



INNOVATSIOONIKLASTRI TOETUSE INNOVATSIOONITEGEVUSE LÕPPARUANNE

1. Elluviidud innovatsioonitegevuse kirjeldus¹

Innovatsiooniklastri toetus (MAK 2014-2020 meede 16)
Maheklaster MTÜ projekt Innovatsioon mahetaimekasvatases

P9. Jahu küpsetuskvaliteedi seos kasvatustehnoloogiaga ja alternatiivsed jahuparandajad

Tegevuse toimumise aeg: 2022-2023

Kaasatud partnerid: Eesti Taimekasvatuse Instituut (alates 2023. a Maaelu Teadmuskeskus), Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus

Aruande koostasid: Reine Koppel, Anne Ingver (METK), Eeve Kärblane (TalTech), Airi Vetemaa (EMSA)

Küpsetuskatsed teostasid: Riinu Raamets (METK), Kadri Sildoja (METK), Marju Müür (Koplimäe Mahe Talu)

Eesmärk: Välja selgitada erinevate tootmistehnoloogiate mõju maheteravilja kvaliteedile toidutoorainena pagaritoodete valmistamiseks ning leida sobivad alternatiivsed jahuparandajad küpsetuskvaliteedi tõstmiseks.

Tegevuse kirjeldus

Maheklaster erinevate tegevuste raames otsiti võimalusi mahenisu saagikuse suurendamiseks ja kvaliteedi tõstmiseks. Enamasti jäävad nisu kvaliteediomadused ebapiisavaks, et saada häid küpsetusomadusi. Katsetes õnnestus ka mõningatel juhtudel nisu kvaliteediomadusi parandada, kuid mõju jäi üldjuhul väikeseks. Väga palju sõltus kvaliteet ka ilmastikust ja sordist. Valdavalt jäi üks olulisemaid kvaliteedi parameetreid, proteiinisisaldus 11–12% vahele. Mahevilja kokkuostul nõutakse toiduvilja puhul proteiinisisaldust vähemalt 11,5%.

Et uurida, milline on kasutatud agrotehnoloogia mõju küpsetuskvaliteedile, tehti ETKI katseala erinevate töötlustega variantidest koristatud nisust ETKI küpsetuslaboris küpsetuskatsed.

Lisaks katsetati erinevate alternatiivsete lisanditega küpsetamisel, millest oodati positiivset mõju küpsetustulemustele. Katsed tehti väikepagaritöökojas Koplimäe Mahe Talus ja ETKI küpsetuslaboris.

ETKI katseala nisu küpsetusanalüüs

Suvinisu 'Mireete' katsevariantides oli külvieelselt mulda antud eri koguses erinevad väetised, kasvuajalt tehti variantidele ühesugune pealtväetamine ning ristiku ja timuti allakülv.

Nisu saagid olid rahuldavad, kuid kvaliteedinäitajad võrdlemisi head (tabel 1). Kõik proteiinisisaldused ületasid nõutud 11,5%, ulatudes parimas variandis 13%ni. Gluteenisisaldus oli vahemikus 24,8–28,5%, mis on maheviljeluses kasvanud nisu kohta hea tulemus. Gluteeniindeks võiks olla vahemikus 40–90 kuid antud sordil jäi see näitaja optimaalsest madalamaks. Gluteeni indeks, mis iseloomustab gluteeni

tugevust, on väga palju sordiomane. 'Mireetel' oli see 34–47%. Kontrollvariandist usutavalt kõrgem variandis 6. Langemisarv oli 306–426 sek, mis on küpsetuseks väga sobilik vahemik.

Tabel 1. Suvinisu 'Mireete' saak ja kvaliteedinäitajad ETKI 2022 katses

Variant	Terasaak 14% kg/ha	Prot eiin %	Gluteen %	Glut. indeks %	Lange- misarv sek	Mahu mass g/l-1	1000 tera mass g
Variant 1	2321	11,6	24,8	34	430	76,5	28,7
Variant 2	2186	12,1	26,1	35	417	76,7	28,4
Variant 3	2345	12,3	25,1	39	369	75,8	28,5
Variant 4	2554	12,3	26,5	40	418	76,1	29,3
Variant 5	2776	12,7	27,3	40	395	76,6	29,3
Variant 6	2376	12,0	25,4	41	306	76,2	28,3
Variant 7	2480	12,4	26,3	38	411	76,2	28,5
Variant 8	2942	13,0	28,5	33	428	75,7	28,8
Variant 9	3270	12,8	28,1	38	421	75,4	28,9
Variant 10	3142	12,4	26,1	47	423	75,6	28,8
Kontroll	2724	11,9	25,1	36	426	77,4	28,9
PD 95%	277	0,3	1,2	6	30	0,9	0,8

Küpsetusanalüüsid viidi läbi Eesti Taimekasvatuse Instituudi küpsetuslaboratooriumis. Hinnati nisu küpsetuskvaliteeti kõigis katsevariantides.

JAHU. Katseveskis jahvatati nisuteradest Bühler katseveskiga püülijahu. Jahu proteiinisaldus jäi vahemikku 11,4–12,5%. Kõrgem oli see variantides V8 ja V9 ning madalam kontrollvariandis ja variandis V1. Jahu langemisarvud olid väga kõrged, jäädes vahemikku 444–504 sek.

TAINAS. Farinogrammiga määrati jahu veesidumisvõime, taina moodustumise aeg, stabiilsus ja pehmenemine (tabel 2). Küpsetuse seisukohast on väga oluline parameeter jahu veesidumisvõime. Taina veesidumisvõime sõltub eelkõige tärgluse purustuse astmest ja proteiinisaldusest. Jahu veesidumisvõime on vee kogus, mis on vajalik kindla viskoossusega taina saamiseks. Mida suurem on veesidumisvõime, seda parem on jahu. Suurim veesidumisvõime oli variandis V8 (59,7%). Samas variandis oli ka pikem taina moodustumise aeg (2,12 min), pikim stabiilsus (3,35 min) ning väiksem taina pehmenemine 10 min järel. Taina segamiseks tuleb kulutada teatud aja kestel ühesugust jõudu, seejärel muutub tainas vedelamaks ja tema segamine kergeneb. Mida kiiremini tainas vedelaks muutub, seda halvem on jahu pagari pilgu läbi.

