

ПОЉОПРИВРЕДНО ПРЕХРАМБЕНО МАШИНСТВО

1. Пољопривредно машинство – машине за производњу хране

различити приступи у дефинисању пољопривреде

- Постоје различити приступи у дефинисању пољопривреде:
- *Практичним приступ* треба да понуди одговор на питање чиме се пољопривреда бави?
 - *Производно-технолошки и организациони приступ* нуди одговор на питање да ли се пољопривреда обухвата само примарну производњу или обухвата и остале секторе привреде?
 - *Пословно-професионални приступ* намеће питање да је пољопривреда начин живота или посао (енг. business) као и сваки други?
 - *Радно-културни приступ* доноси трагање за одговором на питање да ли пољопривредници имају урођени приступ своме послу?
 - *Еколошко-патротски приступ* дефинисања пољопривреде доноси питање да ли је бављење пољопривредом преваходно занимање или је то својеврсни идентитет?
 - *Агро-планетарни приступ* је доминантан при трагању за одговором да ли конвенционална пољопривреда може на адекватан начин да одговори изазовима планетарног проблема на релацији храна - сиромаштво – популација?

Пољопривреда је привредна делатност производње хране и сировина биљног и животињског порекла. Овако се дефинише тзв. примарна пољопривреда тј. пољопривреда у ужем смислу. Тако дефинисана пољопривреда спада у *примарни привредни сектор*.

Међутим, пољопривреда задире и у остале привредне секторе, тим пре што је ширина поимања пољопривреде одређена општим степеном развијености земље и њене привреде. Примарна пољопривреда се нарочито ослања на три гране индустрију у оквиру *секундарног привредног сектора*. Наиме, испрва се управо у индустрији обезбеђују потребни репроматеријали за примарну пољопривредну производњу попут семана, минералних ђубрива, пестицида и осталог. Потом, управо индустрија пољопривредних машина обезбеђује потребна техничка средства за реализацију примарне пољопривредне производње. Најзад, примарни производи биљног и животињског порекла бивају сировине за прерађивачку прехранбenu индустрију у којој се стварају готови производи.

У оквиру *терцијалног сектора привреде* обавља се трговина свим горе наведеним производима што из примарног што из секундарног сектора, а сама примарна пољопривредна производња утиче и на остале терцијалне гране привреде попут саобраћаја, угоститељства, туризма и банкарства.

Пољопривреда је повезана чак и са *квартарним сектором привреде* кроз образовање младих и нових кадрова, те кроз научна достигнућа која стално унапређују пољопривредну производњу.

Производно-технолошки и организациони приступ дефинисању пољопривреде доноси питање да ли пољопривреда обухвата само примарну производњу или обједињује међусобно повезане делатности свих привредних сектора. Узимајући у обзир да пољопривреда у ширем смислу обухвата све секторе привреде могуће је пољопривреду дефинисати и свеобухватно. Пољопривреда је привредна делатност која обухвата биљну и сточарску производњу и с њима повезане индустријске и услужне делатности. У српском језику се одомаћо термин *аграр* (грч. agros, лат. ager) који обухвата већину аспеката пољопривреде по секторима привреде, па уз то и земљу, земљишне реформе, законе и др.

дефиниције и делатности пољопривреде

могућности запошљавања
инж. пољ. маш.

Машински инжењери пољопривредног машинства свој професионални ангажман остварују у сва четири наведена сектора привреде у складу са својим стручним компетенцијама, али и афинитетима. У примарном сектору раде на експлоатацији и одржавању пољопривредних машина, у секундарном сектору баве се пројектовањем, конструисањем, производњом и испитивањем пољопривредних машина, у терцијалном сектору баве се продајом пољопривредних машина, а у кварталном сектору баве се едукацијом ученика и научно-истраживачким радом. У складу са наведеним могућим делатностима машинског инжињера пољопривредног машинства, они имају могућност запошљавања при пољопривредним имањима као тзв. механизатори или тзв. сервисни менаџери (eng. servis manager), у фабрикама као пројектанти и конструктори, у трговачким предузећима за продају пољопривредних машина као менаџери продаје (енг. sales manager) или у школама, факултетима и на институтима као наставници, професори односно истраживачи.

где се производи?
шта се производи?

Примарна пољопривредна производња хране и сировина обавља се на пољопривредним земљиштима као што су њиве, воћњаци, виногради, рибањаци, ливаде, пашњаци, стакленици, пластеници, шуме и друга, као и у пољопривредним објектима за организован узгој домаћих животиња. Секундарна (индустријска или прерађивачка или прехрамбена) пољопривредна производња обавља се у специјално пројектованим и за то намењеним фабрикама. Обједињене, ове две гране пољопривреде затварају ланац производње и обезбеђују готове или полуготове производе за исхрану. Популаран назив за овај концепт је: „од њиве до трпезе“. Готови производи су одмах јестиви, а полуготови су јестиви након додатне, најчешће термичке припреме.

задаци пољопривредне производње

Стални задатак пољопривредне производње, нарочито биљне, током развоја кроз историју био је да обезбеди пораст приноса који би испратио пораст броја становништва на планети Земљи (1). Ова тенденција која се односи на квантитет хране никада није престала, последица је сталних техничко-технолошких унапређења, штавише с времена на време доживљава процват који се огледа у наглим скоковима продуктивности пољопривредне производње (Зелена револуција, ГМО револуција). Савремена пољопривреда у развијеним земљама дефинисана је захтевима: производње здравствено безбедне хране максималног квалитета (2), минималне цене коштања производа (3) и заштите животне средине (4). У контексту одрживе пољопривредне производње (енг. sustainable agriculture), последњи став међу три наведена има највећи значај. Сви истраживачки и развојни напори, чак и када су у основи посвећени решавању сасвим другог проблема, у себи имају садржан циљ да се допринесе решавању горе постављених захтева. Шире стратегије развоја пољопривреде намећу као задатке: изградњу одрживог и ефикасног система за затварање пољопривредне производње по систему „од њиве до трпезе“ умрежавањем произвођачког и прерађивачког сектора чији ће излаз бити готов производ (5), затим подршку произвођачком и животном стандарду пољопривредника (6) и подршку одрживом развоју руралних средина (7).

агро-

У српском језику се одомаћио термин *аграр* (грч. agros, лат. ager – њива, поље) који обухвата већину аспеката пољопривреде по секторима привреде, па уз то и земљу, земљишне реформе, законе и друго. Такође, велики је број кованица које садрже реч „агро“ у контексту и са значењем „пољопривреда“. Најчешће се користе термини: агрономија са значењем науке о обради земље односно о пољопривреди, агропословање (енг. agribusiness - агробизнис) са значењем економског деловања у пољопривредној производњи, агротехника са значењем пољопривредне технике тј. механизације, агротехничке мере са значењем потребних технолошко-техничких операција током пољопривредне производње или агротехнички захтеви којима се оптимизира рад пољопривредних машина са становишта особина и задатака које морају да испуњавају.

Технологија у пољопривредној производњи је примењена научна дисциплина која проучава међусобни однос средстава и метода производње у сфери добијања биљних и животињских производа за исхрану, сагласно са законима природних наука и економске целисходности. Технологија биљне производње, у ширем смислу, обухвата унапред прописан низ активности у циљу постизања највиших могућих приноса одређене биљне врсте током рационалне и планске пољопривредне производње. Ове активности се називају *пољопривредне операције*. Дакле, технологија гајења одређене биљне врсте је упутство или рецепт о потребним активностима тј. операцијама које треба предузети у циљу добијања што већег и квалитетнијег приноса те биљне врсте. Технолошки процеси у пољопривредној производњи могу се приказати као низ операција, чије време започињања и начин извршења, поред календарског датума, зависи од спољних утицаја (пре свега климатских) и примењене механизације. Операције које чине одређену технологију не морају бити стриктно одређене за појединачне биљне или животињске врсте, може такође варирати и њихов број и њихов редослед. Пољопривредне технологије се мењају током времена, зависно од климе, квалитета земљишта, развоја нових сорти и раса, економског потстицања, нивоа и могућности пољопривредне механизације којом се располаже.

