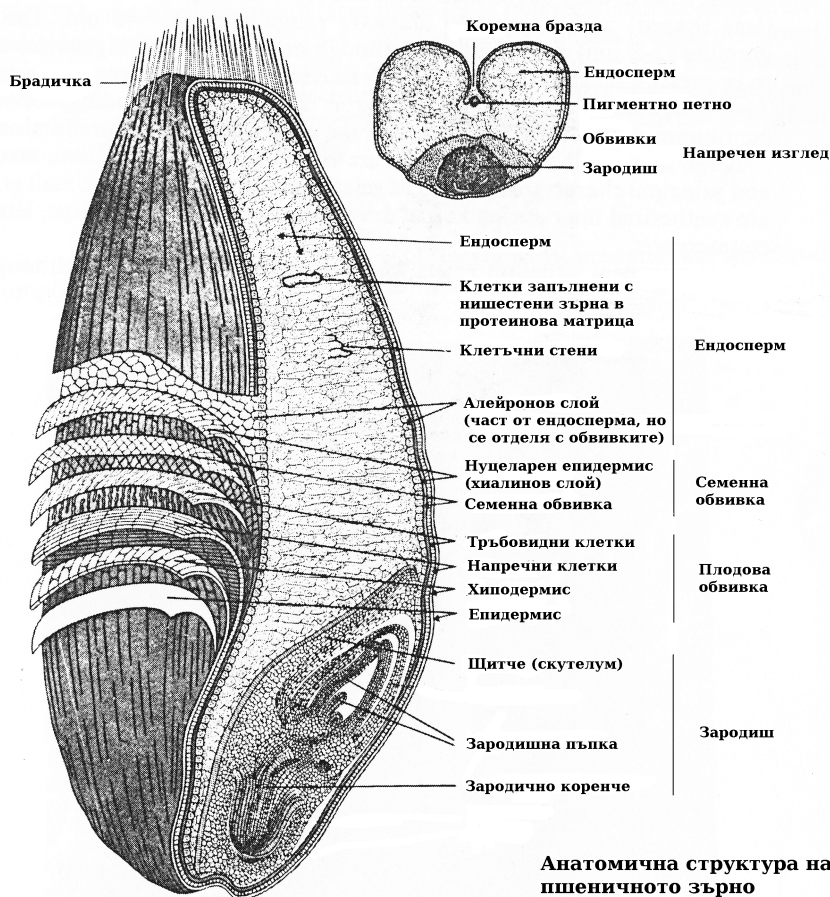
предполага *изключително ниска хранителна стойност*. Освен това, попаднали в храната, цветните плеви могат да бъдат опасни, защото при счупване острият им краища могат да се забилят в храносмилателния тракт на животните и да предизвикат възпаления и дори смърт. Поради това *премахването на цветните плеви е задължително* преди използване на плевестите суровини във фуражната промишленост и за храна на хора.

2.2. Обвивки

Обвивките предпазват ендосперма и зародиша от механични и химични повреди и поразяване от микроорганизми. Делят се на *плодова* (перикарпий) и *семенна* (периспермий, теста, спермодермий, интергумент, пигментен слой).

Цветът на плодовата обвивка може да варира от тъмнокафяв до полупрозрачен бледожълт или прозрачен, почти безцветен (при пшеницата). Обвивките съдържат основно целулоза, но са богати на витамини от групата В и минерали (желязо, цинк, мед, магнезий). При навлажняване набъбват, стават жилави и трудно се раздробяват.

ПЛОДОВАТА ОБВИВКИ на пшеницата, ръжта и донякъде тритикалето се състои от 4 ясно обособени слоя: епидермис, хиподермис, слой от напречени клетки и слой от тръбовидни клетки. Епидермиса и хиподермиса образуват външния перикарпий. От вътрешната страна на хиподермиса се разполага слой от остатъчни тънкостенни клетки, които образуват повърхност с по-слаба структура и при механична обработка (шлайфване) външния перикарпий може относително лесно да се отстрани. Вътрешният перикарпий обхваща напречните и тръбовидните клетки. Напречните клетки са дълги и цилиндрични ($125 \times 20 \mu m$) и имат надлъжна ос перпендикулярна на надлъжната ос на зърното. Те са силно уплътнени без или с малки междуклетъчни пространства. Силното уплътнение прави сечението им правоъгълно. Тръбовид-



Фигура 2.1.: Анатомично устройство на пшенично зърно.

ните клетки са подобни по форма и размери на напречните, но тяхната надлъжна ос е разположена успоредно на надлъжната ос на зърното. Тръбовидните клетки не са уплътнени, напречното им сечение е овално и не формират непрекъснат слой. Така се образуват много междуклетъчни пространства.

