



Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

VPLIV STARANJA NA LASTNOSTI JAJC

Raziskovalna naloga, druga področja
Živilska tehnologija

Avtorici: Aja Jureš, Eva Vajs

Razred: 3. a

Mentorica: mag. Nina Žuman, prof. kemije

Ljutomer, februar, 2022

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	1
KAZALO SLIK	3
KAZALO TABEL	3
POVZETEK	4
ABSTRACT	4
CILJI, HIPOTEZE	5
UVOD	6
TEORETIČNI DEL	7
JAJCE	7
<i>NASTANEK JAJCA</i>	7
<i>VRSTE REJE</i>	8
<i>OZNAČEVANJE JAJC</i>	9
<i>SHRANJEVANJE JAJC</i>	9
<i>KORISTNE LASTNOSTI</i>	10
RUMENJAK	11
<i>ZGRADBA RUMENJAKA</i>	11
<i>BARVILA</i>	11
BELJAK	13
<i>NASTANEK</i>	13
<i>ZGRADBA BELJAKA</i>	13
LUPINA	14
<i>ZGRADBA LUPINE</i>	15
<i>KORISTNI IN ŠKODLJIVI UČINKI LUPINE</i>	16
STARANJE JAJC	17
PRAKTIČNI DEL	18
METODE DELA	18
PRIMERJAVA DOMAČIH JAJC	20
<i>PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU</i>	20
<i>Primerjava barve rumenjaka</i>	22
<i>UGOTOVITVE</i>	23
PRIMERJAVA POSEBNO RUMENIH JAJC	24
<i>PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU</i>	24
<i>PRIMERJAVA BARVE RUMENJAKA</i>	26

<i>UGOTOVITVE</i>	26
PRIMERJAVA HLEVSKIH JAJC	27
<i>PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU</i>	27
<i>PRIMERJAVA BARVE RUMENJAKA</i>	29
<i>UGOTOVITVE</i>	29
PRIMERJAVA JAJC GLEDE NA REJO	30
NAPAKE	32
RAZPRAVA	33
ZAKLJUČEK	34
LITERATURA, VIRI	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Pot jajca po jajcevodu	7
Slika 2: Oznake na jajcu	9
Slika 3: Tehtanje rumenjaka na precizni tehtnici	19
Slika 4: Peka posamezne jajce	19
Slika 5: Domače jajce 1	20
Slika 6: Domače jajce 5	20
Slika 7: Domače jajce 10	21
Slika 8: Barva rumenjaka domačega jajca 10	22
Slika 9: Barva rumenjaka domačega jajca 1	22
Slika 10: Posebno rumeno jajce 1	24
Slika 11: Posebno rumeno jajce 8	24
Slika 12: Posebno rumeno jajce 10	25
Slika 13: Barva rumenjaka posebno rumenega jajca 1	26
Slika 14: Barva rumenjaka posebno rumenega jajca 10	26
Slika 15: Hlevsko jajce 1	27
Slika 16: Hlevsko jajce 5	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 17: Hlevsko jajce 10	28
Slika 18: Barva rumenjaka hlevskega jajca 10	29
Slika 19: Barva rumenjaka hlevskega jajca 1	29
Slika 20: Velikost zračnega mehurčka pred staranjem	31
Slika 21: Velikost zračnega mehurčka po staranju	31

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki o domačih jajcih	21
Tabela 2: Primerjava barve rumenjaka pri domačih jajcih	22
Tabela 3: Podatki o posebno rumenih jajcih	25
Tabela 4: Primerjava barve rumenjaka posebno rumenih jajc	26
Tabela 5: Podatki o hlevskih jajcih	28
Tabela 6: Primerjava barve rumenjaka hlevskih jajc	29
Tabela 7: Primerjava podatkov jajc glede na rejo	30
Tabela 8: Primerjava barve jajčnega rumenjaka glede na rejo	30

POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je ugotoviti, kaj se zgodi pri staranju jajca, primerjati barvo rumenjaka ter ugotoviti, ali vrsta reje vpliva na staranje jajc in te tudi primerjamo med seboj. Med lastnosti jajc smo uvrstili konsistenco beljaka in rumenjaka. Merili smo tudi maso celotnega jajca, jajca brez lupine, rumenjaka in samo lupine. Za vsaki rumenjaki smo poskusili določiti tudi barvo. Poskus smo izvajali postopoma, enkrat na teden, saj smo jajca pustili, da se starajo od novembra do februarja. Na podlagi rezultatov smo ugotovili, da je beljak najbolj čvrst pri domačih jajcih, torej pri prosti reji. Barva rumenjaka je s staranjem potemnila, kolikšna pa je razlika med odtenki pred in po staranju, je odvisno od vrste jajc. S staranjem se je čvrsti del beljaka zreduciral in beljak pri starejših jajcih je bil vse bolj tekoč. Pri nekaterih jajcih hlevske reje je beljak bil razlit že na začetku in se njegova oblika ni videla, zavzel je obliko posode.

ABSTRACT

The purpose of the research paper is to determine what happens in the process of egg aging. We compared the colors of the yolk and determined whether the type of breeding affects the properties of eggs and compare them with each other. Among the researched properties of eggs, we included the weight of the whole egg, egg without the shell, yolk and shell only. We also tried to determine the color of each yolk. Moreover, we did the experiment gradually, once a week, as we let the eggs age from November to February. Our results show that the egg white is the strongest in eggs that are local origin, which means in free-range. The color of the yolk darkens with age and the difference between the shades before and after aging depends on the type of breeding. With age, the firm part of the egg white was reduced, so the later in older eggs became more and more fluid. In some stable-breeding eggs, the egg white spilled already at the beginning and its shape was not visible.

CILJI, HIPOTEZE

CILJ: Kako staranje vpliva na delež lupine in delež rumenjaka?

1. *Hipoteza:* Med staranjem se delež rumenjaka in delež lupine glede na maso jajca ne spreminja.

Razlaga: Delež rumenjaka predstavlja 30 % celotne mase jajca, lupina pa predstavlja okoli 12 % celotne mase jajca. [23]

CILJ: Primerjanje obarvanosti rumenjaka.

2. *Hipoteza:* Najbolj žive barve je rumenjak pri jajcih, pri katerih se kokoši prehranjujejo s krmo, ki vsebuje karotenoide.

Razlaga: Karotenoidi so barvila, ki obarvajo rumenjak.

3. *Hipoteza:* S staranjem obarvanost rumenjaka osvetli, ne glede na vrsto reje in prehrane.

Razlaga: Do razbarvanja rumenjaka lahko pride, če kokoš v prehrani zaužije preveč vitamina A in kalcija, s staranjem jajc ter ko v krmilo, v katero smo dodali maščobe, nismo dodali antioksidantov (vitamina E). [28]

UVOD

Jajce je spolna celica, ki je obdana z lupino in vsebuje veliko hranilnih snovi. Iz jajca se razvije nov organizem. Kokošja jajca valijo samice - kokoši. Sestavljena so iz lupine, ki varuje zarodek in ima veliko por, s katerimi ima zarodek omogočeno dihanje. V notranjosti jajca sta rumenjaki, katerega glavna funkcija je dovajanje hrane zarodku, in beljak ali albumen, ki ščiti zarodek pred vdorom mikroorganizmov. Barva rumenjaka je posledica karotenoidov, ki jih kokoš pridobi preko krme.

Kokošja jajca so različne reje. Poznamo ekološko rejo, pašno ali prosto rejo, hlevsko ali talno rejo in baterijsko rejo. Jajca se prodajajo po kategorijah S, M, L in XL. Jajce se najprej označi z načinom reje, nato sledi država proizvodnje in na koncu je serijska številka proizvajalca.

Za raziskovanje jajc smo se odločili, ker jajca spadajo med osnovno živilo. Jajca vsak dan uporabljamo v prehrani in si obrok brez njih težko predstavljamo. V kuhinji uporabljamo domača jajca in smo se odločili, da jih primerjamo še s hlevsko rejo in z jajci, ki imajo še dodana dodatna barvila v krmi. Na barvo rumenjaka vpliva krma oziroma karotenoidi v živilih krme. Zanimalo nas je tudi, kaj se bo zgodilo z jajcem po nekaj tednih oziroma po pretečenem roku uporabe. Gledali smo predvsem ohranjanje čvrstosti beljaka in velikost ter barvo rumenjaka. Med vrstami jajc smo primerjali barvo rumenjaka in čvrstost beljaka.