Зависност технологија, пољопривредних машина и објекта (земљишта, биљке, плода, итд.) може се приказати у виду међузависности представљене троуглом. Ова повезаност указује да се ниједан од наведених чинилаца у троуглу не може посматрати без утицаја друга два. Најважнији сегмент од кога се полази је објекат тј. земљиште, биљка, плод итд. да би се у зависности од нивоа примењене механизације дошло до одређене технологије, односно у зависности од технологије, карактеристичне за поједине услове (нагиб терена, клима, сорта, итд.) дошло до одговарајућих решења машина. Технологија диктира техничка решења пољопривредних машина и обрнуто. Ниво науке и технике утиче на развој технологија и пољопривредних машина, слика 1.



Слика 1. Међузависност технологије, пољопривредних машина и објекта

При планирању пољопривредне производње неопходно је увођење образложења примене технологија на основу примењене механизације. Велики значај у томе има разрада технолошких карата за производњу биљних врста, као и за производњу у појединим гранама сточарства.

Технолошке карте морају садржати следеће податке:

- агротехничке норме и квалитет рада,
- агротехнички рок, укупни и дневни обим радова,
- састав агрегата и потребан број људи,
- сатни и дневни учинак, као и потребан број агрегата,
- утрошак рада машина и радне снаге по јединици производа.

Технолошке карте су основни документ при планирању потребних пољопривредних машина, при изради перспективних планова, као и при планирању експлоатације машинског парка у редовној производњи. На основу таквих карата израђују се детаљне оперативне технолошке карте за конкретне радне операције на производним парцелама и групама парцела са истим или сличним радним захтевима.

Доследним коришћењем технолошких карата може се знатно унапредити пољопривредна производња. Осим тога, већи је степен коришћења машина што доводи до повећања производње по јединици површине уз минимални утрошак рада и средстава.

1.1. Основни појмови

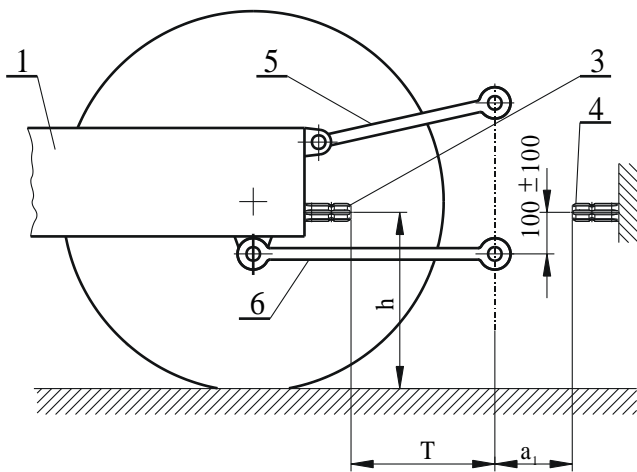
Алат је основно средство за рад. Алати су првобитно били својеврсни продужеци људских екстремитета за олакшано обављање послова. У пољопривреди ово беху помагала која су људима олакшавали обраду земље и третирање биљака. У међувремену, алати су постали саставни делови машина, могу бити пасивни или активни и помоћу њих се непосредно извршава задатак за који је машина намењена и пројектована. **На пример**, мотика којом је земља вековима копана, након модификације и прилагођавања постаје пасивни алат на машинама за основну и додатну обраду земљишта, ручна коса као вишевоковна алатка за кошење травнатих биљних врста постаје активни алат на машинским косачицама и комбајнима, а виле и грабуље постају активни алати машинских грабљи.

Машина је скуп делова повезаних у једну логичну целину с циљем реализовања одређеног задатка односно извођења једне или више операција. У терминологији српског језика термини апарат и уређај су синоними за машину, али се чешће користе да означе машину која доминантно користи електричну енергију и људи је употребљавају непосредно. Научно дефинисана, машина је свака направа која преноси или претвара енергију, или направа за повећање вредности силе, измену правца деловања силе или повећања брзине којом се обавља неки рад. Машине захтевају један вид улазне енергије да би на излазу дали неки други вид енергије, најчешће у облику механичког рада. Пољопривредне машине су техничка средства за реализацију одређене технолошке операције у пољопривредној производњи.

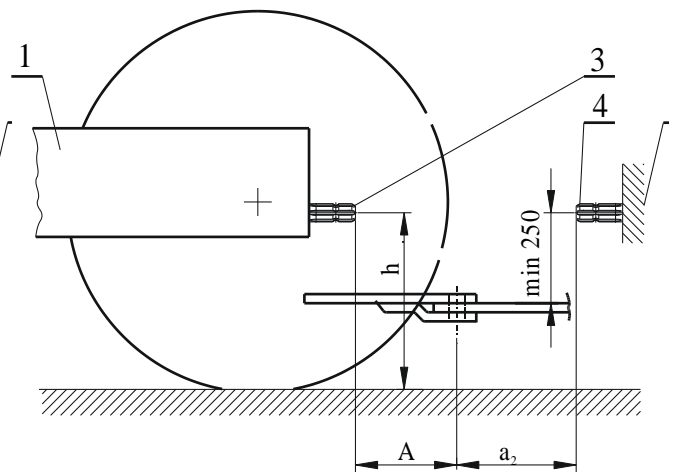
Данас је свака пољопривредна операција механизована, а већина пољопривредних машина које обављају те операције су претрпеле и неки од степена аутоматизације. Дакле, за сваку пољопривредну операцију која се примењује у оквиру технолошког поступка узгајања одређене биљне врсте постоји конкретна тзв. *радна пољопривредна машина*. Највећи број ових пољопривредних машина нити су самоходне нити имају сопствени извор енергије за покретање радних делова уколико су ови активни. Стога се све ове машине прикључују на пољопривредни трактор, па се у терминологији пољопривредног машинства још називају и *прикључне пољопривредне машине*.

Први задатак трактора (енг. Tractor) је да вуче или носи радну машину (енг. Implement). Други задатак трактора је да уколико је потребно обезбеђује снагу за погон активних радних делова радне машине. Пољопривредни трактор је, дакле, *вучно(или носеће)-погонска машина*. Вуча се обавља преко вучника и/или потезнице трактора, а ношење посредством прикључно-подизног механизма трактора, слике 2 и 3. Трактор одаје властиту снагу прикључно-радној машини посредством прикључног вратила трактора (енг. Power Take-Off - PTO), док се с друге стране тзв. карданског вратила (енг. Drive Shaft) којим се преносе снага и обртни момент, налази улазно вратило радне машине (енг. Power-Input Connection - PIC), слике 4 и 5, табела 1.

Прикључивањем трактора и једне или више радних машина настаје *тракторско-машински агрегат (ТМА)*. Уколико, пак, радна машина има сопствени извор енергије, најчешће СУС мотор, за погон кретног система и активних радних органа, онда се назива *самоходна пољопривредна машина* (енг. Self-Propelled Machine). Не мали број радних машина могу имати различите изведбе односно бити ношене, вучене или самоходне. Ношене радне машине у оквиру тракторско-машинских агрегата имају мањи капацитет него вучене, али дозвољавају боље маневарске способности самом агрегату које се огледају пре свега у мањем радијусу окретања и лакшем транспорту. У оба случаја снага потребна за кретање активних радних делова радне машине се одаје са трактора прикљученој радној машини посредством карданског вратила. Самоходне пољопривредне машине су економски исплативе само за велика имања или велики број радних сати током сезоне, одликује их независност од трактора као погонске машине, уштеда времена због изостављања прикључивања радне машине за трактор, велики капацитет и могућност високог клиренса чиме се повећава опсег времена употребе током вегетационог периода одређених биљних врсти. **На пример**, прскалица са високим клиренсом може се користити при производњи кукуруза током целог вегетационог периода, док се ношене или вучене могу користити само током прва два месеца вегетације док је могућа проходност трактора кроз парцелу под кукурузом.



