

THE INFLUENCE OF THE PERCENTAGE OF RYE FLOUR ON THE SENSORY CHARACTERISTICS OF MIXED RYE BREAD

Jelena Vukašinić

Textile-technology and agricultural school „Despot Djurdj” Smederevo, Serbia

jelenav1902@gmail.com

Abstract: Rye bread and mixed rye bread are traditionally present in the diet of Northern and Eastern Europe. Mixed rye bread is increasingly used in the diet in Serbia with the desire and need for people to consume nutritionally high-quality food and products. Mixed rye bread is made from at least 30 % rye flour, calculated based on the total amount of flour used. In practice, this percentage of rye flour can be even higher, which requires a more demanding technological production process, but results in a product with better sensory characteristics. In practice, direct and indirect bread production methods are used, which include the use of sourdough. The added sourdough affects the taste and smell of the finished product and influences the freshness of the bread. Depending on the applied technological process and the percentage of rye flour, bread with different sensory characteristics is obtained. When comparing the characteristics of products with different mass fractions of rye flour, the volume of the product, shape, external appearance and crust, softness, porosity, elasticity and structure of the crumb, smell and taste of the bread are observed. Rye flour, compared to wheat flour significantly is different chemical composition. Rye flour contains less starch and less protein, mineral substances compared with wheat flour. The proteins in rye bread also have a different composition, and the most important for the quality of rye flour are pentosans which, during dough formation, envelop the proteins of rye flour and prevent the formation of gluten. They also bind more water than proteins and starch, resulting in higher yield and higher dough moisture. Therefore, the higher the proportion of rye flour in the dough the smaller the volume of the final product, which is darker and thicker, the crumb is denser, less porous, less airy, and more moist. Increasing the percentage of rye flour in mixed rye bread recipes results in a product with a fuller, more intense flavor and aroma. The percentage of rye flour in mixed rye bread recipes also affects the nutritional value of the final product. The final product has fewer carbohydrates and proteins, higher moisture content, fat, and dietary fiber. With a higher proportion of rye bread, the energy value is lower than that of wheat flour. Using mixed rye bread in the diet introduces more nutritionally important ingredients into the body and improves the quality of nutrition.

Keywords: rye flour, sensory characteristics, mixed rye bread

УТИЦАЈ ПРОЦЕНТНОГ УДЕЛА РАЖЕНОГ БРАШНА НА СЕНЗОРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕШАНОГ РАЖЕНОГ ХЛЕБА

Јелена Вукашиновић

Текстилно-технолошка и пољопривредна школа „Деспот Ђурађ“ Смедерево, Србија,

jelenav1902@gmail.com

Резиме: Ражени хлеб и мешани ражени хлеб су традиционално заступљени у исхрани у земљама Северне и Источне Европе. Мешани ражени хлеб све више се у Србији користи у исхрани са жељом и потребом људи да користе нутритивно квалитетне намирнице и производе. Мешани ражени хлеб производи се од најмање 30% раженог брашна рачунато на укупно употребљену количину брашна. У пракси тај проценат заступљености раженог брашна може да буде и већи, што условљава захтевнији технолошки поступак производње, али се добија производ бољих сензорних карактеристика. У пракси се примењују директни и индиректни поступак производње хлеба. Ако је више заступљено ражено брашно, потребно је применити индиректан поступак производње хлеба, што подразумева и коришћење киселог теста. Додато кисело тесто утиче на укус и мирис готовог производа и утиче на свежину хлеба. У зависности од примењеног технолошког поступка производње и процентног удела раженог брашна добија се хлеб различитих сензорних карактеристика. При упоређивању карактеристика производа са различитим масеним уделом раженог брашна посматра се запремина производа, облик производа, спољни изглед и изглед коре, мекоћа, порозност, еластичност и структура средине, мирис и укус хлеба. Ражено брашно у односу на пшенично брашно има знатно другачији хемијски састав. Ражено брашно садржи мање скроба и мање беланчевина, а више минералних материја у односу на пшенично брашно. Беланчевине раженог брашна имају и другачији састав, а најважнију улогу за квалитет раженог брашна имају пентозани, који при формирању теста