TEORETIČNI DEL

JAJCE

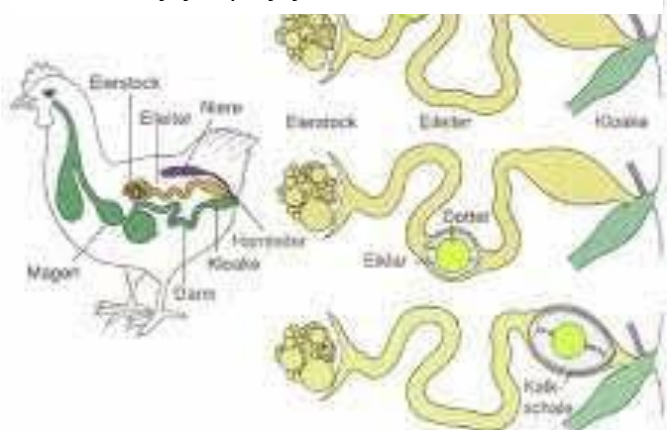
Jajce je sestavljeno približno iz 12 % lupine, 30 % rumenjaka in 58 % beljaka. Zgradba jajca je odvisna predvsem od vzreje in starosti kokoši. [23]

NASTANEK JAJCA

Jajce je oplojeno jajčece, torej je celica, ki je nastala pri spolnem razmnoževanju in predstavlja prvo stopnjo razvoja organizma. V notranjosti jajca je zarodek, ki se preden se izleže iz jajca, razvija v vodi in hranilnih snoveh, brez katerih zarodek ne bi preživel. Za zarodek je v prvih dneh najbolj ugoden bazičen pH, torej od 8,2 do 8,8. Od pravilne vrednosti pH je odvisno delovanje encimov, bazičen pH pa ščiti jajce pred okužbo z bakterijami. Jajce mora na začetku izgubiti ravno pravšnjo količino CO₂. V primeru, če bi izgubilo prevelike količine le tega, bi to negativno vplivalo na procese, potrebne za razvoj zarodka. Jajce, iz katerega se pozneje izvali nov piščanec, se razvija od 24 do 25 ur. Pri kokoših se zarodek razvija izven telesa, temu pravimo jajcerodnost. Le tega pa ščiti jajčna lupina, ki notranjost jajca razmejuje z okoljem. Pred izvalitvijo zarodek zavzame skoraj celoten volumen jajca. Novi mladič s kljunom naredi razpoko v lupino, ki nato počí, on pa tako pride v stik z okoljem. Zarodek se v jajcu hrani z rumenjacom in beljakom, ki ga sestavljajo beljakovine. Med njegovo rastjo nastajajo iz hranilnih snovi odpadne snovi, ki se zbirajo v posebni vrečki. [6][23]

»Najprej se v jajcevod spusti jajčna celica imenovana rumenjaki, nato se jajce oplodi. Jajca z zarodkom se razvijejo večinoma spomladi, ostala jajca pa so neoplojena, torej v njih ni zarodka.« (Ernst, Platovnjak in Šramek, 2018, str. 12) V naslednji stopnji začne okoli rumenjaka nastajati zaščita, to je beljak. Razvijejo se membrane, ki obdajajo jajce, v maternici pa se pri procesu kalcifikacije razvije še jajčna lupina. V zadnji uri pred izleganjem jajca se na površino lupine nalagajo pigmenti. Jajce pride iz kokoši skozi odprtino, imenovano kloaka ali stok. [23]

Slika 1: Pot jajca po jajcevodu



<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTBpCJuoWx0bPGoYSgosAt-7PjKz-TBQ0ueVA&usqp=CAU>, 24. 2. 2022

»Večina ptic se razmnožuje tako, da ležejo jajca, kar imenujemo oviparija. Jajca znesejo v gnezda, ki se nahajajo zunaj dosega plenilcev. Mladiči kokoši se valijo 20 do 24 dni. Za razvoj mladiča v jajcu je potrebna temperatura 37,5 do 40 °C. To toploto pa jajce dobi od kokoši. Med valjenjem se jajce obrača, tako da se enakomerno ogreva.« (Ernst, Platovnjak in Šramek, 2018, str. 12)

VRSTE REJE

Pašna ali prosta reja

»Kokoši se čez dan lahko prosto gibljejo, ponoči pa so zaprte. Danes je to alternativna baterijska reja. Po nekaterih podatkih naj bi jajca kokoši, ki se prosto pasejo, vsebovala manj skupnih maščob, nasičenih maščobnih kislin in holesterola ter več vitaminov in drugih zaščitnih snovi.« (Pajk Žontar in sod., 2010, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 7)

Talna ali hlevska reja

»Pri talni reji kokoši gre za rejo, kjer se kokoši prosto gibljejo v hlevu. Pri tem načinu reje obstajata dve različici, ki se razlikujeta v razporeditvi opreme in izkoriščenosti. V prvi različici se kokoši gibljejo po talni površini in gredeh. Pri drugi različici pa gre za voljero, kjer lahko dobro izkoristimo hlevski prostor, kokošim pa omogočimo brskanje po nastilu, ki mora biti čist, suh, ter iz krhkega materiala. Kokoši jajca nesejo v posebej urejenih gnezdih.« (Holcman in sod., 2014, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 7)

Baterijska reja

Kokoši so v kletkah. V eni kletki, ki je postavljena pod baterijo, je lahko ena ali več kokoši. Leta 2012 je bila v Evropski uniji prepovedana uporaba neobogatenih kletk za rejo kokoši nesnic, uporabljajo se zgolj obogatene kletke. Jajca te reje so cenejša od drugih rej. [28]

Ekološka reja

»Pri ekološkem načinu reje morajo biti kokoši v prosti reji, hraniti se jih sme samo s krmo, ki je pridelana brez uporabe zaščitnih sredstev in mineralnih gnojil. Osnova je pašna reja, ki ima dodatne ostrejšje zahteve.« (Holcman in sod., 2014, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 7) Prostor za valjenje je ločen. [28]

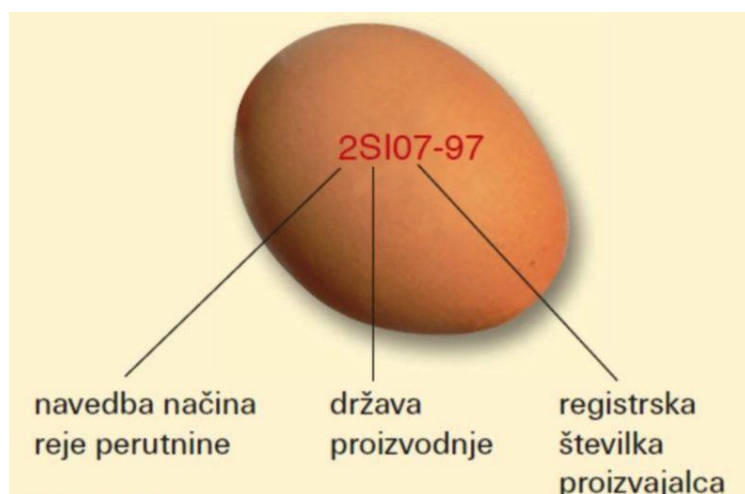
OZNAČEVANJE JAJC

Jajca delimo na kategorije S, M, L in XL. V kategorijo S spadajo jajca, katerih teža je pod 53 g, v kategorijo M pa spadajo jajca med 53 in 63 g. V kategorijo L uvrščamo jajca med 63 in 73 g in v kategorijo XL jajca nad 73 g.

Jajca označujemo tudi glede na način reje vsaka reja ima svojo številko. Številke si sledijo:

- 0 – ekološka reja,
- 1 – prosta reja,
- 2 – talna ali hlevska reja,
- 3 – baterijska reja ali reja v kletkah.