Ekstensiograafia määrati taina venitusjõudu, venitusele vastupanu ja venivust. Mida suurem on ekstensiogrammi pindala (venitusjõud), ekstensiogrammi kõrgus 5 cm kaugusel alguspunktist (vastupanu venitamisele) ja ekstensiogrammi baasjoone pikkus (venivus), seda paremad on küpsetusomadused. Suurim venitusjõud (48–52 cm²) oli variantides V7, V6 ja V8, väikseim kontrollvariandis (31 cm²). Suurim taina venivus oli variandis V8 (193 mm) ja väikseim taas kontrollvariandis (141 mm).

Tabel 2. Taina kvaliteedi näitajad

Variant	Veesid. võime %	Taina mood.aeg min	Stabiilsus min	Taina pehmenemine		Venitus- jõud cm ²	Vastupanu venitusele mm	Venivus mm	Max, venitus vastupanu mm
				10 min FE	12 min FE				
V1	58,7	01:30	02:15	80	92	38	142	180	156
V2	59,3	01:46	02:48	82	92	46	172	167	176
V3	59,7	01:35	02:14	88	95	40	157	166	163
V4	57,8	01:50	02:34	88	101	45	187	150	190

V5	59,3	01:54	03:24	83	95	40	157	164	158
kontroll	59,2	01:50	02:30	80	91	31	146	141	148
V6	58,6	01:39	02:14	89	96	49	177	174	180
V7	58,8	01:43	02:24	80	86	52	186	174	191
V8	59,0	02:12	03:35	70	89	48	155	193	160
V9	58,3	01:52	03:11	80	93	44	156	180	156
V10	59,2	01:43	02:13	87	94	40	163	161	166

PÄTS. Valmis saiapäts annab täpsema ülevaate küpsetuse kvaliteedi kohta (tabel 3). Kõige olulisem näitaja on pätsi ruumala. Suurema ruumalaga olid variantide V8 ja V9 pätsid (1460 cm³), millel oli ka kõrgeim proteiini ja kleepealgu sisaldus ning väiksemaga V4 ja V1 pätsid (1200–1220 cm³) (foto 4). Tavaliselt esineb positiivne korrelatsioon pätsi ruumala ning proteiinisalduse vahel ja sama seos oli ka antud uurimuses.

Pätsi kooriku värvus hinnati valdavalt heaks. Koorik ja maitse oli kõigil variantidel hinnatud heaks. Oluline näitajaid pätsi hindamisel on pätsi struktuur (poorsus). Hindamisel jälgitakse nii pooride suurust kui ka pooride paiknemise ühtlikkust. Parem on ühtlaselt väiksemate pooridega struktuur. Erinevate pätside struktuuri võrdlemiseks kasutatakse spetsiaalset struktuuri tabelit (Porentabelle). Pätsi optimaalne struktuur (poorsus) on 5–6 palli või 75–85 %. Enamus variantide pätsi struktuur oli hea. Elastuse indeks iseloomustab saia kuju taastumist peale muljumist. Ka see näitaja oli hea.

Tabel 3. Saiapätsi kvaliteeti iseloomustavad näitajad

Variant	Pätsi maht cm ³	Pätsi välimus	Värv	Koorik	Maitse	Struktuur	Strukt. arv	Elastsus	Elasts. indeks	Väärtus-arv	Ruumala faktor
V1	1220	A	AB	A	A	6,5	85	3,9	6,5	434	510
V2	1360	A	A	A	A	7,0	90	3,8	6,0	522	580
V3	1400	AB	AB	A	A	6,5	85	4,5	8,5	510	600
V4	1200	AB	A	A	A	7,0	90	4,0	6,5	450	500
V5	1440	AB	AB	A	A	5,5	75	3,5	5,0	465	620
kontroll	1360	AB	AB	A	A	5,5	85	4,0	6,5	493	580
V6	1260	BC	A	A	A	7,5	95	3,9	6,5	504	530
V7	1380	AB	A	A	A	6,5	85	4,5	8,5	502	590
V8	1460	A	A	A	A	6,5	85	4,5	8,5	536	630
V9	1460	A	A	A	A	7,0	90	4,0	6,5	567	630
V10	1440	AB	A	A	A	5,5	75	3,5	5,0	465	620

Nisu kvaliteedinäitajate tähised: A - väga hea, B - hea, C- rahuldav

Kokkuvõtvalt võib öelda, et väetamata kontrollvariandi kvaliteet jäi mitmete, kuid mitte kõigi küpsetuskvaliteeti määravate andmete põhjal madalamaks, erinevused ei olnud suured.

Mõnevõrra enam paistis oluliste näitajate osas silma variandi V8 küpsetuskvaliteet (kõrgem jahu veesidumisvõime, hea taina stabiilsus, suurem päts). Suurema ruumalaga päts oli ka variandis V9. Pätside vahel olid erinevused olemas, mida mõjutasid katsealal varasematel katseaastatel erinevate mineraalide ja biostimulaatorite kasutamine.