обавијају беланчевине раженог брашна и спречавају формирање глутена, а, такође, и везују више воде од беланчевина и скроба, па је већи рандман и већа влажност теста. Због свега наведеног следи да што је већи удео раженог брашна, хлеб је влажнији. Мешани ражени хлеб задржава дуже свежину од пшеничног. Што је удео раженог брашна већи у тесту, готов производ је мање запремине, кора је тамнија и дебља, средина је збијенија, мање порозна, мање шупљикава и влажнија. Са повећањем процентног удела раженог брашна у мешаном раженом хлебу добија се производ пунијег, интензивнијег укуса и интензивније ароме. Процентни удео раженог брашна у рецептурама за производњу мешаног раженог хлеба утиче и на нутритивну вредност готовог производа. У готовом производу мање је угљених хидрата и протеина, већа је влажност, садржај масти и прехранбених влакана са већом заступљеношћу раженог брашна. Укупна енергетска вредност мешаног раженог хлеба мања је од енергетске вредности пшеничног хлеба. Коришћењем мешаног раженог хлеба у исхрани у организам се уноси више нутритивно важних састојака и побољшава се квалитет исхране.

Кључне речи: ражено брашно, сензорне карактеристике, мешани ражени хлеб

1. УВОД

Раж је житарица која заузима друго место према значају за производњу хлеба, одмах после пшенице. Раж се гаји у земљама Северне и Источне Европе, јер у односу на пшеницу, подноси суровије временске услове и већу надморску висину, до 1800 метара. У областима где добро успева пшеница, не гаји се раж, јер она даје много слабије приносе (Жежељ, 1989). Млевењем ражи добија се ражено брашно које има хемијски састав и пецивне особине другачије од пшеничног брашна, тако да при производњи хлеба са раженим брашном параметри технолошког процеса су измењени у односу на производњу хлеба од пшеничног брашна. Хлеб може да се производе и од 100% раженог брашна, али се чешће на тржишту налази мешани ражени хлеб са различитим процентним уделом раженог брашна. Према Правилнику о квалитету жита, млинских и пекарских производа и тестенина (2018) ражени хлеб садржи најмање 30% раженог брашна рачунато на укупно употребљену количину брашна. Са повећањем процентног удела раженог брашна у рецептури, потребно је мењати и параметре технолошког поступка производње, дужину ферментације и печења, као и температуру и релативну влажност ваздуха. У производњи се користи кисело тесто и индиректни поступак производње, а од правилног вођења технолошког поступка производње много зависи квалитет и сензорне карактеристике готовог производа.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Примењена је метода прикупљања, анализе и обраде података као и експериментална метода. Приликом анализе утицаја процентног удела брашна на особине готовог производа идентификовани, систематизовани и класификовани су подаци добијени из литературе и практичних проба узорака са различитим процентним уделом раженог брашна у рецептури.

3. РАЖЕНО БРАШНО

Ражено брашно се добија млевењем зрна ражи на начин сличан поступку млевења меке пшенице, иако има различите структурно-механичке особине и хемијски састав зрна. Раж се теже меље од пшенице, јер је раж богата слузастим материјама, што је чини пластичнијом и веза између ендосперма и омотача је врло чврста, што даје већи удео минералних материја у производима млевења (Жежељ, 1989). Ако су честице раженог брашна ситније, принос хлеба је већи и квалитет хлеба је бољи. Према Правилнику о квалитету жита, млинских и пекарских производа и тестенина (2018) млински производи од ражи стављају се у промет као: ражена прекрупа, ражено брашно тип 750, ражено брашно тип 950, интегрално ражено брашно (ражено брашно од целог зрна) и остали млински производи од ражи.

Табела 1. Минимални захтеви квалитета за млинске производе од ражи

Производ	Садржај пепела, рачунато на суву материју, највише, у %	Киселински степен, највише
Ражена прекрупа	2	5
Ражено брашно тип 750	од 0,7 до 0,8	3,5
Ражено брашно тип 950	од 0,9 до 1,0	4
Интегрално ражено брашно	од 1,1 до 2	5

Извор: Правилник (2018)

Хемијски састав раженог брашна зависи од сорте ражи, земљишта, услова гајења и начина млевења ражи. Ражено брашно се по хемијском саставу не разликује много од пшеничног што се види из табеле 2.