Slika 2: Oznake na jajcu



<https://varnoshrano.files.wordpress.com/2014/10/oznac48devanje-jajc.jpg>, 24.2.2022

Jajce se najprej označi z načinom reje, nato sledi država proizvodnje in na koncu je serijska številka proizvajalca. [32]

SHRANJEVANJE JAJC

Jajca je najbolje shranjevati pri 10 °C, saj je problem nizkih temperatur kondenzacija vlage na ohlajenem jajcu, po tem ko jo vzamemo iz hladilnika. Tak pojav imenujemo potenje in ga lahko zmanjšamo s shranjevanjem jajc pri višji temperaturi. Pomembno pa je tudi, da je v prostoru, kjer shranjujemo jajca, veliko vlage (75 %—80 %), saj tako zmanjšamo izgubo vode skozi jajčno lupino in imamo tako posledično večjo maso jajca. Vlažnost ne vpliva na kakovost beljaka ali rumenjaka. [4]

Da bi ohranili kakovost jajc, nekateri proizvajalci jajc uporabljajo oljno obdelavo lupine. Pri tem z oljem zamašijo pore jajčne lupine in s tem zmanjšajo izgubo vode in ogljikovega dioksida iz jajca, pH beljaka tako narašča počasneje. Zaradi tega poteka razgradnja rumenjake membrane in proces tanjšanja debele plasti beljaka počasneje. Jajca morajo biti naoljena še isti dan, najboljše je uro po nesenju, saj je takrat vsebnost ogljikovega dioksida največja. [4]

Maščobne kisline so konstantne (količina se ne spreminja) ne glede na okolje, v katerem jih shranjujemo. [4]

KORISTNE LASTNOSTI

Nekatere učinkovine v jajcu imajo učinkovite vplive na naše zdravje in dobro počutje ter imajo potencial uporabe pri preprečevanju obolenj. »Učinkovine v jajcu imajo razne biološke aktivnosti, kot so antibakterijska, antivirusna aktivnost, imunomodulacijska aktivnost (vpliva na imunski odgovor), antikancerogena aktivnost (preprečevanje rakotvornosti), antioksidativnost, antihipertenzivnost (preprečevanje zvišanja krvnega pritiska). Nekatere sestavine oziroma učinkovine, kot so lizocim beljaka, avidin, IgY in lectin (fosfolipidi) v rumenjaku že industrijsko pridobivajo.« (Boltar, 2009, str. 23) Več o koristi posameznih delov jajca pa lahko najdete v poglavjih o rumenjaku, beljaku in lupini. [6]

APLIKACIJA COLOUR GRAB

S pomočjo aplikacije smo določevali barvo rumenjaka. Aplikacija ima funkcijo prepoznave barve s pomočjo kamere ali slike. Po nekaj sekundah nam pokaže RGB, torej delež rdeče, modre in zelene barve, HSV, odtenek in ime barve. Prav tako lahko v aplikacijo že vnesemo deleže barv, ta pa nam nato prikaže želeno barvo. Aplikacija je koristna z več vidikov, saj se skenirane barve shranijo in si jih lahko večkrat ogledamo. Barve lahko med seboj tudi primerjamo. Aplikacija bi bila odlična za primerjave raznih barv, ki so si podobne. V našem primeru je bila zelo koristna, saj smo lahko natančneje določili barvo, kar pa bi bilo s prostim očesom zelo težko. Aplikacija je dostopna samo uporabnikom Android sistema.

RUMENJAK

Rumenjak je hranilni del jajca, katerega glavna naloga je dovajati hrano zarodku. Jajčni rumenjak vsebuje več beljakovin in manj vode kot beljak ter večino mineralov in vitaminov v jajcu, zraven pa spadajo še proteini in ogljikovi hidrati. Prav tako je vir lecitina, ki je učinkovit emulgator. Rumena barva rumenjaka je posledica karotenoidov, predvsem luteina in zeaksentina, ki sta oranžnega in rumena pigmenta. [23]

ZGRADBA RUMENJAKA

Središče rumenjaka se imenuje laterba, okoli katere se nalagajo temnejše in svetlejše plasti rumenjaka. Temnejšo plast lahko imenujemo tudi hranilni rumenjak, svetlejšo plast pa tvorni rumenjak. Rumenjak ščiti polprepustna vitelinska membrana, ki je sestavljena iz treh plasti in nastane z združitvijo snovi v medceličnem prostoru med oocito in stebrastimi folikularnimi celicami. [23]

BARVILA

Jajčni rumenjak dobi obarvanje preko krmil, in sicer so najbolj pomembna rumena barvila, ki se nahajajo v koruzi, in rdeča barvila, ki se nahajajo v lucerni in rdeči papriki. Vendar pa žival ne more izkoristiti prevelikih količin barvil iz krme. V krmila pa so poleg naravnih barvil dodana tudi sintetična barvila. Do razbarvanja rumenjaka lahko pride, če kokoš v prehrani zaužije preveč vitamina A in kalcija, s staranjem jajc ter ko v krmilo, v katero smo dodali maščobe, nismo dodali antioksidantov (vitamina E). Barva rumenjaka je slabša tudi pri raznih obolenjih, kot je na primer kokcidioza (črevesno obolenje), pri katerem se v organizem vsrka manj barvil. Kot dodatek dodajajo tudi lutein, ki je barvilo in ga najdemo v jajčnem rumenjaku. V jajcu je luteina premalo, da bi zadoščal dnevni vnos odrasle osebe, zato z dodajanjem v krmila povečujejo njegove koncentracije. Raziskave kažejo, da so rumenjaki jajc baterijske reje bolj intenzivno obarvani kot rumenjaki jajc iz ekološke reje. [28]

Karotenoidi

“Barva jajčnega rumenjaka je odvisna od količine in razmerja karotenoidov v krmi.” (Hernandez in sod., 2005, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 4) “Karotenoidi so rdeči, rumeni in oranžni pigmenti, topni v maščobah.” (Bovškova in sod., 2014, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 4) “Delimo jih na dve večji skupini, karotene in ksantofile. Na barvo rumenjaka imajo največji vpliv ksantofili (lutein in zeaksantin), beta karoten, ki spada med karotene, pa ima majhen vpliv. Vsak karotenoid ima drugačne lastnosti. Razmerje karotenoidov v krmi pa povzroči različne barve jajčnega rumenjaka, od blede rumene do temno oranžne barve. Med naravne vire karotenoidov spadajo lucerna, ki je vir luteina, zeaksantina in β -kriptoksantina, rumena žametnica, ki je vir luteina in zeaksantina, ter rdeča paprika, ki je vir kapsantina, zeaksantina in β -kriptoksantina.” (Brulc, 2015, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 5) “Veliko karotenoidov vsebujejo tudi mikroalge, zelene rastline, vodna kreša in nekatere sorte koruze. Ksantofile β -apo-8'-karotenal, etil-8'-apo- β -karoten-8'-oat in citranaksantin, ki niso naravno prisotni v rumenjaku, dodajajo v krmo kot sintetične pripravke, ti se bolje nalagajo v rumenjaku kot lutein in zeaksantin, ter pripomorejo k boljši obarvanosti rumenjaka.” (Gašperlin, 2018, str. 5)

Vrednotenje barve rumenjaka

»Novejša enostavna in hitra metoda vrednotenja barve rumenjakov je metoda iEx/iCheck za določanje vsebnosti skupnih karotenoidov. Analizator je sestavljen iz dveh enot, in sicer iz prenosnega fotometra in ekstrakcijske enote in se lahko uporablja tudi na terenu. Pri tej metodi se 400 mg rumenjaka razredči do končne mase 2 g z ustreznim pufrom, nato 400 μ l razredčenega rumenjaka injiciramo v vialo za ekstrakcijo. Vse skupaj se stresa 10 s in nato pusti vsaj 5 min, da pride do ločitve faz. V zgornji organski fazi so ekstrahirani karotenoidi, prisotni v vzorcu. Nato se izmeri absorbanca pri 450 nm s pomočjo fotometra in izračuna vsebnost karotenoidov. Nova metoda iCheckTM Egg photometer je dobro primerljiva z metodo AOAC 958.05, korelacijski koeficient znaša 0,99« (Schweigert in sod., 2011; Islam in Schweigert, 2015, Vrednotenje barve rumenjakov, 2018, str. 5).