V1

V2

V3

V4

V5

kontroll



V6

V7

V8

V9

V10

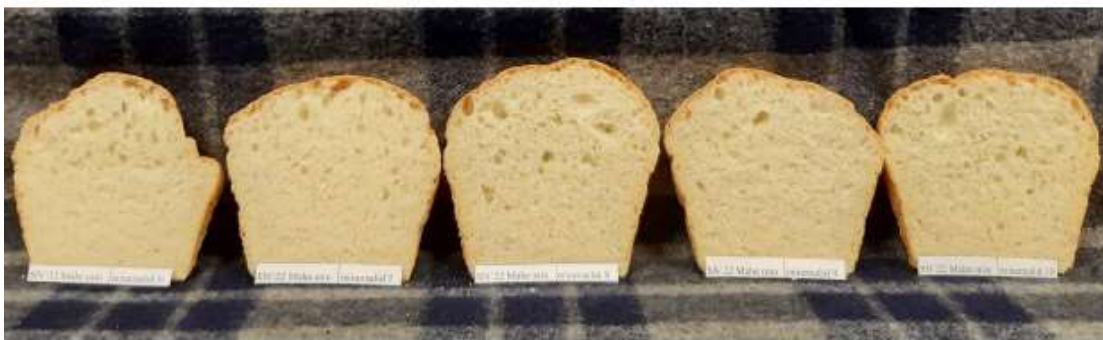


Foto 1. Suvinisu sordi 'Mireete' erinevate katsevariantide pätsid ja saialõigud 2022. a

Mahenisu küpsetusomaduste katse pagaritöökojas 2023

Selleks, et valmistada mahejahust kohevaid, tervislikke saiu võimalike looduslike tainaparandajatega, otsisime erinevaid allikaid, sealhulgas teaduslikke artikleid, retsepte ja toitumislaseid andmebaase. Samuti konsulteerisime eksperdiga Saksamaalt. Meie eesmärk oli leida lisandeid, mida oleks mahetöötlemises võimalik kasutada ning mis oleks ka laiatarbekaubana mahesertifikaadiga kättesaadavad. Selles uuringus pandi rõhuasetus pigem väike- kui suurtootmise võimalustele ja vajadustele.

Saia küpsetamisel on väga oluline roll toorainel, et tooted oleks toitainerikkad ja tervislikud. Täisterajahu sisaldab rohkem kiudaineid, vitamiine, mineraalaineid, kui rafineeritud jahu, see aitab reguleerida veresuhkru taset ja seedimist. Samas on täisterajahu kerkimisomadused halvemad.

Nisujahu ühed tähtsamad kvaliteedinäitajad on **kleepevalgu sisaldus** jahus ja **tuhasus**. Nisujahu standardi järgi jaotuvad jahud kleepvalgu sisalduselt kuude eri klassi A (33%) kuni G (15%). Kleepvalgu omadused määravad taina küpsetamisomadused. Kleepvalgud paisuvad veega kokku puutudes ja moodustavad taina kerkimisel ja küpsetamisel eralduvate gaaside mõjul sitke ja poorse karkassi. Samuti annavad need valgud kalgendudes küpsetisele püsiva vormi. Mida väiksem on jahu kleepevalgu sisaldus, seda kehvemad on jahu küpsetusomadused. Koheva saia jaoks peaks kleepvalgu sisaldus olema 25%, meie katses olnud jahudel oli see tunduvalt madalam 22,2%, 18,4% ja 11,1%.

Tuhasus näitab jahvatamisel jahu sisse jäänud kliide hulka. Mida rohkem on nisuterasid enne jahvatamist kooritud, seda heledam ja väiksema tuhasisaldusega on jahu. Tuhasuse alusel jaotatakse nisujahu kuueks tüübiks. Kõige väiksema tuhasisaldusega on nisupüül, tüüp 405, tuhasus kuni 0,5 %. Selline jahu on valge, peene jahvatusastmega, kliisid ei ole – kestad ja idud on täielikult eemaldatud. Kõige eelistatum nisujahusort tööstuslikuks küpsetamiseks. Paisub hästi, värvuselt kreemikas. Eriomaduseks võime paisuda veel pärast taina segamist. Suurim tuhasus, kuni 2,1 protsenti on nisujahutüübil 1700, mida nimetatakse ka täisterajahuks. Selline jahu on hallika värvusega ning jahvatamisel kliisid ei eraldata. Jahus leiduvad kliid lõhuvad aga taina valguskeletti, tänu sellele väheneb taigna elastsus. Jämedama jahvatussega jahu paisub kauem kui peenema jahvatussega jahu. Vaatamata hallikale toonile on täisterajahu bioväärtus suur, sest peale kiudainete on selles rohkem vitamiine (E, B₇, B₉), mineraalühendeid (K, Mg, P, Zn, Cu) ja iduosakeste rasva.

Meie kasutasime nisu puhul kiviveski (Waldner GSM 70) jahvatust, mis vastab kõige enam **tüübile 812**, sisaldades rohkem kiudaineid, vitamiine ja mineraalaineid kui tüüp 405.

LISAAINED KÜPSETAMISEKS

Saiataina kerkimise suurendamiseks on võimalik lisaks juuretisele või pärmile kasutada erinevaid lisandeid, mis võiksid küpsetusomadusi parandada. Kui lisada küpsetisse nt seemneid, saab juurde tervislikke rasvu, valke, kiudaineid. Looduslikud tainaparandajad on olulised just seepärast, et mahejahust toodete kerkimisvõime on nõrgem kui tavajahust saiaidel, milles on kõrgem kleepevalgu sisaldus. Kerkimise parandamiseks kasutatakse **jahuparandajaid**. Levinuim on askorbiinhape, mis oksüdeerijana parandab küpsetise gaasipidamisvõimet tainas läbi parema gluteeni moodustamise. Eeluringu tulemusel valisime katsetusse acerola kirsi pulbri, sojaletsitiini, psülliumi, tapiokitärklise ning chia ja linaseemned. Kõik hangitud toorained olid mahesertifikaadiga ning tingimuseks oli, et nende hankimine poleks väga keeruline.

Ühe katsevariandina kasutati ETKI küpsetuskatses võrdlusena ka askorbiinhapet. Pagaritöökoja katses seda ei kaasatud, kuna tegu on üsna tavapäraselt kasutatava ainega.