Слика 4: Положај задњег прикључног вратила у односу на **ношену** прикључну машину:
1-трактор, 2-прикључна машина, 3-РТО, 4-РПС, 5-горња полула и 6-доња полула



Слика 5: Положај задњег прикључног вратила у односу на **вучену** прикључну машину:
1-трактор, 2-прикључна машина, 3-РТО, 4-РПС, 5-горња полула и 6-доња полула

Табела 1. Карактеристике типова прикључних вратила

Тип	Називни пречник	Број и тип жљебова	Називна учесталост ротације РТО [o/min]	Максимална снага на РТО при називној учесталости ротације [kW]
1	35	6 равних	540	48
2	35	21 еволвентни	1000	92
3	45	20 еволвентних	1000	185

Опрема је део машине или засебан уређај који помаже машини да изврши задатак за који је машина пројектована, и то ефикасније, сигурније или брже. Машина ће задатак за који је пројектована извршити и без опреме, па је опрема сама за себе неупотребљива или нефункционална. Одређена опрема се функционално користи само уз машину за коју је намењена. **На пример**, мотор је саставни део трактора и трактор је немогуће пројектовати и произвести, па потом користити без мотора. Али, клима уређај у тракторској кабини представља опрему трактора, јер трактор би сасвим успешно извршавао задатке за које је пројектован тј. вукао (носио) и погонио прикључне машине и уколико тракторска кабина не би била опремљена клима уређајем. Ипак, клима уређај као део тракторске опреме чини руковаоцу трактором рад комфорнијим с ергономског аспекта, а тиме се и саме пољопривредне операције обављају ефикасније, сигурније и брже током употребе тракторско-машинског агрегата.

Неретко је тешко разграничити опрему од неопходног дела за функционалан рад машине. Када је реч о пољопривредним машинама ово је нарочито изражено због варирања у технологији. **На пример**, с аспекта главне намене и функције житних комбајна односно жетве зрна житарица, преса представља опрему комбајна која се поставља само у случају потребе за балирањем сламе. Међутим, уколико комбајн послује искључиво у оквиру сточарског имања сама технологија биљне производње усмерена је ка исхрани и чувању стоке, те неизоставно предвиђа балирање сламе, а не само производњу зрна. Стога ће преса на оваквом житном комбајну бити саставни и неизоставни део комбајна. Чак и овакав приступ посматрању пресе на комбајнима оставља могућност за додатно разматрање с технолошког аспекта пошто управо технологија прописује да ли ће операција балирања бити извршена истовремено са жетвом или накнадно као операција која следи жетви, тим пре што сточарска имања највероватније садрже једну или више преса као засебне радне машине.

У појединим случајевима, коришћење опреме се законски прописује или стандардизује у циљу безбедности при руковању. **На пример**, дискосне косачице могу потпуно функционално вршити кошење за које су и пројектоване без заштитних завеса околу дискова, али заштитне завесе су постале прописима обавезујуће при производњи и употреби дискосних косачица, па се више и не сматрају опремом, већ неопходним саставним делом. Њихова улога је да заштите људе и машине који се нађу у близини косачица током рада од евентуалног одбацивања услед инерцијалних сила тврђих предмета који могу нанети повреду и оштећења.

Прва фаза је *прикупљање података* (енг. data logging, results) спроводи се уз подршку сателитског система позиционирања и подразумева следеће поступке (**црвена боја на слици 6**):

- мерење приноса (енг. yield monitoring) током убирања усева користећи сензоре масеног протока, влаге и температуре,
- узорковање земљишта (енг. soil sampling) помоћу адекватних уређаја, и/или
- извиђање поља (енг. field scouting) помоћу спектрометријских сензора.

Циљ свих активности унутар ове фазе је уочавање **локацијских специфичности** земљишта и/или усева.

Друга фаза је *вредновање и планирање* и подразумева следеће поступке (**жута боја на слици 6**):

- формирање мапа приноса (енг. yield maps) на основу прикупљених података током праћења приноса, и/или формирање мапа нутритивног садржаја тла на основу прикупљених података током узорковања земљишта и/или формирање мапа стања усева након спектрометријског извиђања поља,
- **формирање организационих области** (енг. Management Zones) и **мапа за дозирање** (енг. Prescription Maps) минералног ђубрива, семена и пестицида, на основу мапа заснованих на прикупљеним подацима током једне или више претходних сезона.

Трећа фаза је *примена* и подразумева коришћење одређених мапа при дренажи тла или за дозирање при управљању нормом дистрибуције семена, ђубрива и пестицида (**зелена боја на слици 6**). Примена свих инпута по принципима прецизне пољопривреде и уз примену одговарајући технички средстава и опреме, подразумева коришћење **променљиве норме** (енг. Variable Rate Application - VRA), при чему се инпути широм поља не примењују униформно већ искључиво локацијски специфично у границама претходно уочених и дефинисаних зона.

1.2.2. Уклапање прохода. - За различите операције у пољопривреди захтева се различита тачност уклапања прохода, у вези са последицама агротехничких мера, уштедама времена, средстава и другим утицајима. Према дозвољеном одступању, од највећег ка најмањем, то је:

1. Дистрибуција минералних хранива.
2. Обрада земљишта (разривање, тањирање, допунска и предсетвена припрема).
3. Заштита биља и жетва, укључујући кошење.
4. Сетва, садња и међуредна обрада.

Праволинијске путање омогућавају њихову паралелност, те следствено правилну консталацију усева по парцели, а самим тим и лакше обављање свих пољопривредних операција. Искуство руковоаца трактора манифестује се такође кроз њихову способност да трактор воде праволинијски, али овај задатак је веома тежак, при томе и заморан. Сателитско навођење трактора идеално је решење и најзахвалнија асистенција сваком руковоацу при праволинијском вођењу трактора. Само управљање, у смислу закретања волана, може бити *мануелно* или *аутоматско*. Иако је сателитско навођење тракторско-машинских агрегата могуће по различитим принципима који се заснивају на различитим могућим односима између суседних трајекторија кретања трактора (слика 7), најдиректнија последица опремања трактора и других машина опремом за сателитско позиционирање и аутоматско управљање је *прецизније уклапање прохода*, што подразумева *прецизније вођење машина по правцу* с једне стране, и *смањење преклопа* (следствено и *смањење броја прохода по парцели*) током обављања одређене операције с друге стране.