BELJAK

Beljaku še drugače rečemo albumen. Ime albumen se nanaša predvsem na sestavo beljakovin v beljaku, ki ima zaradi uravnoteženega razmerja esencialnih aminokislin veliko prehransko vrednost. Snovi v beljaku ščitijo zarodek pred vdorom mikroorganizmov. Beljak je med nastajanjem jajca podlaga za nalaganje lupininih membran. S staranjem jajca postane beljak redkejši. Energijska vsebnost beljaka je veliko manjša v primerjavi z rumenjacom, saj vsebuje veliko vode in malo lipidov. [23]

NASTANEK

V tkivu jajcevoda se sintetizirajo proteini beljaka. Magnum je največji vir snovi beljaka. Ko pade rumenjak v jajcevod, se stimulira izločanje beljaka. Proteini nastajajo v magnumu, natančneje v tubularnih žleznih celicah in epitelnih celicah, ki sta vrsti sekretornih celic. Večina proteinov se sintetizira v tubularnih žleznih celicah. Proteini nastanejo na endoplazmatskem retikulumu sekretornih celic in se shranjujejo v sekretorne granule znotraj tubularnih žleznih celicah in epitelnih celicah s pomočjo Golgijevega aparata. Ko vstopi nastajajoče jajce v magnum, je sekretornih granul največ. Proteini beljaka se iz sekretornih granul sprostijo in naložijo kot želirana masa okrog rumenjaka, šele ko rumenjak s peristaltiko potuje skozi magnum. Beljaku se v magnumu doda voda, ogljikovi hidrati in ioni, kot so natrij, magnezij in kalcij. Proteini se ne morejo normalno sintetizirati, dokler kokoš ne doseže spolne zrelosti. Povečanje sinteze ovalbumina, konalbumina, ovomukoida in lizocima povzroča hormon estrogen. Beljaku se doda nekaj vode in membrana v zoženem jajcevodu. Slojevitost beljaka se začne videti, ko nastajajoče jajce pride v maternico. Ta faza traja pet ur in se pojavi pet do deset ur po ovulaciji. Gube kavdalnega ovidukta povzročijo rotacijo, zaradi katere se vlakna halaziferne plasti zvijejo v halaze. Tekočina beljaka se med tvorbo halaz iztisne, tako posledično notranja plast beljaka postane gostejša in nastane notranji gosti beljak. Beljaku se doda še voda v fazi zorenja. V beljak se lahko naložijo še glukoza in ostali ioni, ker je beljakova membrana prepustna. [6]

ZGRADBA BELJAKA

Beljak je v 88 % sestavljen iz vode, ostalo pa so še maščobe, minerali, ogljikovi hidrati in proteini. Beljak sestavljajo štiri plasti, in sicer notranja oziroma halaziferna plast, ki je tik ob vitelinski membrani rumenjaka. Druga plast je notranji redek beljak, ki je obdana s tretjo plastjo, torej z gostim oziroma čvrstim beljakom. Četrta plast beljaka se imenuje zunanji redek beljak. Redek beljak se od gostega razlikuje le v vsebnosti glikoproteina ovomucina. Preko vseh štirih plasti beljaka se razprostirajo spiralno zavite halaze, ki pritrjujejo in držijo rumenjak v centru. [6]

LUPINA

Jajčna lupina ima po obliki neravno in zrnato teksturo ter je prekrita s 17.000 drobnimi porami. Skoraj 95 % lupine predstavljajo kristali kalcijevega karbonata (CaCO_3), preostanek pa sestavljajo voda, kalij, magnezij, železo, fosfor, natrij in organske snovi, kot so aminokisliline in proteini. Organska snov predstavlja 5 % mase lupine. Funkcija lupine je zaščita zarodka pred zunanjim okoljem, na primer pred mikroorganizmi. V primeru, da je jajčna lupina poškodovana, zarodek ne bo preživel. [23]

Kljub temu da ima vsaka jajčna lupina podobno sestavo, se med seboj razlikujejo. Zgradba lupine je odvisna tudi od zunanjih dejavnikov, kot so prehrana kokoši in način reje. [23]

Ima polprepustno membrano, ki omogoča prehajanje zraka in vlage skozi pore, s katerimi zarodek lahko diha. Izmenjava vlage in plinov skozi lupino poteka preko osmoze in difuzije, torej se pri tem ne porabi nič energije, plini in vlaga pa potekajo iz okolja z višjo koncentracijo v okolje z nižjo koncentracijo. Informacije o številu por so različne, nekateri viri trdijo, da ima kokošje jajce približno 7000 por, spet drugi, da imajo okoli 17000 por. Voda kot vlaga skozi pore vstopa in izstopa. Koliko vode bo iz jajca izhlapelo med skladiščenjem je odvisno od časa skladiščenja, temperature, količine vlage v okolici in od velikosti površine ter poroznosti jajčne lupine. Pore imajo v notranjosti lupine manjši premer, kar pojasni njihovo lijakasto obliko. Lupina ima tudi sposobnost prepuščanja svetlobe. [23]

Po izvalitvi jajca se le-to začne ohlajati in s tem krčiti. Pri tem se notranjost jajca hitreje krči kot lupina. Tako se v notranjosti v topem delu jajca ustvari zračni mehurček. »Na topem delu jajca je namreč število por večje kot na drugih delih jajčne lupine.« (PPG, 1998, v Vpliv pregretja in položaja valilnih jajc v času skladiščenja na valilnost piščancev, 2016, str. 4) Glavna funkcija tega mehurčka je nabiranje hranilnih snovi. [25]

ZGRADBA LUPINE

Jajčna lupina je sestavljena iz šestih delov oziroma plasti. »Na notranji površini lupine sta dve plasti vlaknastih membran lupine, ki obdajata beljak.« (Parsons, 1982, Pridobivanje bioloških učinkovin iz kokošjih jajc, 2009, str. 5) »Zunanja lupinina membrana se povezuje s tretjo plastjo, ki se imenuje plast mamilarnih jeder, zaradi oblike jo imenujemo tudi stožčasta plast. Nad to leži četrta plast, to je palisadna plast. Radialno na palisadno plast se nahaja tanka plast kristalov ali kristalna plast.« (Bolta, 2009, str. 5) Zunanjo površino lupine obdaja šesta plast, to je kutikula. (Simons, 1971, in Parsons, 1982, Pridobivanje bioloških učinkovin iz kokošjih jajc, 2009, str. 5) »Palisadna in kristalna plast tvorita skupaj porozno plast.« (Stadelman, 2003, Pridobivanje bioloških učinkovin iz kokošjih jajc, 2009, str. 5) »Lupinini membrani sta sestavljeni iz proteinskih niti, ki so pritrjene tako, da tvorijo polprepustno membrano.« (Stadelman, 2003, Pridobivanje bioloških učinkovin iz kokošjih jajc, 2009, str. 6). Notranja membrana jajčne lupine, ki je v stiku z beljakom, se imenuje tudi beljakova membrana. Drugo ime za zunanjo membrano, ki pa je v stiku z lupino, je lupinina membrana. Organska vlakna lupininih membran segajo globoko v notranje plasti lupine. Membrani se med seboj tesno stikata, le na topem delu lupine se razmakneta. V tem delu jajca se v izvaljenem jajcu vrine zračni mehurček, ki ima obliko leče. Osnovo lupine ali matriks gradijo proteinska vlakna in kalcijevi kristali, tvorita ga mamilarna in palisadna plast. Mamilarno plast sestavljajo številni stožčasti izrastki nepravilnih oblik, ki so oblikovani in postavljeni tako, da oblikujejo pore ali prostorčke. Mamilarna jedra, ki so del te plasti, so spojeni s proteinskimi vlakni lupinine membrane. Kjer se mamilarni stožci na vrhu zlepijo in tako tvorijo trdno lupino, se začne palisadna plast. Ta je zgrajena iz kalcijevih kristalov. Njena debelina predstavlja dve tretjini celotne debeline lupine. [6][23]

Kutikula

Najtanjši sestavni del lupine je plast kutikule ali cvet. Kutikula je zunanja hidrofobna beljakovinska plast na površini jajca. Sestavljena je iz filma kristalov hidroksiapatita, ki je mineralna oblika kalcijevega apatita ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$). Hidroksiapatit nastane z biomineralizacijo, to je tvorjenje mineralov v organizmih. Natančneje se pri biomineralizaciji nalagajo anorganski kristali (Ca^{2+} , HPO_4^{2-}) v zunajcelične in znotrajceličnem matriksu. Sestavni deli matriksa imajo zaščitno vlogo celice pred vstopom bakteriofagov. Torej je ena izmed funkcij kutikule tudi zaščita jajca pred vstopom bakterij in prahu. Plast kutikule prekrije celotno površino jajčne lupine, vključno s porami. Takoj po izvalitvi jajca je kutikula še mehka, vendar se z ohlajanjem jajca osuši in postane trdna plast. »S staranjem jajca se kutikula krči, kar se odraža v večji izpostavljenosti por v jajčni lupini.« (Mayes in Takebally, 1983, Vpliv predgretja in položaja valilnih jajc v času skladiščenja na valilnost piščancev, 2016, str. 4)

Zunajcelični matriks je sestavljen tudi iz eksopolisaharidov, zaradi katerih je hidriran, omogočajo pa tudi počasnejše sušenje površine. Prav tako dajejo povrhnjici strukturo ob povečani prisotnosti vode. [15]

Znotrajcelična tekočina imenovana tudi citosol ali citoplazemski matriks pa v celicah jajca vzdržuje razmere, potrebne za opravljanje celičnih procesov. [15]

KORISTNI IN ŠKODLJIVI UČINKI LUPINE

Glede na sestavne snovi lupine, predvsem kalcij, bi lahko sklepali, da je jajčna lupina za nas zdravilna.