Uurisime nimetatud ainete mõju taina konsistentsile, struktuurile, maitsele ja kerkimisele. Samuti võrdlesime nende toitainelise koostise ja kasutamise eelised võrreldes tavaliste tainaparandajatega.

Acerola kirsi pulber. Acerola kirss (*Malpighia emarginata* DC.) on üks rikkalikumaid looduslikke askorbiinhappe allikaid ja sisaldab hulgaliselt fütotoitaineid, nagu karotenoidid, fenoolid, antotsüaniinid ja flavonoidid. Puuviljad sisaldavad askorbiinhapet 1500-4500 mg/100 g (päevane C vitamiini vajadus on 70-100 mg päevas). Acerola kirss on saadaval külmuivatatud marjadest valmistatud pulbri kujul. Askorbiinhape omab märkimisväärset eelist teiste oksüdantide ees, sest sellega on raske toodet üle töödelda hapniku piiratuse tõttu tainas. Askorbiinhape jääb pärast hapniku lõppemist tainas inaktiivseks ja käitub edaspidi redutseerijana ja pigem lõhub valkude sidemeid. Taina temperatuuri alandades askorbiinhape aktiivsus väheneb.

Psülliumi pulber on valmistatud India teelehe ehk psülliumi seemnekestadest. Seemnekestadest pulber on puhas ja looduslik kiudainete allikas, 10g psülliumipulbris on süsivesikuid 89g, nendest 67g on vees lahustuvad, lahustumatuid kiudaineid 11g. Psüllium aitab seedida, parandab soolte tervist ning alandab kolesterooli ja veresuhkru taset. Psüllium soodustab ka raua, kaltsiumi, C-vitamiini ning paljude teiste vitamiinide ja mineraalide imendumist. Toimib toidu/jookide loomuliku paksendajana. Sobib ka gluteenivabade küpsetiste valmistamiseks. Psülliumi lisamine peaks parandama saia tekstuuri ja aidates tal kerkida, asendades teatud määral gluteeni. Psülliumiga lootsime parandada saia struktuuri ja et sai ei oleks kuiv.

Tapioki jahu ehk tapioki tärklis (*tapioca starch*) pärineb manioki juurest. 100g tapioki tärklises on süsivesikuid 88,7g, millest kiudaineid on 0,9g; valku 0,2g. Mineraalainetest Ca, Fe, Mg, P, K) Kasutatakse eelkõige gluteenivabast jahust küpsetiste puhul, sobib suppide, magustoitide paksendamiseks, küpsetamiseks. Erinevalt maisitärklisest hakkab tapioki tärklis paisuma ja vedelikke imama temperatuuril 52-65 °C. Sarnaselt psülliumile peaks tärklis parandama saia struktuuri.

Chia seemned. Chia (*Salvia hispanica* L.) ehk õlivalvei, mida maailma elanikkond tarbib tänu oma kaitsvatele, funktsionaalsetele ja antioksidantsetele omadustele, mis on tingitud lipiidide, kiudainete, valkude, fenoolsete ühendite, vitamiinide ja mineraalainete sisaldusest. Chia tarbimine on suurenenud tänu selle kasulikule mõjule seoses rasvumise, südame- ja veresoonehaiguste, diabeedi ja mõnede vähivormidega. Need eelised tulenevad peamiselt selles seemnes sisalduvate asendamatute rasvhapete, kiudainete, antioksidantide, flavonoidide, antotsüaniinide, vitamiinide, karotenoidide ja mineraalide suurest kontsentratsioonist. 100 g chia seemnetes on valku 18,95g; süsivesikuid 42,12 g neist kiudaineid 34,4 g; rasvu 31,34g neist polüküllastumata, monoküllastumata ja küllastunud rasvad moodustavad vastavalt 26,74g, 1,79g ja 2,81g. Chia seemneõli on rikas polüküllastumata rasvhapete, eriti omega-3 linoleenhappe ja omega-6 linoolhappe poolest. Vegan toodetes kasutatakse chia seemneid ka muna asendajana. Küpsetamisse võtsime rasvarikkad chia seemned nende võime tõttu siduda niiskust, luua paremat struktuuri.

Linaseemnete tervendavad omadused tuleneva tema toitainelisest koostisest. Valku 18,3g, rasvu 42,2g, süsivesikuid 28,9g nendest kiudaineid 27,3g (mõjuvad tervistavalt kõhukinnisuse, ärritunud soole haiguslike seisundite korral). Lahustuvad kiudained mõjutavad oluliselt insuliini sekretsiooni ja selle toimemehhanismi. Linaseemned sisaldavad nii monoküllastumata kui polüküllastumata rasvhappeid (omega -3, 6 ja 9). Linaseemne kest sisaldab lignaane, mis toimivad elusorganismis hormoonide metabolismi kiirendajana. Alandavad vererõhku, vähendavad halva kolesterooli taset. Küpsetamisse võtsime linaseemned chia seemnetele teatud mõttes sarnaste omaduste tõttu ja just sellepärast, et tegu on kohaliku odava, aga väärtusliku toorainega.

Letsitiin avastati esmalt munakollases, taimset letsitiini toodetakse sojast. 100g sojaletsitiinis on 53g rasva, millest küllastunud rasvhappeid on 12g, süsivesikuid 8g, millest suhkruid 4g, fosfokoliini 20g. Sojaletsitiin aitab normaliseerida vere kolesteroolitaset, on oluline rakumembraanide koostisosa ja närvirakkude toitaineline. Letsitiin toimib emulgaatorina, kus omavahel on vaja siduda rasva- ja veerikaid toiduaineid. Hoiab koostisosade segu ühtlasena, muudab saia tekstuuri pehmemaks ja ühtlasemaks ning pikendab saia säilivusaega. Saia küpsetamisel võimaldab letsitiini kasutamine vähendada muna ja rasva koguseid ja suurendab taigna mahtu.