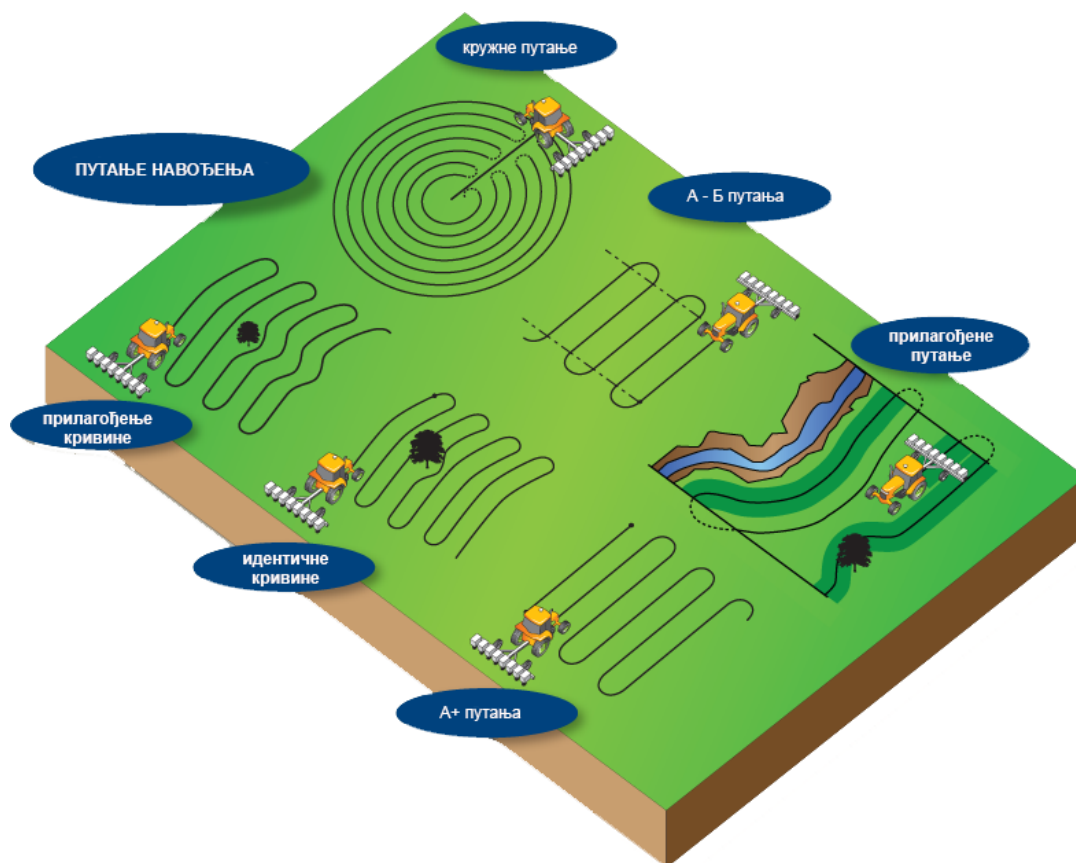
Из прецизнијег вођења машина по правцу проистичу следеће директне предности и уштеде:

1. *смањење губитака и оштећења биљне масе*
2. *квалитетнија структура*

Из смањења броја прохода по парцели проистичу следеће директне предности и уштеде:

3. *смањење пољопривредних инпута,*
4. *смањење потрошње горива,*
5. *побољшање еколошких услова,*
6. *побољшање ергономских услова,*
7. *повећање продуктивности рада.*

Свака од наведених директних предности и уштеда при одређеној пољопривредној операцији долази више или мање до изражаја односно зависи од самих захтева операције.



Слика 7. Типови путања за навођење тракторско-машинских агрегата

Само коришћење сателитске навигације доноси и две индиректне предности и уштеде које се односе на све пољопривредне операције:

1. Прва индиректна предност је *могућност рада ноћу* што је нарочито битно при ограниченим временским роковима за обављање одређених пољопривредних операција, при чему то ограничење превасходно потиче од лоших метеоролошких прилика.
2. Друга индиректна предност се односи на то што већина система за сателитско навођење има интегрисане и друге функције, које могу добро да послуже за *менаџмент, књиговодство, разне документације и планирање производње* у наредном периоду. Ове две предности, иако индиректне, веома су значајне.

3. Прехрамбено машинство – машине за прераду хране

Прехрамбено машинство подразумева технологију, машине и опрему која се користи у производњи, обради, паковању, складиштењу и транспорту хране. То укључује различите врсте машина и опреме, као што су сецкалице, мешалице, разне врсте комора и посуда, пећи, сушаре, хладњаче и замрзивачи, машине за пуњење, етикетирање и паковање хране, као и друге машине и опрему за производњу хране у различитим облицима и величинама. Прехрамбено машинство је кључни фактор у савременој прехрамбеној индустрији, омогућавајући произвођачима хране да производе велике количине хране са минималним губицима и ефикасношћу производње, а такође обезбеђује квалитет, сигурност и одрживост хране.

Машины за прераду хране су кључни елементи у модерној прехрамбеној индустрији. Ове машине и опрема користе се за прераду сировина у финалне производе који се налазе на полицама продавница. Постоји велики број различитих машина и опреме у прехрамбеној индустрији. Машины за прераду хране обично су пројектоване да обављају специфичне задатке. На пример, машине за млевање меса користе се за производњу млевеног меса, док се машине за пуњење кобасица користе за производњу кобасица. Такође постоје машине за сечење и љуштење воћа и поврћа, машине за сушење и печење хране, машине за паковање хране, машине за пуњење и затварање лименки и других посуда, и многе друге. Осим тога, машине за прераду хране су кључни у одржавању квалитета и сигурности хране, што је од велике важности за заштиту потрошача од потенцијално штетних контаминаната.

Упоредо са развојем нових прехрамбених технологија развија се и прехрамбено машинство, а **иновативне нове машине константно се појављују у овој грани индустрије**. Ове машине побољшавају ефикасност производње и квалитет финалног производа, што доприноси расту и развоју прехрамбене индустрије. Као резултат тога, прехрамбено машинство игра кључну улогу у нашем свакодневном животу обезбеђујући нам широк избор квалитетне хране доступне у продавницама и ресторанима широм света.

3.1 Конзервација хране

Конзервација или конзервирање хране (lat. conservare - сачувати) је било који од низа метода којима се храна чува од кварења након бербе/жетве или клања, на краће или дуже време. Након бербе/жетве или клања, почиње трка са временом за очување квалитета, свежине и нутритивних вредности хране. Конзервацијом намирнице се штите од нежељених физичко-хемијских и микробиолошких процеса који мењају квалитет и прехрамбену вредност хране.

Три основна начина конзервације хране су:

1. **термичка обрада хране на повишеним температурама** (пастеризација, стерилизација или апертизација, асептичко пуњење),
2. **излагање ниским температурама** (хлађење, замрзавање) и
3. **смањење активности воде** (сушење, концентрисање, додавање једињења, на пример соли).

Под термичком отпорношћу микроорганизама подразумева се њихова способност да преживе термички третман. За постизање леталног ефекта термичког третмана, осим познавања температуре и времена третмана, потребно је познавати својства средине и све параметре контаминаности микроорганизама. Снижавањем температуре хране успоравају се хемијске промене у њој. Познато је да се снижењем температуре за 10°C већина хемијских и биохемијских реакција успорава 2 до 3 пута. Додатно очување хране може се постићи хлађеним складиштењем у контролисаној атмосфери, тј. у атмосфери са сниженом концентрацијом кисеоника, тзв. ULO атмосфера (енг. Ultra Low Oxygen).

Међутим, често се користе и други поступци као што су: примена различитих физичко-хемијских средстава, биолошко конзервисање, биолошка филтрација и бактофугација,

хемијски конзерванси, различити видови радијације (топлотна, ултразвучна, јонизујућа,...), излагање високим притисцима, паковање у херметички затворену амбалажу, итд. Сви ови поступци не смеју умањивати хранљиву и дијететску вредност хране нити мењати њена органолептичка својства.

Класично тумачење појма „конзервација” хране првенствено се односи на спречавање кварења хране као последице активности микроорганизама. Активност микроорганизама зависи од параметара средине у којој се развијају, од којих су најважнији температура, киселост (рН) и доступност кисеоника. Поред микробиолошких процеса у храни су присутни и други оксидо-редукциони процеси којима од сложених органских настају проста једињења, што суштински деградира квалитет и прехранбену вредност хране.

3.1.1. Пољопривредни и индустријски објекти у прехранбеној индустрији. – Ова област пољопривредног прехранбеног машинства бави се процесима који су неопходни ради организације и спровођења контроле параметара средине и основа уређаја и контролно-регулационих система у пољопривредним и индустријским објектима. Управљање микроклимом у објектима пољопривредно прехранбене индустрије један је од важних задатака.