Znano je, da lupine ne smemo zaužiti, saj lahko povzroči vnetje slepiča. Vendar pa s pravilno pripravo lahko dosežemo, da je lupina užitna. Zadostuje, da jo dobro operemo, prevremo v vodi in jih posušimo, nato lupino zdrobimo v prah, na koncu pa jo še presejemo. Taka oblika lupine se lahko uporablja kot prehransko dopolnilo, s katerim bi lahko nadomestili kupljena kalcijeva prehranska dopolnila. [20]

Kalcij je za ljudi eno izmed pomembnejših hranilnih snovi, saj je nujno potreben za izgradnjo kosti, nohtov ter las in skrbi za regeneracijo zobne sklenine. »Pomaga pri strjevanju krvi, regulaciji srčnega utripa, prenosu živčnih impulzov, pomaga pri rasti mišic, sprošča izločanje hormonov, usmerja aktivnost encimov, usmerja prehod hranil v celice in iz njih, zavira vnetne procese in deluje antimikrobno, pomaga pri urejanju krvnega pritiska, ščiti pred nekaterimi vrstami raka, znižuje holesterol, sodeluje pri vzdrževanju kislinsko-bazičnega razmerja.« (Potočnik, 2013, str. 10) Če naše telo ne prejme dovolj kalcija, se bo ta začel sproščati iz kosti, te pa bodo posledično oslabele in postale bodo redkejšje, s tem pa se bo povečala možnost zlomov. V kosteh se nahaja 99 % vsega kalcija v telesu. Vendar pa se ta količina s starostjo spreminja. Po petdesetem letu se začne kostna masa vse bolj manjšati, saj je transport kalcija iz hrane v kri vse manjša. Največ kalcija potrebujejo mladi, ki rastejo in se jim kosti še gradijo, ter starejši po petdesetem letu. V tem obdobju imajo ljudje, ki so doslej zaužili premajhne količine kalcija največje težave. Ob pomanjkanju kalcija se pojavijo znaki oziroma simptomi, ki jih ne smemo ignorirati, saj lahko dolgotrajno pomanjkanje privede do poškodb, kot je na primer osteoporoza, pri kateri so kosti krhke in občutljive, in osteomalacija, za katero je značilno zmečkanje kosti. Tak znak je hipokalcemija. Zanj je značilen oslabljen imunski sistem, »velikokrat se pojavijo krči, motnje zavesti, dvojni vid, živčnost, motnje delovanja raznih organov, pa tudi zunaj vidne posledice, krhkejši nohti in lasje.« (Potočnik, 2013, str. 12) [20]

Večina ljudi je ozaveščenih za pomanjkanje kalcija v krvi, vendar ljudem povzročajo probleme tudi prevelike količine tega elementa. To bolezensko stanje se imenuje hiperkalcemija, »ki se pojavi ob raku, odpovedi ledvic in motnjah v delovanju organizma« (Potočnik, 2013, str. 12) Simptomi, ki spremljajo hiperkalcemijo, so »zaprtost, bruhanje, neješčost, žeja, povečano izločanje seča, moteno delovanje srca, zastoj srca, motnje zavesti, motnje v delovanju celotnega telesa.« (Potočnik, 2013, str. 12) [20]

STARANJE JAJC

Med staranjem jajc se v beljaku odvijajo procesi, ki povzročijo, da je v jajcu vse več vode nevezane, ta pa nato izhlapi skozi pore. S procesom staranja jajc se masa jajca prav zaradi izhlapevanja vode in ogljikovega dioksida manjša. Staranje tudi vpliva na število por in zaščito pred mikroorganizmi. Starejša jajca imajo v svoji lupini večje število por kot sveže izležena jajca. S časom povrhnjica pokriva vse manj površine jajca in tako je tudi zaščita pred mikroorganizmi veliko slabša. Prav tako se bo izločalo vse več CO₂ iz starejših jajc, vrednost pH njenega beljaka in rumenjaka pa bo naraščal. Zmanjšala se bo trdnost vitelinske membrane, ki obdaja rumenjak, beljak pa bo postal manj kakovosten. Prostornina zračnega mehurčka, ki se nahaja pod topim delom lupine, se bo povečevala, saj se bo tam nabiralo vse več odpadnih snovi. [4]

PRAKTIČNI DEL

METODE DELA

Z delom smo začeli v novembru 2021. Kot navajamo, je eden izmed ciljev, da ugotovimo časovni vpliv na konsistenco rumenjaka in beljaka v jajcu, zato smo laboratorijsko delo opravljali enkrat tedensko, in sicer ob petkih. Vse ugotovitve in rezultate pa smo si zapisovali po dnevih in številkah jajc.

Vrednotenje posamezne vrste jajc smo izpeljali tako, da smo jih označili s številkami od 1 do 10. Nato je sledilo tehtanje:

masa celotne jajce,
masa lupine,
masa beljak in rumenjak skupaj,
masa rumenjaka.

S kljunastim merilom smo na desetino centimetra natančno izmerili širino in dolžino beljaka ter premer vsakega jajčnega rumenjaka.

Z aplikacijo Color Grab smo še določili obarvanost rumenjaka (delež rdeče, zelene in modre barve). Čeprav je določanje barve s telefonom manj natančna, smo poskušali pri vsakem jajcu zagotoviti podobne pogoje. Krožnik smo postavili na enako mesto v laboratoriju, jajce pa na enako mesto na krožniku. Osvetlitev je bila v laboratoriju vedno enaka. Tudi kot, s katerega sva z aplikacijo določili barvo, je bil enak.

Nekatere jajca smo na koncu tudi spekli in opazovali, ali se med peko barva rumenjaka spremeni.

V laboratoriju smo uporabili precizno tehtnico, kljunasto merilo, indukcijsko ploščo, urna stekla, žlico in plastične ter papirnate krožnike. V našem primeru so bili plastični krožniki primernejši, saj so papirnati lahko hitro postali vlažni, pri držanju krožnika se je ta ob straneh nagubal, zaradi česar bi se lahko vsebina na krožniku razlila.

Namen raziskovanja je bil, da bi opazovali proces staranja in primerjali lastnosti jajc, glede na rejo kokoši, vendar pa smo v trgovini lahko našli le hlevsko rejo. Našli smo tudi posebno rumena jajca, ki so prav tako hlevske reje, ampak smo s tega sklepali, da imajo dodana barvila, kar pa bi lahko spremenilo lastnosti jajca, kot je RGB, zato smo uporabili tudi ta. Domača jajca smo pridobili s kmetije, na kateri se kokoši prosto pasejo, torej gre za prosto rejo. Te kokoši so se prehranjevale tudi z grobo mletim koruznim zrnem.

Da bomo lahko postavljene hipoteze potrdili oziroma ovrgli in s tem dosegli cilje, smo morali meriti točno določene količine, ki so se tudi s časom spreminjale in v določenem časovnem intervalu.



Slika 3: Tehtanje rumenjaka na precizni tehtnici



Slika 4: Peka posamezne jajce

PRIMERJAVA DOMAČIH JAJC

PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU

Z laboratorijskim delom smo pričeli 26. 11. 2021. Jajca smo začeli uporabljati drugi dan po izvalitvi. Zadnje jajce smo uporabili 11. 02. 2022, kar je 11 tednov staranja. Priporočen rok uporabe je štiri tedne po nesenu. Na ta dan smo zbrali podatke treh domačih jajc. Vsako jajce spada v različno kategorijo, saj jajc predhodno ne tehtajo.