Tegime neli küpsetuskatsetust eeltoodud lisanditega

1. katsetus – võtsime aluseks leitud retseptid ja arvutasime tainaparandajate kogused ümber jahu koguse peale. Kasutasime Koplímäe mahejahu ADA. **2. katsetusel** kasutasime mahejahu Licamero, **3. katsetusel** mahejahu ADA. Mõlemas vähendasime tainaparandajate ja vee koguseid, lisaime tainasse suhkrut. **4. katsetusel** kasutasime mahejahu Licamero, vähendasime veelgi tainaparandajate koguseid, lisavett ei kasutanud ja suurendasime soola kogust.

Aluseks võtsime Koplímäe Mahe Talu põhiresepti, millele lisaime erinevaid tainaparandajaid.

Valmistamine: Kaalu toorained - Lahusta pärm vees - Lisa kuivained - Sega tainamasinas 3 min - Vormi tainas pätsiks jahusel alusel - Jäta tainas puhkama 30 min - Venita ja voldi tainast kaks korda - Kaalu tainas - Voldi tainas ja asetage vormi kerkima - Kui tainas on vormis kahekordistunud (40 min) - Aseta tainaga vormid ahju küpsema temperatuuril 200^o C 30 min - Küpsenud saiadel lasta puhata rätiku all 10 minutit.

Pärast kahekordset kerkimist kaalusime küpsetamiseks ühesuguse kaaluga taina kogused. Samuti kaalusime küpsetised.

Katsetuste toiduainete ja tainaparandajate kogused, samuti küpsetise arvutuslik jaehind, mis arvestati küpsetusse läinud tooraine kogusest (erinevate veekoguste puhul vähendati küpsetusse mineva taina kogust nii, et see oleks ühes katses ühesugune. Jaehind arvutati: tooraine hind ilma käibemaksuta + müügitakse 55% + käibemaks on toodud tabelites 4-9.

Tabel 4 Katsetused psülliumiga

Toiduained	ühik	1.Koplímäe mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA	4.Mahejahu Licamero
jahu	g	250	250	250	250
vesi	g	180	180	180	180
pärm	g	10	10	10	10
sool	g	2	3	3	5
suhkur	g	0	5	5	5
psüllium	g	12	6	6	2
vesi	g	134	47	47	0
tainas vormi	g	430	450	450	450
küpsetis	g	400	422	414	
arvestuslik jaehind	€	1,07	1,24	1,24	1,20

Tulemused psülliumiga:

1. katsetus: tegime psülliumiga kaks küpsetust: 1) segasime psülliumi eelnevalt veega, ühtlasi kasutasime täiendavat vee kogust – väga kehv küpsetuse tulemus – toode ei hoi struktuuri, altpoolt ja keskelt on toode kokku vajunud. Sisu nätske, koorik keskelt lohku vajunud. 2) segasime psülliumi otse jahuga – tulemus natuke parem, aga samad tunnused.

2. katsetus: Vähendasime psülliumi kogust poole võrra ja vee kogust ligi kolm korda ja segasime psülliumi kuivainetega. Toode ühtlaselt, aga vähe kerkinud, poorsus ühtlane; koorik juba natuke kumeram, kergelt krobeline.

3. katsetus: Toode ühtlaselt, aga vähe kerkinud, poorsus ühtlane; koorik juba natuke kumeram, ühelt küljelt natuke lohku vajunud, kergelt krobeline.

4. katsetus: Vähendasime psülliumi kogust 2 grammini ja täiendavat vett ei lisanud. Toode on küll teistest toodetest natuke vähem kerkinud, samas ühtlaselt; poorsus ühtlane. Koorik ühtlaselt kumer ja suhteliselt sile. Tarbimiskõlbulik päts.

Tabel 5 Katsetused tapiokiga

Toiduained	ühik	1. koplímäe mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA	4.Mahejahu Licamero
jahu	g	250	250	250	250
vesi	g	180	180	180	180
pärm	g	10	10	10	10
sool	g	2	3	3	5
suhkur	g	0	5	5	5

tapioki tärklik	g	30	20	20	2
vesi	g	127	35	35	0
tainas vormi	g	430	450	450	450
küpsetis	g	400	411	412	
arvestuslik jaehind	€	1,04	1,31	1,32	1,15

Tulemused tapiokiga:

- 1. katsetus:** toode ühtlaselt kerkinud, poorne, natuke nätske, koorik kergelt kumer. Vee kogust vähendada
- 2. katsetus:** toode mahult hästi kerkinud, ühtlaselt poorne. Kohati on koorikust näha, et tainas on alla vajunud, koorik horisontaalne ja krobeline.
- 3. katsetus:** toode mahult hästi kerkinud, ühtlaselt poorne. Kohati on koorikust näha, et tainas on alla vajunud, koorik horisontaalne ja suhteliselt krobeline.
- 4. katsetus:** Vähendasime tapioki kogust 2grammini ja vett ei lisanud. Toode mahult hästi kerkinud, ühtlaselt poorne. Koorik kergelt kumer, natuke krobeline

Tabel 6 Katsetus munakollase ja sojaletsitiiniga

Toiduained	ühik	1. koplímäe mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA	4.Mahejahu Licamero
jahu	g	250	250	250	250
vesi	g	180	180	180	180
pärm	g	10	10	10	10
sool	g	2	3	3	5
suhkur	g	0	5	5	5
munakollane	g	20	16	16	0
sojaletsitiin	g	0	0	0	2
Tainas vormi	g	430	450	450	450
küpsetis	g	398	419	414	
Arvestuslik jaehind	€	1,59	1,71	1,73	1,39

Tulemused muna ja sojaletsitiiniga:

- 1. katsetus munaga:** suurepärase, toode väga hästi kerkinud, kohev, ühtlaselt poorne hele sai. Toimib, võib katsetada sojaletsitiiniga ka. Probleemiks on muna kui tooraine kõrgem hind võrreldes teiste lisanditega.
- 2. katsetus munaga:** suurepärase - toode väga hästi kerkinud, kohev, ühtlaselt poorne hele sai, kuigi muna kollase kaal oli seekord 16g. Koorik ühtlaselt kumer.
- 3. katsetus munaga:** tulemus sama, mis 2. katsetusel
- 4. katsetus sojaletsitiiniga:** kõige suurem üllataja. Suurepärase toode, väga hästi kerkinud, kohev, ühtlaselt poorne. Tundub, et mahult teistest ligi 20% suurem. Koorik ilus kumer ja sile.