Индустријски и комерцијални производни погони и простори су обично велики простори или зграде намењени за производњу и прераду хране. Они су често дизајнирани да задовоље одређене потребе и захтеве производње или комерцијалног пословања. Код оваквих објеката веома битна је идентификација топлотних и масених извора која битно утичу на амбијенталне услове, одређивање дисипације истих у контролисани простор, уређаји и опрема за прихватање таргетираних извора контаминације.

Складиштење прехранбених материјала (воће, поврће, итд.), пољопривредних материјала (биомаса, дрво, итд.) и готових производа (упакована храна, вински подруми, итд.) подразумева складиштење материјала и производа у контролисаним амбијенталним условима, при чему се мора водити рачуна о структури складишног простора, топлотним билансима и прорачунима преноса влаге и контаминаната у складишту.

Објекти са заштићеним простором у пољопривреди се користе за заштиту биљака и животиња од неповољних услова окружења, болести, штетних инсеката и других штетних фактора. Неки примери објеката са заштићеним простором у пољопривреди су:

1. **Стакленици и пластеници** - ово су објекти покривени пластичним најлонима или стаклом и користе се за гајење биљака, поготово у условима где је клима нестабилна или су присутни штетни инсекти.
2. **Силоси** - ово су спремишта за зрно, која су обично изграђена од метала и имају заштиту од пожара и кише.
3. **Гараже и оставе** - ове гараже су дизајниране да заштите тракторе, комбајне и другу механизацију од неповољних услова окружења и вандализма.
4. **Просторије специфичне намене** – ово су просторије попут винских подрума, комора за гајење печурака и гљива, коморе за одлеживање теста у пекарској и кондиторској индустрији и слично.
5. **Објекти у сточарству и живинарству** - ове заштићене грађевине користе се за заштиту животиња од непогодних услова, као што су јак ветар, снег или високе температуре.

Објекти са заштићеним простором у пољопривреди могу значајно да побољшају производњу и да помогну фармерима да заштите своју инвестицију од неповољних услова и непредвидивих околности (слика 8).



Слика 8. Илустрација простора стакленика (лево) и подрума пића (десно)

3.1.2. Термичке технологије у преради хране. – Ова област прехранбеног машинства бави се решавањем проблема који се јављају при различитим поступцима термичке обраде хране, избором адекватног начина загревања, прорачунима основних компонената система. Такође, обухваћена су и фундаментална истраживања којима се одређују, формулишу, анализирају и решавају термодинамички проблеми који се јављају током термичке обраде пољопривредних материјала, моделују се термички процеси и специфичне термичке технологије, и процењује оптималан начин загревања према врсти хране и начину паковања. Неки од основних система и активности који се проучавају и спроводе у оквиру ове области порехрамбеног машинства су:

1. Конвенционални системи за термичку обраду хране:

- Шаржна стерилизација упаковане хране (шаржни стерилизатори са прегрејаном воденом паром, индустријски системи са ретортом, избор паковања) (слика 9);
- Континуална термичка обрада течних и полутечних производа (млеко, сокови и сосеви), УНТ (Ultra High Temperature) термичка обрада, Системи са индиректним и директним загревањем материјала.

2. Савремени системи за термичку обраду хране:

- Системи са радио-фреквентним загревањем;
- Системи са микроталасним загревањем);
- Системи са инфрацрвеним загревањем);
- Системи наглог загревања хране инстант инфузијом;
- Системи са електроотпорним (омским) загревањем;
- Системи са загревањем услед излагања хране високим притисцима.

3. Мерења и контрола процеса термичке обраде:

- Мерење притиска и температуре ради контроле и управљања процесом обраде;
- Валидација процеса термичке обраде (тест расподеле температуре, пенетрациони температурни тест, микробиолошке и биохемијске методе);
- Моделирање и симулација термичких процеса (нумеричке методе);
- Моделовање специфичне термичке технологије (обрада паковане и чврсте хране, континуално загревање и хлађење, специјалне методе загревања);
- Контрола квалитета производа (појава Маилардове реакције, нутритивна својства, арома и боја, оксидација).



Слика 9. Илустрација реторти за термичку обраду прехранбених материјала

3.1.3. Хлађење у прехранбеном машинству. – Ова област прехранбеног машинства бави се машинама и опремом које се користе приликом процеса снижавања температуре хране, пића или других прехранбених производа како би се успорио раст микроорганизама и продужио век трајања производа. Хлађење се користи у различитим фазама прехранбене производње, укључујући складиштење, транспорт, прераду и паковање хране. Један од најчешћих начина хлађења у прехранбеним технологијама је коришћење расхладних система, попут расхладних комора и фрижидера. Ови системи користе технологију хлађења која се ослања на процесе компресије и експанзије гаса како би се снизила температура у унутрашњости расхладне коморе. Такође се користе различити облици расхладних система, као што су расхладне тунел машине и расхладне витрине за приказ хране. Осим тога, хлађење се често користи у комбинацији са другим прехранбеним технологијама, попут паковања хране у вакууму, што смањује присуство кисеоника и успорава процес оксидације и развоја микроорганизама у храни. Хлађење игра кључну улогу у одржавању квалитета, сигурности и свежине хране. Правилно хлађење помаже у спречавању раста бактерија и других микроорганизама који могу узроковати кварење или болести повезане са храном.

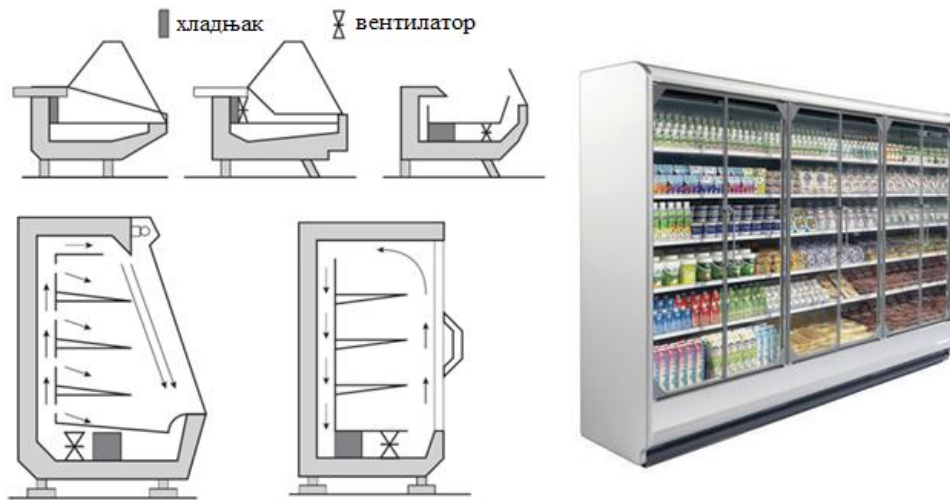
Стога је правилно хлађење неопходно за произвођаче хране како би се осигурало да храна буде сигурна и квалитетна за потрошаче.