Под плодовата обвивка се намира СМЕННАТА ОБВИВКА. Нейното количество е 1-2,5% от масата на зърното и е здраво свързана с подлежащия слой от ендосперма, наречен алейронов слой. При пшеницата семенната обвивка се състои от два подслоя: външен – същинска семенна обвивка (теста) и вътрешен – нуцеларен епидермис (или хиалинов слой). Същинската семенна обвивка може да съдържа пигменти. Наличието или липсата на пигменти определя цвета на пшеницата (бял до червеникаво кафяв). Нуцеларният епидермис е образуван от безцветни, дебелостенни клетки с неправилна форма и съдържа голямо количество хемицелулоза. В сравнение с плодовата, семенната обвивка съдържа по-малко целулоза. Богата е на белтъчни вещества и въглехидрати. Заедно с алейроновия слой, определят високото белтъчно съдържание на пшеничните трици.

2.3. Ендосперм

Ендоспермът е основната част на зърното и съдържа запасни хранителни вещества за развитието на зародиша. Периферните слоеве на ендосперма образуват АЛЕЙРОНОВИЯ СЛОЙ. Въпреки, че алейроновият слой е част от ендосперма, при раздробяване той се отделя заедно с обвивките. Алейроновият слой се състои от един или няколко реда дебелостенни и непрозрачни клетки.

Въпреки, че относителният дял на алейроновия слой е около 8 % в него се съдържат 1/6 от всички белтъчини в зърното. В състава на алейроновия слой влизат и значителни количества пигментни вещества, витамини и ензими, но не и нишесте. В този слой са съсредоточени половината от витамините от групата В.

Този богат химичен състав определя високата хранителна стойност на алейроновия слой. Въпреки това, поради трудното разграждане на дебелите клетъчни стени, ценните за храненето вещества не могат да се усвоят от животни само с един стомах (непреживни животни). При класическото смилане на пшеницата клетките остават относително цели. Това се дължи на предварителното навлажняване и отлежаване на зърното преди смилане. От друга страна, при сухо и фино смилане, част от клетките се разрушават и хранителните вещества в тях стават усвояеми.

БРАШНЕНОТО ЯДРО е най-ценната в хранително отношение част на зърното. Богато е на белтъчини, нишесте, малко количество витамини и следи от минерали. Състои се от големи тънкостенни клетки, плътно запълнени с нишестени зрънца, белтъчини и други вещества. Половината от всички белтъчни вещества в брашненото ядро представляват основа (белтъчна матрица), в която са включени едри и дребни нишестени зрънца с различна форма. Този белтък се нарича *промеждутъчен*. Определено количество белтък се намира на повърхността основно на едрите и средните нишестени зрънца и е здраво свързан с тях. Този белтък се нарича *прикрепен* и при обикновените методи на смилане не се отделя.

Разпределението на белтъчните вещества и нишестето не е еднакво в ендосперма. Периферните слоеве са относително богати на белтъчни вещества и бедни на нишесте, докато в посока към центъра белтъчните вещества намаляват за сметка на нишестето.

Ендоспермът е здрава, но крехка структура, която при смилане се превръща в частици с разнообразни размери. За да се облекчи смилането му (само на ендосперма) зърното може да се навлажни, при което белтъчната матрица набъбва и намалява здравината си.

Важна характеристика на ендосперма е неговия вид. Той бива брашнест или стъкловиден. Брашнеността и стъкловидността са оптични свойства и са в резултат на присъствието или отсъствието на празни пространства в структурата на ендосперма. Дифракцията или дифузията на светлината във всяко празно пространство прави ендосперма брашнест. Стъкловидният ендосперм е компактен, няма празни пространства и изглежда като „стъклен“.

Механизмът на образуване на двата вида ендосперм не е особено изучен, но се предполага, че по време на последната фаза на развитие на плода, когато той изсъхва, при брашнестите зърна има свиване и разкъсване на белтъчната матрица,

докато при стъкловидните - белтъчната матрица се свива, но не се разкъсва.

2.4. Зародиш

Тази част на зърното представлява ембриона, зачатъка на новото растение. Състои се от *зародишна пъпка*, *зародишно коренче* и *щитче (скутелум)*. От коренчето се развива кореновата система на бъдещото растение, а от пъпката – стеблото. Щитчето (скутелума) се намира между зародиша и ендосперма и плътно ги свързва. То служи като орган за връзка между развиващото се растение и неговия източник на храна (ендосперма) и едновременно с това е източник на вещества (ензими), разграждащи ендосперма в началните етапи от развитието на новото растение.

По време на прорастването хранителните вещества преминават от ендосперма към зародиша през щитчето. В обратна посока преминава влагата при навлажняване на зърното.

Въпреки, че зародишът не е преобладаваща част от зърното по размер, неговият химичен състав е богат на белтъчини, включително ензими, мазнини, витамини от групата В (и Е при пшеницата), минерални соли и антиоксиданти. Тази висока хранителна стойност има и своята отрицателна страна. При смилане и съответно разрушаване на зародиша се отделят мазнини, които в контакт с въздуха се окисляват (гранясват), влошават качеството на смлените продукти (вгорчават ги) и намаляват стабилността им при съхранение. Поради това, отделянето на зародиша от останалите млевни продукти е задължителен етап в съвременните технологии за преработка на зърно.