Табела 2. Хемијски састав раженог и пшеничног брашна

Састојци брашна, рачунато на суву материју	Ражено брашно тип 750	Пшенично брашно тип 500
Скроб	од 65 до 75 %	од 66 до 71 %
Беланчевине	од 7,5 до 9 %	од 8 до 11,5 %
Пентозани	од 4,7 до 7,1 %	2 %
Малтоза	од 3,3 до 3,9 %	1 %
Вода (влага)	од 13 до 14 %	од 13 до 14 %
Минералне материје	од 0,7 до 0,8 %	од 0,46 до 0,55 %

Извор: (Гавриловић, 2003)

Ражено брашно има већу способност хидратације него пшенично брашно и високу амилитичку активност. Скроб раженог брашна има слабију мицеларну структуру и високу способност хидратације. Скроб пшеничног брашна клајстеризује на 60–67°C, а раженог на нижој температури, 52–55°C и подложнији је дејству ензима и разградњи, тако да се већи део скроба у току ферментације теста и печења хлеба разлаже. Ражено брашно садржи мање беланчевина од пшеничног, оне су другачије структуре у односу на беланчевине пшеничног брашна. Беланчевине раженог брашна не формирају еластично-пластичан скелет теста, односно не образују глутен, јер повећан садржај пентозана у присуству воде бубри и гради вискозан колоидни раствор који обавија честице беланчевина чиме се спречава образовање глутена. Служи раженог брашна онемогућавају издвајање протеинског гела из теста од раженог брашна, спречавају јаче бубрење скроба и смањују амилитичку активност (Гавриловић, 2003). Ражено брашно је тамније боје од пшеничног јер садржи више минералних материја. На боју раженог брашна утиче степен измељавања, односно присуство минералних и бојених материја, којих је највише у омотачу, тип брашна и величина честица. Ражено брашно је тамније ако је већи степен измељавања, јер је тада у брашну више присутно минералних и бојених материја из омотача, иако су честице крупније.

4. ПРОИЗВОДЊА МЕШАНОГ РАЖЕНОГ ХЛЕБА

Мешани ражени хлеб производи се и по директном и по индиректном поступку. Избор поступка зависи од процентног удела раженог брашна у рецептури и жељених сензорних карактеристика готовог производа. Ако желимо да произведемо хлеб који има растреситу структуру средине, пријатан неутралан укус и арому, применићемо директни поступак производње са 30% раженог брашна у рецептури, уз додаток киселог теста у облику праха или неког средства за закишељавање теста. Све сировине се додају од једном и врши се хомоген замес у месилици. Замешено тесто се дели на комаде жељене масе, који се округло обликују. Округло обликовани комади ферментишу у условима који владају у погону, а затим се завршно обликују, најчешће у облик векне. Завршно обликована векна ферментише у плеху у слободној форми или у отвореном калупу. Завршна ферментација се одвија под истим условима као и када се производи пшенични хлеб. Хлеб се пече на нешто вишој температури од пшеничног хлеба. Применом овог поступка скраћује се време производње хлеба, ферментација се одвија у присуству квасца, а додатно кисело тесто или средство за закишељавање утиче на укус и арому производа и продужава свежину.

Са порастом удела раженог брашна, повећава се и количина воде при замесу, па и рандман теста. И температура воде за замес треба да буде виша, јер тесто са већим уделом раженог брашна треба да буде топлије због бубрења пентозана. Скроб може да веже више воде, смањена је влажност површине теста и оно брже нараста. Ако је заступљен већи проценат раженог брашна, па се хлеб производи по индиректном поступку, смањује се количина додатог квасца, а повећава количина киселог теста. Додато кисело тесто утиче на укус и арому готовог производа, али и на структуру и повезаност теста. Замес траје краће ако је присутно више раженог брашна, јер процес бубрења беланчевина и скроба наставља се и кад се заврши замес. Код индиректног поступка одмарање теста краће траје, а код директног поступка потребно најмање 20 минута због активности квасца. Затим се тесто дели на комаде жељене масе и лагано округло обликује, чиме се постиже уједначена порозност и облик. После ове фазе код хлеба са већим садржајем раженог брашна, није потребно одмарање јер глутенска мрежа није много развијена. Без обзира на удео пшеничног, односно раженог брашна, хлеб се завршно обликује у векну или округли облик. Код хлеба са већим