Слика 10. Илустрација изгледа унутрашњости велике расхладне коморе за смештај упакованих производа (лево) и мале расхладне коморе (десно)

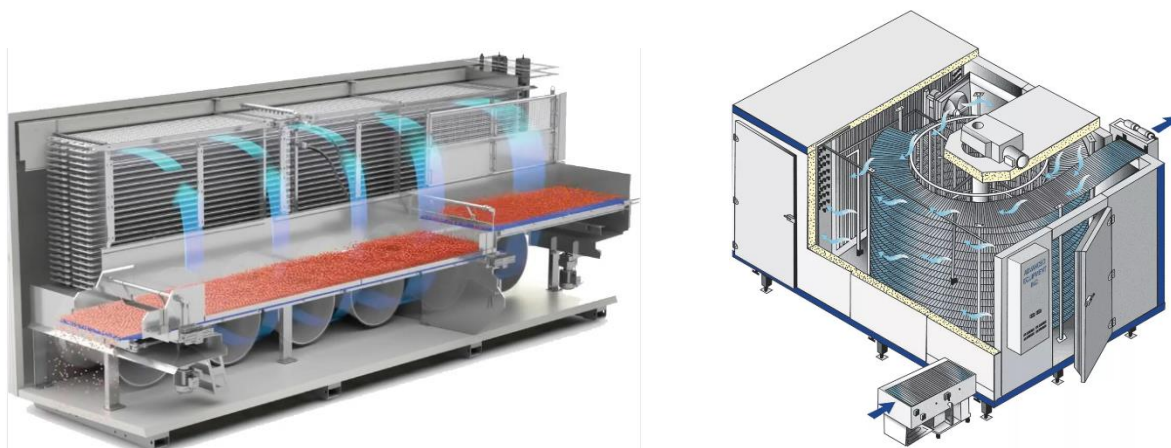
Расхладна комора је врста просторије, у којој се храна, пиће и други прехранбени производи чувају на ниским температурама, обично између 0°C и 10°C . Расхладне коморе (слика 10) се обично користе у прехранбеној индустрији, ресторанима, супермаркетима и другим локацијама где се складиште велике количине хране. Расхладне коморе су опремљене расхладним уређајима који се користе за снижавање температуре у унутрашњости коморе. Ови уређаји обично користе технологију хлађења која се ослања на процесе компресије и експанзије гаса како би се створио хладан ваздух у комори. Расхладне коморе могу бити доступне у различитим величинама и капацитетима, у зависности од потреба корисника. Постоје мале расхладне коморе које се користе у малим продавницама и ресторанима, као и велике расхладне коморе које се користе у прехранбеној индустрији за складиштење великих количина хране. Користећи расхладне коморе, храна се може чувати на сигурној температури и дужи временски период, што може смањити губитке хране и трошкове производње. Међутим, важно је редовно одржавање расхладних система како би се осигурало да су у исправном стању и да функционишу на оптималној ефикасности.

Расхладне витрине су уређаји који се користе у прехранбеној индустрији за складиштење и излагање хране и пића на ниским температурама, како би се одржала њихова свежина и квалитет (слика 11). Оне се најчешће користе у продавницама, ресторанима, кафићима и другим продајним местима где се храна излаже купцима. Расхладне витрине могу бити различитих величина и облика, а најчешће се користе за чување и приказивање пића, салата, сирева, месних производа и других прехранбених производа. Оне су опремљене хлађењем помоћу расхладних уређаја који одржавају унутрашњу температуру на жељеном нивоу. Температура расхладне витрине може се подесити у зависности од врсте хране која се складишти у њој. Расхладне витрине могу бити отвореног или затвореног типа. Отворене витрине су дизајниране да купцима омогуће приступ храни која се налази у њима, док су затворене витрине обично дизајниране за чување хране на одређеној температури и не приступа им се тако лако. Поред хлађења, расхладне витрине могу бити опремљене и другим функцијама као што су осветљење, вентилација, контрола влажности и сл. Такође, могу се прилагодити различитим дизајнерским потребама и декорацијама. Расхладне витрине су важан део прехранбене индустрије јер помажу у одржавању свежине хране и пића и повећавају њихову привлачност за купце. Међутим, важно је водити рачуна о правилном одржавању расхладних витрина како би се осигурало да раде ефикасно и да се храна чува на сигурној температури.



Слика 11. Илустрација изгледа различитих типова расхладних витрина

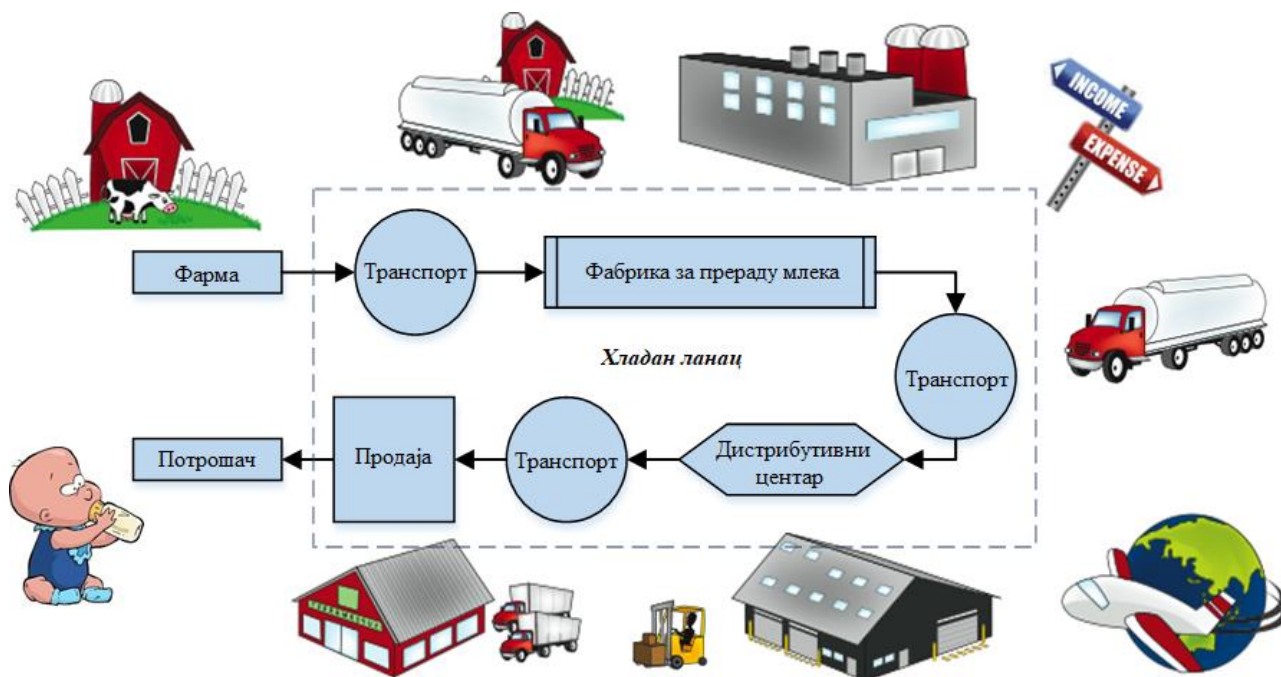
Тунели за замрзавање су расхладне машине које се користе за брзо замрзавање хране и других прехранбених производа (слика 12). Ови тунели омогућавају брзо и ефикасно замрзавање производа на ниским температурама како би се продужио век трајања производа и одржала њихова свежина и квалитет. Тунели за замрзавање су обично велики простори који се састоје од траке за транспорт хране, која пролази кроз комору која се хладила помоћу расхладних уређаја. Храна се обично поставља у амбалаже, кутије или контејнере пре него што уђе у тунел за замрзавање. Тунели за замрзавање се обично користе у прехранбеној индустрији, где се производе велике количине хране која се складишти на ниским температурама. Брзо замрзавање у тунелима се обично одвија на температурама од -18°C до -35°C . Ова ниска температура омогућава брзо замрзавање хране без да се наруши њена квалитета или укус. Брзо замрзавање такође помаже у очувању храњивих састојака хране. Тунели за замрзавање могу бити опремљени различитим технологијама хлађења, укључујући директно убризгавање расхладног флуида у комору или коришћење расхладних цеви које пролазе кроз комору за хлађење ваздуха. Користећи тунел за замрзавање, храна се може брзо и ефикасно замрзнути што смањује губитке хране и продужава њен век трајања. Међутим, важно је осигурати да се храна правилно складишти након замрзавања како би се одржао њен квалитет и спречило квариње.