Tabel 7 Katsetus acerola kirsiga

Toiduained	ühik	1. koplímäe mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA
jahu	g	250	250	250
vesi	g	180	180	180
pärm	g	10	10	10
sool	g	2	3	3
suhkur	g	0	5	5
acerola kirsi pulber	g	4	4	4
tainas vormi	g	430	450	450
küpsetis	g	400	421	418
arvestuslik jaehind	€	1,75	1,99	2

Tulemused acerola kirsiga:

1. katsetus: toode hästi kerkinud, ilusa poorsusega, koorik kumer. Katsetada ka teiste jahudega, koguses muudatusi ei tee.

2. katsetus: toode hästi kerkinud, ilusa poorsusega, kohati suuremad õhumullid, koorik ühtlaselt kumer.

3. katsetus: toode hästi kerkinud, ilusa poorsusega. Koorik ühtlaselt kumer, suhteliselt sile.

Tabel 8 Katsetus chia seemnetega

Toiduained	ühik	1. koplimate mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA	4.Mahejahu Licamero
jahu	g	250	250	250	250
vesi	g	180	180	180	180
pärm	g	10	10	10	10
sool	g	2	3	3	5
suhkur	g	0	5	5	5
chia seemned	g	26	20	20	10
vesi	g	80	50	50	0
tainas vormi	g	430	450	450	450
küpsetis	g	400	418	422	
arvestuslik jaehind	€	1,17	1,31	1,37	1,29

Tulemused chia seemnetega:

1. katsetus: toode vähe kerkinud, poorsus ühtlane, koorik horisontaalne ja krobeline „kuumaastik“ (peaks olema kumer). Vähendada vee kogust.

2. katsetus: vähendasime chia seemnete ja vee kogust. Toode on rohkem kerkinud, poorsus toote põhjas tihedam kui keskel ja ülevalpool, sisu värvuselt tume. Koorik kergelt krobeline, horisontaalne, keskelt kergelt lohku vajunud-

3. katsetus: Toode ühtlaselt kerkinud, poorne. Koorik kergelt krobeline, horisontaalne.

4. katsetus: vähendasime chia seemnete kogust poole võrra ja vett ei lisanud. Toode on hästi kerkinud, ühtlaselt poorne. Koorik kergelt kumer ja suhteliselt sile.

linaseemnetega

Tabel 9 Katsetus

Toiduained	ühik	1. koplimate mahejahu ADA	2.Mahejahu Licamero	3.Mahejahu ADA	4.Mahejahu Licamero
jahu	g	250	250	250	250
vesi	g	180	180	180	180
pärm	g	10	10	10	10
sool	g	2	3	3	5
suhkur	g	0	5	5	5
linaseemned	g	26	20	20	10
vesi	g	165	50	50	0
tainas vormi	g	430	450	450	450
Küpsetis	g	400	417	420	
arvestuslik jaehind	€	1,33	1,39	1,39	1,32

Tulemused linaseemnetega:

1. katsetus: leotasime linaseemneid vees enne tainasse segamist. Toode ühtlaselt kerkinud, poorne, tundub natuke nätske; maitselt väga hea, pähkline; koorik kumer, ühtlane. Vähendada veekogust.

2. katsetus: toote struktuur ühtlane, poorne, ühtlaselt kerkinud. Koorik horisontaalne, kergelt krobeline, keskelt natuke alla vajunud.

3. katsetus: toode on peaaegu sama hästi kerkinud kui munakollasega. Toote struktuur ühtlane, poorne, kohev. Koorik kergelt kumer, kohati krobeline.

4. katsetus: vähendasime linaseemnete kogust poole võrra, 10 grammini ja vett ei lisanud.

Suurepärane tulemus. Toote struktuur õhuline, poorne, hästi kerkinud. Koorik kergelt kumer ja ühtlaselt sile.

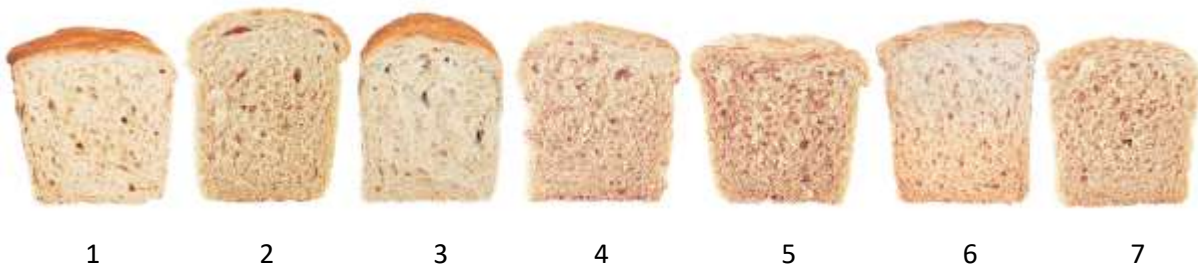


Foto 2. Suvinisu sordi 'Licamero' erinevate lisanditega pätsid Koplímäe küpsetuskatsetes. Vasakult paremale: 1 Ilma lisanditeta, 2 Letsitiin, 3 Acerola kirss, 4 Linaseemned, 5 Chia seemned, 6 Tapiokk, 7 Psüllium

Pagaritöökoja katsetuste kokkuvõte

Kokkuvõttes aitasid katsetused paremini mõista erinevate looduslike tainaparendajate omadusi ja nende kasutamise eeliseid saia valmistamisel. Saime välja valida parimad kombinatsioonid ja proportsioonid, et valmistada maitsvaid ja tervislikke saiatooteid ning leida retsepte, kus neid tainaparendajaid kasutada. Piltide dokumenteerimine võimaldas meil visuaalselt hinnata nende mõju saiatoodete välimusele ja struktuurile.