процентом раженог брашна при завршном обликовању тесто се не затеже много. Ако је тесто меко ферментише у корпицама или калупима да би задржало облик. Завршна ферментација се одвија у ферментационој комори при температури 32-38°C и релативној влажности ваздуха 70-80 %. Време завршне ферментације је од 20 до 50 минута и зависи од рецептуре, количине квасца, тврдоће теста, температуре теста и температуре у ферментационој комори. Тесто са већим садржајем раженог брашна се не нарезује пре печења јер би се оштетила слаба структура теста, гасови настали током прве фазе печења би изашли из тестаног комада и хлеб би био неправилног облика и спљоштен. Мешани ражени хлеб се пече на температури 260-210°C, 55-60 минута. На почетку печења је виша температура да би се формирала кора, а затим се температура снижава, јер је потребно више времена за накнадно нарастање теста у пећи и формирање средине. Средина је мање порозна и топлота слабије продире у средину хлеба. (Albrecht, Ehrlinger & Willeke, 2009).

Слика 1. Мешани ражени хлеб



Извор: аутор

5. УТИЦАЈ ПРОЦЕНТНОГ УДЕЛА РАЖЕНОГ БРАШНА НА СЕНЗОРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕШАНОГ РАЖЕНОГ ХЛЕБА

Мешани ражени хлеб се производи са најмање 30% раженог брашна рачунато на укупно употребљену количину брашна, што је прописано Правилником (2018). У зависности од рецептуре и технолошког поступка производње мешани ражени хлеб се производи у различитим облицима, различите је боје, укуса и мириса, чиме произвођач обезбеђује да на тржишту има оригиналан производ. На сензорне карактеристике мешаног раженог хлеба највећи утицај има однос пшеничног и раженог брашна у рецептури. Мешани ражени хлеб се производи и са 40, 50 или 60% раженог брашна што знатно утиче на сензорне карактеристике готовог производа, а захтева и измене у технолошком поступку производње. Мешани ражени хлеб са 30% раженог брашна може да се производи по директном поступку исто као и хлеб од пшеничног брашна, а са повећањем процента раженог брашна мора да се повећа и количина киселог теста у рецептури. Кисело тесто може да се додаје у течном или прашкастом стању, као чисте културе бактерија млечне киселине, чиме се поједностављује технолошки поступак производње. Коришћењем киселог теста добија се нежнија и порознија структура средине и укуснија и ароматичнија кора и средина. Киселост хлеба се изражава преко киселинског степена или рН вредности. За мешане ражене хлебове рН вредност креће у границама од 4,2 до 4,7, а код пшеничних хлебова у условима кратке ферментације од 5,5 до 6,0. Уколико се киселост хлеба изражава преко степена киселости, Правилник (2018) превиђа да за бели пшенични хлеб је вредности до 3, а за ражене хлебове до 7,5. Повећана киселост мешаног раженог хлеба потиче од млечне и сирћетне киселине, које формирају бактерије млечне киселине у продуженој ферментацији теста. У зависности од избора температурног режима, влажности теста и времена ферментације може се контролисати однос млечне и сирћетне киселине. Млечна киселина се формира у меким и топлим тестима, а сирћетна киселина се формира код тврђих и хладнијих теста (Ковачевић, 2011). При замесу теста пентозани ражи везују 6-8 пута већу количину воде, рачунато на сопствену масу, а глутен пшеничног брашна везује само двоструку количину воде. Тесто са већим процентом раженог брашна је веома густа течна маса и сматра се да служи одржавају облик средине производа. Из наведеног следи да мешани ражени хлеб са већим процентним уделом раженог брашна има веће приносе и продужену свежину, јер пентозани у току печења не губе способност везивања воде (Ковачевић, 1996).

Ражено брашно има способност да потамни при замесивању и печењу хлеба, што је један од показатеља квалитета. Средина мешаног раженог хлеба је тамнија што је већи процентни удео раженог брашна, јер се у

омотачу зрна ражи налазе токофероли, каротеноиди и тирозин. На боју средине хлеба утиче и повећано деловање ензима у раженом брашну.