Слика 12. Илустрација изгледа тунела за замрзавање са праволинијским (лево) и спиралним (десно) тракастим транспортером материјала кроз тунел

Хладан ланац у прехранбеној индустрији представља систем који се користи за одржавање квалитета хране и пића на ниским температурама током транспорта, складиштења и дистрибуције. Хладан ланац је посебно важан за лако кварљиве производе као што су млечни производи, месо, риба, воће и поврће, који могу брзо да се покваре и угрозе здравље људи ако нису правилно складиштени и транспортовани. Хладан ланац укључује низ корака (слика 13). Ово се постиже употребом расхладних система као што су расхладне коморе, хладњаци, расхладне витрине, транспортни камиони са расхладним системима, замрзивачи и други уређаји за контролу температуре. У хладном ланцу, температура хране и пића се прати и контролише током сваког корака како би се осигурала њихова безбедност и квалитет. На пример, храна која се складишти у расхладним коморама

или хладњацима мора бити смештена на правилан начин како би се осигурало равномерно хлађење, док се транспортни камиони морају одржавати на одговарајућој температури током транспорта. Хладан ланац је кључни фактор у прехранбеној индустрији јер осигурава да храна и пића буду безбедни за конзумирање, здрави и укусни. Хладни ланац такође помаже да се продужи рок трајања хране и пића и смањи количина отпада хране, што је важно за одрживост и заштиту околине.



Слика 13. Илустрација хладног ланца у млекарској производњи

3.1.4. Дехидратација или сушење хране. – Дехидратација (или сушење) дефинише се као „довођење топлоте под контролисаним условима, како би се вода присутна у материјалу уклонила испаравањем или у случају процеса лиофлизације сублимацијом”. Оваквом дефиницијом се искључују остали случајеви операција за уклањање воде (нпр. механичка или мембранска сепарација, укувавање и печење). Изузетак је осмотско сушење, где се уклањање воде врши услед разлике осмотских притисака. Дехидратација је сложен нестационарни технолошки процес који подразумева истовремено преношење масе и топлоте кроз хигроскопни систем чија се запремина и структура често мењају током извођења самог процеса. Овај процес захтева разумевање и познавање равнотежних релација између воде садржане у материјалу и воде у агенсу. Познавање структурномеханичких, технолошких и биохемијских својстава материјала који се суши, такође доприноси разумевању дехидратације.

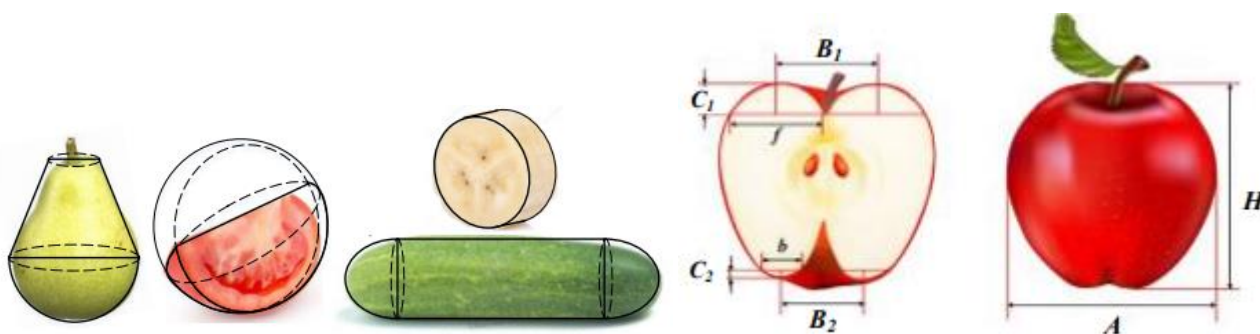
Главни технолошки циљеви дехидратације хране су:

1. смањење активности воде,
2. смањење масе и запремине хране,
3. трансформација хране у форму погоднију за складиштење, паковање, транспорт и употребу,
4. давање храни одређених пожељних особина као што су другачији укус, хрскавост, жилавост, итд.

Дехидратација је можда најразноврснији начин конзервирања у погледу методологије, применљивости и свестраности, међутим у основи дехидратације налази се крајње једноставан принцип: материјал се ставља у домет агенса чији је парцијални притисак воде низак и остаје ту све док садржај воде у материјалу не падне до жељеног нивоа. Супротан процес се назива **рехидратација** материјала. Рехидратација се може сматрати мером деструкције материјала током процеса дехидратације. Већа рехидратација указује на то да је производ квалитетнији. Рехидратацијом осушени производ враћа у себе (упија) влагу и на тај начин долази у стање влажности блиско стању пре сушења материјала. Брзина процеса сушења зависи од брзина процеса преношења масе и топлоте. Преношење топлоте са агенса сушења на материјал се може обавити било којим од механизма простирања топлоте појединачно или њиховом комбинацијом. Основни механизми преношења топлоте су: кондукција (провођење), конвекција (прелажење) и радијација (зрачење).

Решавању проблема преношења топлоте и масе у техници сушења приступа се другачије него што би се то радило у другим областима машинства. Главни узрок за овакву промену приступа је сложеност структуре третираног материјала чије особине (у најширем смислу те речи) могу битно варирати унутар истог узорка (шарже, контигента). Због тога овде, више него у било којој области техничко-технолошких наука, експериментално истраживање представља основу за прорачун и пројектовање система за сушење. Експериментима се долази до података који су потребни за упознавање особина агенса и материјала, као и корелација међу параметрима процеса, па је потом и могуће одредити погонску силу процеса сушења.

Најчешће испитиване **особине прехранбених материјала** могу се класификовати у две главне групе: **инжењерске особине материјала** и **особине које су повезане са квалитетом материјала**. Инжењерске особине материјала су од суштинског значаја за пројектовање прехранбених процеса и опреме за прераду, као и за ефикасан рад и контролу система за прераду. Под појмом „квалитет“ прехранбеног материјала подразумева се низ особина сушеног материјала које су карактеристичне за различите фазе процеса сушења.



Слика 14. Илустрација одређивања запремине намирница сложених геометријских облика

Актуелна класификација особина прехранбених материјала доживела је неколико ревизија од њеног првог објављивања у *International Journal of Food Properties* 1999. године. Према овој класификацији **особине прехранбених материјала** могу се сврстати у **четири главне групе**:

1) Физичке и физичко-хемијске особине

a) Механичке особине

i) Акустичке особине

ii) Особине у вези са масом, запремином и површином прехранбеног материјала (слика 14)

iii) Морфометријске особине (величина и облик, обриси и контуре, форма)

iv) Реолошке особине. **Реологија** је грана физике која се бави проучавањем деформације и протока материјала, чврстих и течних материја, односно материјала са карактеристикама чврстог и течног стања.

v) Структуралне карактеристике

vi) Површинске особине

b) Термичке особине (описују понашање прехранбеног материјала кроз који се преноси топлота)

c) Термодинамичке особине (описују понашање прехранбеног материјала приликом промене термодинамичког стања или фазне промене)

d) Дифузионе особине

e) Електромагнетне особине (описују интеракцију материјала са електромагнетним пољем)

f) Физичко-хемијске константе

2) Кинетичке особине

a) Биолошке, биохемијске, хемијске, физичко-хемијске и физичке промене у храни описане кинетичким константама

b) Микробиолошка активност описана кинетичким константама

3) Органолептичке особине (Органолептичка својства хране се одређују људским чулима, а не могу се одредити инструменталним аналитичким техникама. То су: изглед, боја, мирис и укус, при чему се под изгледом производа подразумевају облик и величина који се испитују додиром руке или језика (вискозност, чврстоћа, тврдоћа, растезљивост, пластичност, хрскавост и слично).)