1. jajce

26. 11. 2021



Slika 5: Domače jajce 1

5. jajce

3. 12. 2021



Slika 6: Domače jajce 5

10. jajce

1. 2. 2022



Slika 7: Domače jajce 10

Podatki o vseh meritvah mas za domača jajca so prikazani v tabeli 1. Prav tako so prikazani še izračuni masnega deleža posameznih meritev.

Tabela 1: Podatki o domačih jajcih

Datum	Številka jajca	Masa celotnega jajca (g)	Masa jajce brez lupine (g)	Masa lupine (g)	Masa rumenjaka (g)	W (mase jajca brez lupine)	W (mase rumenjaka)	W (mase lupine)
26. 11. 2021	1	61,77	54,36	6,79	18,80	0,88	0,30	0,11
26. 11. 2021	2	70,97	62,45	7,81	21,29	0,88	0,30	0,11
03. 12. 2021	3	61,54	53,54	6,77	18,20	0,87	0,30	0,11
03. 12. 2021	4	63,35	55,11	7,60	18,37	0,87	0,29	0,12
03. 12. 2021	5	62,61	54,47	8,14	18,41	0,87	0,29	0,13
10. 12. 2021	6	63,00	53,55	7,92	18,41	0,85	0,29	0,13
10. 12. 2021	7	53,36	45,36	7,13	14,94	0,85	0,28	0,13
26. 12. 2021	8	60,11	49,80	8,40	16,80	0,83	0,28	0,14
05. 01. 2022	9	97,04	80,54	14,56	/*	0,83	/*	0,15
11. 02. 2022	10	50,11	41,13	8,02	13,53	0,82	0,27	0,16

*mase rumenjaka zaradi razlitja le tega ni bilo mogoče stehtati.

Primerjava barve rumenjaka

V tabeli je prikazan delež posamezne barve rumenjaka, ki je bila izmerjena s pomočjo aplikacije Color Grab in sicer črka R predstavlja delež rdeče barve, G delež zelene barve in M delež modre barve.

DATUM	JAJCE (št.)	R	G	B
26. 11. 2021	1	175	62	0
26. 11. 2021	2	185	109	0
26. 11. 2021	3	194	102	0
03. 12. 2021	4	209	123	12
03. 12. 2021	5	202	109	0
10. 12. 2021	6	202	123	2
10. 12. 2021	7	210	122	3
26. 12. 2021	8	212	173	46
05. 01. 2022	9	210	125	12
11. 02. 2022	10	213	125	12

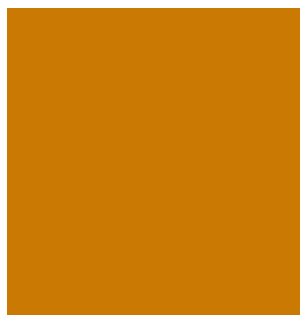
Tabela 2: Primerjava barve rumenjaka pri domačih jajcih

1. dan



Slika 8: Barva rumenjaka domačega jajca 1

Po staranju



Slika 9: Barva rumenjaka domačega jajca 10

UGOTOVITVE

Deleži, ki smo jih izračunali, glede na izmerjene podatke, se skoraj v celoti skladajo z deleži v teoriji. Delež mase jajca brez lupine s staranjem pade za 6 %. Do razlike pride predvsem zaradi izhlapevanja vode iz beljaka. Do spremembe bi naj prišlo po dveh tednih staranja, v našem primeru pa je majhna sprememba bila opazna že v drugem tednu. Na začetku se je delež rumenjaka v jajcu skladal s podatki o deležu iz teorije. Po šestih tednih je delež upadel za 3 %, kar je razmeroma malo. Razlika ni tako velika, saj v rumenjaku ni veliko vode. Nasprotno pa je delež lupine narasel za 5 %, saj je iz notranjosti jajca voda izhlapela. V rumenjaku prevladuje rdeči pigment pred in po staranju. S staranjem jajc je rdeč pigment v rumenjaku začel naraščati in barva rumenjaka je potemnila.

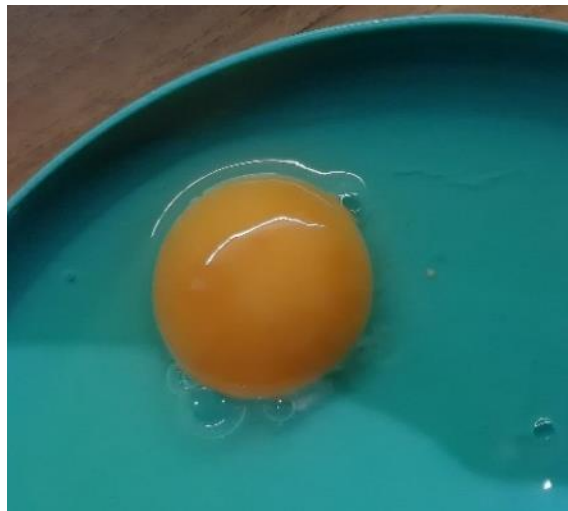
PRIMERJAVA POSEBNO RUMENIH JAJC

PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU

Z delom v laboratoriju smo začeli 3. 12. 2021. Rok uporabe posebno rumenih jajc, ki smo jih uporabili je do 19. 12. 2021. Zadnje jajce smo uporabili 11. 02. 2022, kar je 10 tednov staranja. Ker so bila jajca deležna transportne verige, ne vemo točno, kateri dan po izvalitvi smo jih začeli uporabljati. Jajca spadajo v kategorijo M.

1. jajce

03. 12. 2021



Slika 8: Posebno rumeno jajce 1

8. jajce

26. 12. 2021

Beljak je zavzel obliko posode.



Slika 9: Posebno rumeno jajce 8

10. jajce

11. 02. 2022



Slika 10: Posebno rumeno jajce 10

Podatki o vseh meritvah mas za posebno rumena jajca so prikazani v tabeli 3. Prav tako so prikazani še izračuni masnega deleža posameznih meritev.

Tabela 3: Podatki o posebno rumenih jajcih

Datum	Številka jajca	Masa celotnega jajca (g)	Masa jajce brez lupine (g)	Masa lupine (g)	Masa rumenjaka (g)	W (mase jajca brez lupine)	W (mase rumenjaka)	W (mase lupine)
3. 12. 2021	1	59,4	51,98	6,86	15,87	0,88	0,31	0,12
3. 12. 2021	2	65,87	57,74	7,6	20,89	0,88	0,32	0,12
3. 12. 2021	3	60,14	53,31	6,64	19,87	0,89	0,33	0,11
3. 12. 2021	4	65,24	57,15	8,09	19,41	0,88	0,30	0,12
3. 12. 2021	5	59,78	51,79	7,38	17,77	0,87	0,30	0,12
10. 12. 2021	6	67,89	57,88	8,58	19,78	0,85	0,29	0,13
10. 12. 2021	7	66,69	57,58	8,63	19,42	0,86	0,29	0,13
26. 12. 2021	8	60,21	50,34	8,73	16,74	0,84	0,28	0,14
5. 01. 2022	9	59,86	49,41	9,04	16,87	0,83	0,28	0,15
11. 02. 2022	10	50,5	41,66	8,61	13,65	0,82	0,27	0,17

PRIMERJAVA BARVE RUMENJAKA

Tabela 4: Primerjava barve rumenjaka posebno rumenih jajc

DATUM	JAJCE (št.)	R	G	B
03. 12. 2021	1	230	157	0
03. 12. 2021	2	206	131	0
03. 12. 2021	3	204	89	0
03. 12. 2021	4	205	94	0
03. 12. 2021	5	175	60	0
10. 12. 2021	6	193	89	0
10. 12. 2021	7	195	85	0
26. 12. 2021	8	211	89	10
05. 01. 2022	9	195	101	0
11. 02. 2022	10	198	65	1

1. dan



Slika 11: Barva rumenjaka posebno rumenega jajca 1

Po staranju



Slika 12: Barva rumenjaka posebno rumenega jajca 10

UGOTOVITVE

Masa celotnega jajca se je čez čas zreducirala, to je najbolj vidno pri zadnjem jajcu. Delež mase jajca brez lupine se je zmanjšal za 6 %, delež lupine se s staranjem poveča za 5 %, saj voda izhlapi skozi pore lupine in je masa beljaka in rumenjaka manjša. Prav tako se delež rumenjaka zmanjša za 4 %, ker tudi iz rumenjaka izhlapi voda. Spremembe so se začele kazati po drugem tednu staranja. Razlika med odtenkom barve rumenjaka je zelo opazna in barva rumenjaka potemni. Vsebnost rdečih in zelenih pigmentov se zmanjša.