Способност раженог брашна да образује шећере и гасове је велика, јер је у њему већи удео растворљивих шећера, али је способност задржавања гаса мала, јер је слабија мрежаста структура теста коју стварају беланчевине, па се због деловања амилазе на нижој температури, већи део скроба у току ферментације и печења разгради.

Код одређивања пецивости раженог брашна, за разлику од пшеничног, где беланчевине играју важну улогу, већи значај се придаје скробу и шећерима, односно активности ензима амилазе.

Скроб раженог брашна не може да веже сву воду додату при замесу теста и средина мешаног раженог хлеба остаје влажна. При печењу мешаног раженог хлеба долази до веће разградње скроба, због чега је средина хлеба лепљива.

Мешани ражени хлеб са већим процентом раженог брашна, може да има спљоштен облик са лошим особинама средине, због тога што ражено брашно не ствара глутен, односно не образује мрежасту структуру теста и не задржава створене гасове. Зато се са повећањем процентног удела раженог брашна у рецептури повећава и учешће киселог теста и продужава време ферментације теста.

При оцени квалитета мешаног раженог хлеба поред укуса, ароме, облика и запремине, важни показатељи су и физичке особине средине хлеба: лепљивост, повезаност и влажност. Што је процентни удео раженог брашна у мешаном раженом хлебу већи хлеб има спољошенији облик, мање је запремине, дебље коре, интензивније обојене средине и коре, средина је грубље порозна и лепљивија. Мешани ражени хлеб са већим процентом раженог брашна има специфичнији укус и дуже задржава свежину (Калуђерски Г, Калуђерски С. & Тошић Б, 2003).

Код мешаног раженог хлеба потрошачи цене сочну и чврсто резиву средину, киселкасто ароматичан укус и продужену свежину производа, што се постиже повећаним процентним уделом раженог брашна у рецептури. Прехрамбеној вредности мешаног раженог хлеба највише доприносе прехрамбена влакна и друге биоактивне супстанце раженог брашна.

Хранљиву вредност хлеба одређује његова енергетска вредност, сварљивост, садржај беланчевина, незасићених масних киселина, витамина и минерала. Хлеб се налази у основи пирамиде исхране и има велики значај у правилној исхрани људи. Хлеб је једна од намирница којом се покривају енергетске потребе човека и требало би да задовољи 35% дневних потреба за енергијом. Енергетска вредност мешаног раженог хлеба (100 kJ односно 237 cal) је нешто мања од енергетске вредности пшеничног хлеба (11045 kJ односно 258 cal). Мешани ражени хлеб са повећаним процентом раженог брашна садржи мање скроба, па је погодан за исхрану дијабетичара (Љубисављевић, 1996). Потребно је да се преко хлеба унесе и што више нутритивно важних састојака, што се постиже већом заступљеношћу мешаног раженог хлеба са већим процентним уделом раженог брашна у исхрани (Ковачевић, 2011). Ако се у производњи користи ражено брашно већег степена измељивања, производ ће бити богатији прехрамбеним влакнима, минералима и витаминима. Прехрамбена влакна нису сварљива, али везују много воде, повећавају интензитет жвакања, пролонгирају осећај ситости, поспешују рад црева, скраћују време проласка хране кроз дигестивни тракт и чисте организам од штетних материја. Лигнини, присутни у омотачу уз прехрамбена влакна се помоћу микроорганизама из људских црева могу се претворити у биолошки делотворне облике и имати заштитно дејство на људски организам, нпр. на превенцију кардиоваскуларних болести и неких облика карцинома (Schünenmann & Treu, 2009). Садржај минералних материја такође зависи од степена измељивања и повећава се са повећањем степена измељивања. Садржај витамина В1, В2, РР, Е и фолне киселине у 100 g зрна ражи покрива 20-30% дневних потреба сваког од наведених витамина (Лекић, 2010).