- a) Особине примећене чулом додира
- b) Особине текстуре
- c) Оптичке особине (боја и изглед)
- d) Особине укуса
- e) Особине мириса
- f) Звучне особине

4) Здравствене особине

- a) Позитивне по здравље људи
 - i) *Нутритивни састав*
Нутритивни или хранљиви састојци се могу поделити у две основне групе:
 - макронутритијенти (вода, угљени хидрати, протеини и масти) и
 - микронутритијенти (витамини, ензими, пигменти, минералне материје, ароматичне материје, пектини, танинске материје и друго).
 - ii) *Медицинске или терапеутске особине (од значаја за превенцију болести и лечење болести)*
 - iii) *Функционалне особине (од значаја за индивидуално физичко и ментално здравље, као и успоравање процеса старења)*
- b) Негативне по здравље људи
 - i) *Токсичност при било којој концентрацији*
 - ii) *Токсичност при одређеној концентрацији*
 - iii) *Прекомерни или неуравнотежени унос*

Сушење представља најстарији начин конзервације хране и подразумева уклањање воде из прехранбених материјала ради спречавања развоја микроорганизама. Технологије сушења су се временом развијале и еволуирале од једноставних до савремених метода.

Развој метода сушења се може поделити у четири генерације метода:

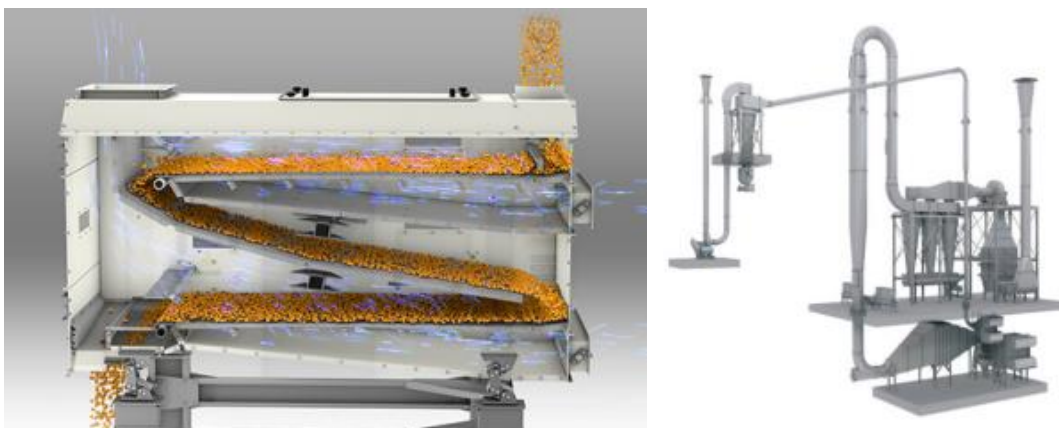
1. Прва генерација метода обухвата технологије сушења које подразумевају постојање протока врућег агенса преко материјала и уклањање воде са његове површи. Погодне су за сушење чврстих материјала као што су: сецкано воће и поврће, зрнасти, бобичасти или уситњени материјали. У зависности од начина манипулације материјалом током процеса сушења, разликујемо следеће методе:

- a. Сушење непокретног слоја материјала (енг. Fixed bed drying) подразумева да је материјал који се суши непокретан/ фиксиран у слоју (слика 15). Предност сушења материјала који се налази у непокретном слоју је у олакшаној контроли сушења производа и прилагођавање параметара сушења одговарајућим зонама сушења. Овакву методу примењују следеће сушаре:
 - i. *коморна* (енг. cabinet dryer),
 - ii. *материјал у гомили* (енг. batch dryer),
 - iii. *материјал на лесам* (енг. tray dryer),
 - iv. *са транспортером* (енг. conveyor dryer), и
 - v. *тунелска* (енг. tunnel dryer).



Слика 15. Илустрација коморне сушаре са материјалом на лесам (лево, средина) и коморне сушаре са зрнастим материјалом у гомили (десно)

- b. Сушење материјала у покретном слоју (енг. moving bed drying) подразумева да се честице материјала који се суши померају хаотично унутар целог слоја (слика 16). Померање се може дешавати услед гравитационих сила, услед струјања агенса - флуидизација или механичким путем помоћу специјалних ексцентара за стварање вибрације - виброфлуидизација. Овакву методу примењују следеће сушаре:
- i. *шахтна* (енг. tower dryer),
 - ii. *ротациона* (енг. rotary dryer),
 - iii. *са флуидизованим слојем* (енг. fluidized bed dryer),
 - iv. *са вибро-флуидизованим слојем* (енг. vibro- fluidized bed dryer),
 - v. *пнеуматска* (енг. pneumatic dryer), и
 - vi. *фонтанска* (енг. spouted bed dryer).



Слика 16. Илустрација сушаре са флуидизованим слојем (лево) и пнеуматске сушаре (десно)

2. Друга генерација метода намењена је сушењу кашастих материјала, пиреа, прашкастих материјала и добијању дехидрираних пахуљица (слика 17). Овакву методу примењују следеће сушаре:
- a. *са распршивањем материјала или спреј* сушара (енг. spray dryer), и
 - b. *добошаста* (енг. drum dryer).



Слика 17. Илустрација добошасте сушаре (лево) и стругања материјала са добоша (десно)

3. Трећа генерација метода развијена је са намером да се превазиђу проблеми структурног оштећења и минимизирају губици укуса и ароме прехранбених материјала, излагањем материјала ниским температурама или њиховим потапањем у хипертоничне растворе (шећерни сируп, слани раствор, глицерол и слично). Овакве методе примењују следеће сушаре:
- a. *лиофилизациона* (енг. freeze dryer), и
 - b. *са осмотском дехидратацијом* (енг. osmotic dehydration system)

4. Четврта генерација метода сушења користи савремене технологије у циљу постизања високог квалитета осушеног производа са једне стране и енергетски ефикасног система сушења са друге стране. Системи четврте генерације метода поседују висок степен аутоматизације процеса сушења и управљања процесом. Квалитет материјала прати се у реалном времену (промена боје, динамика издвајања влаге и слично). Овакве методе примењују следеће сушаре:

- a. соларна (енг. solar dryer),
- b. са подршком топлотне пумпе (енг. heat pump dryer),
- c. са микроталасним или диелектричним загревањем (енг. microwave and dielectric dryer),
- d. са инфрацрвеним загревањем (енг. infrared dryer),
- e. млазна (енг. jet-impingement dryer),
- f. екструдиране хране (енг. extruded food dryer),
- g. са ултразвучним вибрацијама (енг. ultrasonic dryer),
- h. са технологијом *Refractance Window*[®], и
- i. хибридна (енг. hybrid drying) (слика 18).

Хибридне методе сушења обухватају процесе који користе више од једне коморе за сушење или више различитих начина преношења топлоте приликом загревања материјала, као и оне процесе током којих материјал пролази кроз две или више међусобно различитих фаза/степенa сушења, како би се постигла тражена финална влажност материјала, квалитет материјала, време сушења и производни капацитет. Комбиновање различитих метода и техника сушења може допринети ефикасном сушењу у смислу побољшаног квалитета осушеног материјала и смањене потрошње енергије, као примарних проблема који се јављају током сушења намирница.



Слика 18. Класификација хибридних сушара које се најчешће срећу у пракси

Основна мотивација за развој и примену хибридних технологија сушења је да се минимизира деградација материјала током процеса сушења, уз истовремено добијање производа са жељеним садржајем влаге. Параметри квалитета осушене намирнице су најважнији али не и једини фактор приликом одређивања за примену различитих механизма сушења. Пројектовање хибридне сушаре и поступак њене употребе базира се на следећим аспектима: *квалитет производа, економичност процеса и еколошки аспекти.*