PRIMERJAVA HLEVSKIH JAJC

PRIMERJAVA ČVRSTOSTI BELJAKA IN OBLIKE PO STARANJU

Njihov rok trajanja je do 4. 01. 2022. Zadnje jajce smo uporabili 11. 02. 2022, kar je 8 tednov staranja. Od tega prvi teden nismo začeli z meritvami. Jajca spadajo v kategorijo M. Ker so bila jajca deležna transportne verige, ne vemo točno, kateri dan po izvalitvi smo jih začeli uporabljati.

1. jajce

26. 12. 2021

Beljak je zavzel obliko posode



Slika 13: Hlevsko jajce 1

5. jajce


5. 1. 2022

Beljak je zavzel obliko posode.



Slika 14: Hlevsko jajce 9

10. jajce

11. 02. 2022	 <p data-bbox="783 779 1115 813">Slika 15: Hlevsko jajce 10</p>
--------------	---

Podatki o vseh meritvah mas za hlevska jajca so prikazani v tabeli 5. Prav tako so prikazani še izračuni masnega deleža posameznih meritev.

Tabela 5: Podatki o hlevskih jajcih

Datum	Številka jajca	Masa celotnega jajca (g)	Masa jajca brez lupine (g)	Masa lupine (g)	Masa rumenjaka (g)	W (mase jajca brez lupine)	W (mase rumenjaka)	W (mase lupine)
26. 12. 2021	1	61,34	53,67	7,62	18,89	0,87	0,31	0,12
26. 12. 2021	2	60,37	52,58	7,67	/*	0,87	/*	0,13
26. 12. 2021	3	59,36	51,46	7,56	17,34	0,87	0,29	0,13
05. 01. 2022	4	57,13	49,07	7,13	16,78	0,86	0,29	0,12
05. 01. 2022	5	60,32	51,43	7,47	17,64	0,85	0,29	0,12
07. 01. 2022	6	55,02	46,96	6,68	15,59	0,85	0,28	0,12
07. 01. 2022	7	60,85	51,77	7,48	16,73	0,85	0,27	0,12
14. 01. 2022	8	59,11	49,76	7,47	15,87	0,84	0,27	0,13
14. 01. 2022	9	59,13	49,57	8,33	15,94	0,84	0,27	0,14
11. 02. 2022	10	54,55	44,83	8,27	14,71	0,82	0,27	0,15

*mase rumenjaka zaradi razlitja le tega ni bilo mogoče stehtati.

PRIMERJAVA BARVE RUMENJAKA

Tabela 6: Primerjava barve rumenjaka hlevskih jajc

DATUM	JAJCE (št.)	R	G	B
26. 12. 2021	1	221	158	0
26. 12. 2021	2	208	137	0
26. 12. 2021	3	238	136	0
05. 01. 2022	4	184	110	0
05. 01. 2022	5	/	/	/
07. 01. 2021	6	205	112	0
07. 01. 2021	7	209	104	0
14. 01. 2021	8	223	126	10
14. 01. 2022	9	194	79	0
11. 02. 2022	10	193	75	4

1. dan



Slika 17: Barva rumenjaka hlevskega jajca 1

Po staranju



Slika 16: Barva rumenjaka hlevskega jajca 10

UGOTOVITVE

Delež jajca brez lupine je na začetku nekoliko višji, kot je v skladu s teorijo. Ta s staranjem pade za kar 5 %, saj iz beljaka izhlapeva voda. Prav tako tudi delež rumenjaka s časom upade za 4 %. Delež lupine pa narašča s staranjem za 3 %. Pri vseh primerih je barva rumenjaka vsebovala največ pigmenta rdeče barve. Pri staranih jajcih se je vsebnost modrega pigmenta za nekoliko povečala. Razlika med obarvanostjo rumenjaka pred in po staranju je zelo opazna.

PRIMERJAVA JAJC GLEDE NA REJO

Pri domačih jajcih se je najhitreje zreduciral čvrsti del beljaka in sicer kar po 2. tednu staranja. Prikaz beljaka domačih jajc je na slikah 5,6 in 7. Domača jajca so ohranila čvrstost beljaka do konca staranja, medtem ko se pri hlevski reji beljak razlije že na začetku. Prikaz beljaka na slikah 15, 16 in 17.

Tabela 7: Primerjava podatkov jajc glede na rejo

Datum	Številka jajca	Masa celotnega jajca (g)	Masa jajce brez lupine (g)	Masa lupine (g)	Masa rumenjaka (g)	W (mase jajca brez lupine)	W (mase rumenjaka)	W (mase lupine)
Domača reja								
26. 11. 2021	1	61,77	54,36	6,79	18,80	0,88	0,30	0,11
11. 02. 2022	10	50,11	41,13	8,02	13,53	0,82	0,27	0,16
Posebno rumena jajca								
3. 12. 2021	1	59,4	51,98	6,86	15,87	0,88	0,31	0,12
11. 02. 2022	10	50,5	41,66	8,61	13,65	0,82	0,27	0,17
Hlevska reja								
26. 12. 2021	1	61,34	53,67	7,62	18,89	0,87	0,31	0,12
11. 02. 2022	10	54,55	44,83	8,27	14,71	0,82	0,27	0,15

Tabela 8: Primerjava barve jajčnega rumenjaka glede na rejo

DATUM	JAJCE (št.)	R	G	B
Domača jajca				
26. 11. 2021	1	175	62	0
11. 02. 2022	10	213	125	12
Posebno rumena jajca				
03. 12. 2021	1	230	157	0
11. 02. 2022	10	198	65	1
Hlevska reja				
26. 12. 2021	1	221	158	0
11. 02. 2022	10	193	75	4

Pri vseh jajcih se je zračni mehurček povečal.



Slika 18: Velikost zračnega mehurčka pred staranjem



Slika 19: Velikost zračnega mehurčka po staranju

Pri vseh jajcih je vidna sprememba rumenjaka v odtenku barve. Najmanjša sprememba je opazna pri domačih jajcih, najbolj vidna sprememba je pri posebno rumenih jajcih. Pri vseh je rumenjak potemnel. Menimo, da je potemnel zaradi izhlapevanja vode pri procesu staranja, tako je koncentracija barvil večja.

NAPAKE

Prvo napako smo naredili že s slabo organiziranostjo in razporeditvijo dela. Sodelovali sva dve, delo sva si izmenjavali. Zaradi nepazljivosti in neorganiziranosti smo nekajkrat pozabili slikati jajca in izmeriti maso posameznih delov jajca in obarvanosti rumenjaka, vendar smo težave hitro rešili. Precizna tehtnica, ki smo jo uporabili, poda rezultat na dve decimalni mesti natančen, zato so meritve manj natančne, kot bi bile, če bi uporabili analizno tehtnico. Ko smo tehtali lupinino maso je v notranjosti ostalo še nekaj beljaka, ki je dodal k masi lupine. Prav tako smo pri ločevanju rumenjaka od beljaka zraven rumenjaka odstranili tudi majhen del beljaka, zato masa rumenjaka ni najbolj natančna. Na rezultate meritev jajc hlevske reje je vplivalo tudi to, da en teden nismo opravljali meritev in so se med tem časom jajca že začela starati.

Pri shranjevanju dokaznega gradiva je prišlo do nereda in zmede glede fotografij. Uporabili smo tudi napačno označevanje virov, saj nismo več vedeli h kateremu viru pripada katera informacija.

Iz napak smo se veliko tudi naučili, saj smo se proti koncu raziskovanja že vedeli dobro organizirati, medsebojno sodelovanje se je tudi zelo izboljšalo.