Mahejahude ADA ja Licamero kergitusvõime parandamiseks kasutasime psülliumi, tapioki tärklis, acerola kirsi pulbrit, linaseemneid, chiasemneid ja nii sojaletsitiini kui munakollast, mis sisaldab letsitiini.

Viimasel, 4. katsetusel andis kõik tainaparendajaid väga hea, hea ja huvitava tulemuse, mida kõiki võiks soovitada kasutada.

Teistest paistis enam välja oma kohevusega ja peenema struktuuriga küpsetis, milles kasutasime sojaletsitiini. Letsitiinil on omadus muuta saia tekstuuri pehmemaks ja ühtlasemaks ning pikendada ka saia säilivusaega. Suurepärase tulemused andis ka munakollase kasutamine – muutis küpsetise lisaks kohevusele ka heledamaks, kuid toorainena on natuke liiga kallis kasutamiseks.

Linaseemnete kasutamine küpsetistes, neid retsepte soovitaks alustuseks kasutada.

Linaseemned on olulised oma kohaliku päritolu ja tervislikkuse poolest. Linaseemned andsid küpsetisele lisaks väärtuslikele kiudainetele ka meeldiva pähkliste maitse.

Kui vaadata küpsetiste hindu, siis mahejahudest ja looduslikest tainaparendajatest tooted on konkurentsivõimelised, 400g küpsetiste arvestuslikud jaehinnad jäid vahemikku 1,15 – 1,40€, vaid mahe munakollasega oli küpsetise hind 2 €.

Katsete põhjal saame hinnata, et väiketootmises kasutamiseks sobib kohalik mahenisujahu väga hästi ja valminud pagaritooted on tervislikud ja maitsvad. Kuna kohaliku mahenisu gluteen ei ole väga tugev, on soovitatav taigna segamisaega pigem vähendada, mida näitab ka ETKI laboris mõõdetud taina stabiilsus. Sama on kerkimisajaga – liiga pikk kerkimisaeg vähendab küpsetise stabiilsust, mis põhjustab küpsetamisel pätsi kokkukukkumise.

Lisanditest valmistis kõige suurema positiivse üllatuse linaseemnete toime, mis lisaks heale maitsele parandas tuntavalt mahenisujahu küpsetusomadusi. Pealegi on linaseemned mõistliku hinnaga kohalik tooraine. Samas töötasid kõik lisandid hästi ning kõigi nendega õnnestus katsetustes jõuda soovitava tulemuseni.

Mahenisu küpsetusomaduste katse ETKI laboris 2023

Küpsetuseks kasutati maheettevõtte Juppi OÜ suvinisu sorti 'Licamero' (1 proov) ja maheettevõtte EHE Pojad OÜ talinisu sorti 'Ada' (1 proovi). Lisaks võeti võrdluseks üks proov nisu 'Ada', mis oli kasvanud igasuguse täiendava väetamiseta Koplímäel.

Jahu jahvatati kiviveskis mahe väiketöötleva Koplímäe Mahe Talu poolt, samad jahud olid ka pagaritöökoja praktilises katses.

Jahu tuhasisaldus oli kõrgem kui poes müüdaaval nisujahu tüübil 550, st jahu sisaldas veidi rohkem klii osakesi ning oli veidi tumedam. NIR seadmega määratud jahu tuhasisaldus on vahemikus 0,84 – 1,05 (tabel 10). Võrdluseks: METK küpsetustestis kasutatavatel Bühler veskiga jahvatatud jahudel oli see näitaja keskmiselt 0,53 – 0,57.

Nagu maheviljeluses tihti, oli ka uuritud proovides proteiinisaldus madal, kus talinisu proteiin oli 9,8% ja 8,9% ning suvinisul 10,5%. Küpsetuseks vajalik proteiinisaldus loetakse 11%, kuid väiketööstuses saab küpsetustehnoloogia sättida nii, et ka madalama proteiinisaldusega nisujahu küpsetus oleks võimalik. Madal proteiinisaldus tingis proovides ka madala kleepevalgu sisalduse. Samas gluteeni indeks, mis näitab gluteeni kvaliteeti, oli väga hea. Samuti oli hea ja küpsetuseks sobilik kõikide proovide langemisarv, mis iseloomustab tärglise seisundit terades.

Tabel 10. Jahu ja taina analüüsi tulemused

	Proteiini -sisaldus	kleepval k	gluteeni -indeks	Kuiv kleepev alk	Jahu tuha- sisaldus	Lan- gemis- arv	Vee- sidumis- võime	Taina mood. aeg DDT	Taina sta- biilsus	Taina kvali- teedi- hinnang	Taina pehme- nemine	Taina pehme- nemine
	%	%	%	%	%	sek	wam	mm:ss	mm:ss	mm	10 min	12 min
Licamero	10.5	22.2	77	7.08	1.05	310	60.7	01:06	03:39	46	78	90
Ehe Ada	9.8	18.4	85	0.84	0.84	313	59.7	01:13	03:37	45	81	93
Koplímäe Ada	8.9	11.1	80	0.89	0.89	285	57.7	01:48	03:32	46	72	85

Küpsetusprotsessi jaoks määrati farinograafia nisu proovide jahu veesidumisvõime. See jäi vahemikku 57,7 – 60,4%. Suvinisul oli veesidumisvõime parem. Farinograafia tehti farinogramm, mis iseloomustab taina käitumist segamise ajal. Taina moodustumise aeg oli talinisel veidi pikem ja suvinisel lühem. Väga tähtis näitaja on taina stabiilsus. See võiks olla tööstusliku jahu jaoks 6–8 min. Uuritud proovides oli taina stabiilsus kolmel jahul suhteliselt sarnane, 3:32 – 3:38. Samuti oli suhteliselt sarnane uuritud proovide farinograafilt saadud taina kvaliteedi hinnang. Sortide farinograafia analüüsi tulemused on esitatud lisadena.