6. ЗАКЉУЧАК

Мешани ражени хлеб производи се са најмање 30% раженог брашна. Са повећањем процентног удела раженог брашна у рецептури, процес производње је сложенији, потребно је подесити параметре производње да би се добио хлеб одговарајућих сензорних карактеристика. Процес ферментације и печења трају дуже на вишој температури и са вишом релативном влажношћу ваздуха у зони влажења и зони печења. Ако је заступљен већи проценат раженог брашна, потребно је да се користи кисело тесто и да се води индиректни поступак производње хлеба. Хемијски састав и особине појединих састојака раженог брашна утичу на његову способност да образује тесто и на квалитет готовог производа. Тежи је технолошки поступак производње, али се добија производ бољих сензорних својстава и веће нутритивне вредности. Мешани ражени хлеб са већим процентом раженог брашна има мању запремину, дебљу кору, тамније је боје, средина је тамнија и влажнија, мање растресита и лепљива је. Укус и арома готовог производа су интензивнији. Хлеб дуже задржава свежину. Мешани ражени хлеб са већим процентним уделом раженог брашна има већу

нутритивну вредност, има смањен садржај скроба, а богатији је прехранбеним влакнима, минералима и витаминима.

ЗАХВАЛНОСТ

Резиме на енглески језик превела Александра Луковић, професор енглеског језика, Гимназија Смедерево. Текст лекторисала Оливера Терић, професор српског језика и књижевности, Текстилно-технолошка и пољопривредна школа „Деспот Ђурађ“ Смедерево.

ЛИТЕРАТУРА

- Гавриловић, М. (2003). *Технологија кондиторских производа*. Нови Сад, Србија: Универзитет у Новом Саду.
- Ковачевић, М. (2011). *Практично пекарство*. Нови Сад, Србија: Прогрес доо.
- Ковачевић, М. (1996). *Пекарство и посластичарство*. Нови Сад, Србија: Прогрес.
- Калуђерски, Г, Калуђерски, С. & Тошић, Б. (2003). *Прехрамбена технологија за пекаре*. Београд, Србија: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Лекић, Ж. (2010) *Производња хлеба и пецива*. Београд, Србија: Пољокњига.
- Љубисављевић, М. (1996). *Прехрамбени производи и тића*. Београд, Србија: Веларта.
- Правилник о квалитету жита, млинских и пекарских производа и тестенина*. (2018). Београ, Србија: Службени гласник РС бр. 68/2016 и 56/2018.
- Жежељ, М. (1989). *Технологија и опрема за прераду жита*. Београд, Србија: ИРО Научна књига.
- Albrecht, T. Ehrlinger HG. & Willeke E. (2009). *Fachkunde in Lernfeldern Bäcker/ Bäckerin Praxis und Theorie*. Naan-Gruiten, Deutschland: Fachbuchverlag Pfanneberg GmbH&Co.
- Islam, M. A., & Islam, S. (2024). Sourdough bread quality: Facts and Factors. *Foods*, 13(13), 2132.
- Kołodziejczyk, P., Michniewicz, J., Buchowski, M. S., & Paschke, H. (2020). Effects of fibre-rich rye milling fraction on the functional properties and nutritional quality of wholemeal rye bread. *Journal of food science and technology*, 57, 222-232.
- Schüenenmann, C. & Treu G. (2009). *Technologie der Backwarenherstellung*. Alfeld, Deutschland: Gildebuchverlag GmbH&Co.
- Stępniewska, S., Cacak-Pietrzak, G., Szafrńska, A., Ostrowska-Ligeza, E., & Dziki, D. (2021). Assessment of the starch-amylolytic complex of rye flours by traditional methods and modern one. *Materials*, 14(24), 7603.
- Stępniewska, S., Hassoon, W. H., Szafranska, A., Cacak-Pietrzak, G., & Dziki, D. (2019). Procedures for breadmaking quality assessment of rye wholemeal flour. *Foods*, 8 (8): 331.
- Warechowska, M., Warechowski, J., Tyburski, J., Siemianowska, E., Nawrocka, A., Miś, A., & Skrajda-Brdak, M. (2019). Evaluation of physicochemical properties, antioxidant potential and baking quality of grain and flour of primitive rye (*Secale cereale* var. *Multicaule*). *Journal of food science and technology*, 56, 3422-3430.
- <https://www.researchgate.net/publication/225524847> Protein profile and sensorial properties of rye breads, 2024.