RAZPRAVA

Na začetku raziskovanja smo si postavili tri hipoteze, ki smo jih poskušali s tehtanjem, opazovanjem, merjenjem domačih, posebno rumenih in jajc hlevske reje tudi dokazati ali ovreči. Pri tem smo sledili glavnemu cilju raziskovalne naloge: ugotoviti, kako staranje vpliva na konsistenco rumenjaka in čvrstost beljaka. Prav tako smo opazovali barvo rumenjaka s procesom staranja in razliko med rejami jajc.

1. Hipoteza: Med staranjem se delež rumenjaka in delež lupine glede na maso jajca ne spreminja.

Ta hipoteza **ne drži**: Delež rumenjaka in delež lupine glede na maso celotnega jajca se s staranjem spreminja. Delež rumenjaka se s staranjem zmanjša, saj iz njega izhlapeva voda. Delež lupine se s staranjem povečuje, saj iz beljaka in rumenjaka izhlapeva voda in je tako skupna masa jajca vse manjša. To sva dokazali v tabeli 7.

2. Hipoteza: Najbolj žive barve je rumenjaka pri jajcih, pri katerih se kokoši prehranjujejo s krmo, ki vsebuje karotenoide.

Ta hipoteza **drži**: V barvi rumenjaka je videti še največ oranžnih podtonov pri hlevski reji. Posebno rumena jajca so malenkost bolj živa, vendar pa sta si barvi rumenjaka hlevskega jajca in posebno rumenega jajca zelo podobni. Kokoši v hlevski reji se prehranjujejo s krmili z dodanimi karotenoidi. Posebno rumena jajca imajo karotenoidov dodanih še več, zato je rumenjaka temneje obarvan.

3. Hipoteza: S staranjem obarvanost rumenjaka osvetli, ne glede na vrsto reje in prehrane.

Ta hipoteza **ne drži**: Pri vseh jajcih je opazno barva rumenjaka potemnela, ker je voda izhlapela in je zato koncentracija barvil večja.

ZAKLJUČEK

S to raziskovalno nalogo smo želeli ugotoviti, kaj se z jajcem zgodi pri staranju in splošno izvedeti več o lastnosti jajc. Naučili smo se veliko novih podatkov in strokovnih izrazov o jajcih. Pridobili smo splošno razgledanost o jajcih. Spoznali smo se s procesom staranja jajc na katerega vplivajo različni dejavniki. Prav tako smo pridobivali znanje o jajčnih delih in njihovih lastnosti. Sestava delov jajca je zelo zapletena in se poglobi vse do mikroskopskih podrobnosti. Naučili smo se tudi, kaj pomenijo oznake na kupljenih jajcih in v katere kategorije uvrščamo jajca. Izvedeli smo tudi od česa je odvisna barva rumenjaka.

Z raziskovalno nalogo smo urili sposobnosti organizacije, timskega dela, naučile smo se uporabljati kljunasto merilo in ponovile znanje o navajanju virov. Srečali smo se tudi z aplikacijo Color Grab, ki nam prej ni bila znana.

Na začetku raziskovalne naloge si nismo predstavljali, da so jajca tako zanimiva in da je v njih v bistvu veliko kemije in biologije. Na jajca sedaj ne gledamo več le kot vir prehrane, ampak tudi kot področje, ki bi lahko bilo veliko bolj raziskano predvsem na področju staranja.

Lahko bi raziskali, kakšen učinek ima starano jajce na naše zdravje. Zanimiva tema za raziskovanje bi prav tako lahko bila, kako zmanjšati prenos salmonele oziroma zastrupitev z njo. Meniva, da premalo ljudi ve, da je jajčna lupina zanje koristna ter da jo lahko predelajo v užitno hranilo. V prehrani ljudi bi bila odličen nadomestek umetnih prehranskih dodatkov za kalcij. Aplikacija Color Grab je uporabna tudi na številnih drugih področjih za merjenje barve. Na primer, uporabili bi jo lahko tudi v biologiji pri prepoznavanju oziroma ločevanju vrst organizmov glede na njihovo barvo. Raziskovali bi lahko tudi, kako bi z naravno prehrano dosegli določeno obarvanost rumenjaka, saj so dodana umetna barvila lahko škodljiva za naše zdravje.

Kokošja jajca so del naše vsakodnevne prehrane, zato menimo, da je tej temi posvečeno premalo pozornosti glede raziskav.

LITERATURA IN VIRI

1. Science of Eggs: Anatomy of an Egg (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://www.exploratorium.edu/cooking/eggs/eggcomposition.html>
2. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631068304001393>
3. Pomen jajc v prehrani študentov (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_tisaj_karmen.pdf
4. Ugotavljanje maščobnokislinske sestave svežih in staranih kokošjih jajc iz različnih virov z uporabo plinske kromatografije (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
https://www.ffa.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/Knjiznica/diplome/2013/Tomsic_Jasna_dipl_na1_2013.pdf
5. 10 Koristne lastnosti jajčne lupine (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://sl.svet-tour.com/articles/11011-10-useful-properties-of-eggshell>
6. Pridobivanje bioloških učinkovin iz kokošjih jajc (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_boltar_iva.pdf
7. Eggs (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B012227055X003886/first-page-pdf>
8. Zakaj gnila jajca plavajo (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://sl.socmedarch.org/why-rotten-eggs-float-4116957-6461>
9. Kako lahko ugotovimo, ali je jajce še sveže? (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://zenska.hudo.com/recepti/kulinarika/kako-lahko-ugotovimo-ali-je-jajce-se-sveze/>
10. Do kdaj so vaša jajca še užitna? (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://siol.net/trendi/zdravo-zivljenje/do-kdaj-so-vasa-jajca-se-uzitna-298696>
11. Hydroxyapatite (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Hydroxyapatite>

12. Hidroksiapatit: zgradba, sinteza, kristali in uporaba (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://sl.warbletoncouncil.org/hidroxiapatita-434>

13. Kalcifikacija in Kalcinacija (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<http://meridian-fit.si/kalcifikacija/>

14. Proizvodnja zunajceličnega matriksa (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Proizvodnja_zunajceli%C4%8Dnega_matriksa

15. Razlika med znotrajceličnimi in zunajceličnimi tekočinami (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://sl.strephonsays.com/intracellular-and-vs-extracellular-fluids-12762>

16. Struktura jajc - shema, sestava, osnovne značilnosti (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://slv.healthycatchups.com/iz-chego-sostoit-jajco.html>

17. Ocenjevanje kakovosti jajc glede na sistem reje (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://dk.um.si/Dokument.php?id=112383>

18. Kalcij iz jajčne lupine (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://www.teta-pehta.com/kalcij-iz-jajcne-lupine/>

19. Kalcij – koliko ga zares potrebujemo? (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://osteoporoza.si/kalcij/>

20. Kalcij v prehrani - zadosti ali premalo? (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

https://zpm-mb.si/wp-content/uploads/2015/12/OŠ_Biologija_Kalcij_v_prehrani_prevec.pdf

21. Jajce – popoln izdelek narave (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://www.zdravje.si/jajce>

22. Jajce (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://www.znanjesveta.com/o/Jajce>

23. Jajce - popoln izdelek narave (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201802531.pdf>

24. Vzroki Za Tanke In Šibke Lupine Jajčnih Lupin (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://sl.blabto.com/5876-the-causes-of-thin-and-weak-eggshell-shells.html>

25. Vpliv predgretja in položaja valilnih jajc v času skladiščenja na valilnost piščancev (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/zootehnika/vs_savsek_peter.pdf

26. Yolk (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Yolk> ,16.1.2022

27. Lutein-enriched eggs as another superfood (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://www.feedstrategy.com/blog/lutein-enriched-eggs-as-another-superfood/>

28. Vrednotenje barve rumenjakov (pridobljeno januar 2022), dostopno na naslovu:

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=111793&lang=slv>

29. Navodila pacientom (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<http://www.imuno.si/files/Alergija-na-jajca.pdf> ,

30. Alergija na jajca (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://zastarse.si/otroci/otroske-bolezni/alergija-na-jajca/>

31. Jajce (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Jajce>

32. Ravnanje razvrščanje in označevanje jajc kokoši nesnic za prodajo (pridobljeno februar 2022), dostopno na naslovu:

<https://lj.kgzs.si/Portals/1/A-Splet2020/TL115%20-%20Ravnanje%20razvrscanje%20in%20oznacevanje%20jajc%20kokosi%20nesnic%20za%20p rodajo%20-%202020.pdf>