Küpsetustestid tehti kahe erineva meetodiga – standardne meetod pika kergitusaja ja pikema segamisega ning lühike kergitusaeg ja lühem segamine.

Esimeses nn pilootkatses standardmeetodiga (vt PIKK SEGAMISE JA KERGITUSAEG) olid katses kõik kolm nisu ilma uuritavate lisanditeta ning katsetati letsitiini ja askorbiinhappega.

Teises katses lühendati nii segamis- kui ka kergitusaega (vt LÜHIKE SEGAMISE JA KERGITUSAEG) ning kasutati ainult 'Licamero' jahu nii puhtalt kui ka uuritavate lisanditega küpsetuskvaliteedi tõstmiseks (tabel 11).

RETSEPT: Jahu 250 g, vett lisati vastavalt veesidumisvõimele (148 ml).

Lisati ka linnasejahu (kogus vastavalt langemisarvu suurusele) kui langemisarv oli kõrgem kui 250 sek.

Lisati soola 5g, suhkrut 5g, pärm 7,5 g, margariini 5g.

Olenevalt katsevariandist lisati askorbiinhapet 0,1% 6 ml või 4 g muid lisandeid.

KÜPSETUS: Kokku 20 min esimesed 10 min auruga ja 150 °C, viimased 10 min 200 °C.

PIKK SEGAMISE JA KERGITUSAEG: TULEMUSED P1-P6

Küpsetustestid tehti esmalt METK Sordiaretusosakonnas pikka aega kasutusel olnud meetodi järgi, kus vesi lisatakse vastavalt jahu veesidumisvõimele ja segamine toimub kuivalt 1 min ning vee lisades veel 7 min. Tainas lasti kerkida kolmes osas – 45 min, 45 min ja lõpuks vormi panduna 90 min (tabelis 11 „pikk kergitusaeg“). Suuri ja märkimisväärseid taina hinnangu erinevusi esile tuua ei saa ei sortide ega lisanditega variantide vahel (tabel 11).

Küpsetamisel oli siiski vahe pätsi suurusel. Kõige suurem päts saadi, kui pika kergitusaja meetodikas lisati 'Licamero'le askorbiinhapet (tabel 6). Askorbiinhape parandab gluteeni omadusi ja mahedalt kasvanud nisu puhul, kus gluteeni kogus on problemaatiline, andis askorbiinhappe lisamine hea efekti. Samas oli 'Licamero' päts ilma lisanditeta kõige väiksem vaatamata sellele, et jahu proteiini ja kleepealgu sisaldus oli sel sordil suurem kui 'Ada' proovides.

Elastsus oli väga madal. Tavaliselt on see olnud 3–4 palli, antud proovidel aga ainult 2,6–3,0. See number näitab, mitu cm pätsi keskmisest osast lõigatud 5 cm pikkusega kuubiku serv peale viis sekundit kestnud survestamist 2 cm-paksuseni tagasi „kerkib“. Elastsus 3 tähendab, et pärast survestamist ja siis vabastamist jääb endine 5 cm paksune kuubik ainult 3 cm paksuseks.

Pätside sisu struktuuri arv oli 6,5–8. Need numbrid näitavad veidi tihedamat struktuuri (normaalne on 5–6 palli). Kuid askorbiinhappe kasutamine tegi 'Licamero' pätsi veidi parema sisu struktuuri ja aitas elastsust parandada.

Kokkuvõttes ei saanud pätside kvaliteediga rahule jääda, pätsid olid valdavalt madalad ja vajunud. Koplímäe Mahe Talu küpsetuskatsete kogemusest ja taina stabiilsuse andmetest lähtuvalt oli ilmselt taina segamise aeg 7 min liiga pikk ning kergitusajad samuti nii madala proteiinisisaldusega jahude jaoks liiga pikad.

Tabel 11. Taina hinnang enne ja pärast kerkimisprotsessi

Nr.	Sort, lisand Pikk kergitusaeg	Taina I hinnang	Taina II hinnang
P1	Licamero	hea, v* kleeb, elav, v tuim	hea, elastne, v kleeb
P2	Licamero+letsitiin	hea, v kleeb, elav, v tuim	hea, elastne, v kleeb
P3	Ada Ehe	hea, kleebib, elav, v tuim	hea, kleepuv
P4	Ada Ehe+letsitiin	hea, kleebib, elav, v tuim	hea, kleepuv
P5	Koplímäe Ada	hea, v kleeb, v tuim, elastne, elav	hea, v kleeb, v tuim, elastne, elav
P6	Licamero+askorbiinhape	hea, v kleeb, v tuim	hea, v kleeb, v tuim
	Lühike kergitusaeg		
L1	Licamero	hea, v tuim, elastne	hea, elastne
L2	Licamero+letsitiin	hea, v tuim, elastne	hea, elastne
L3	Licamero+acerola	hea, v tuim, elav, v kleeb	hea, elastne, v kleebib
L4	Licamero+linaseemned	rah-hea, v kõva	hea, elastne
L5	Licamero+chia seemned	hea, v tuim, elav	hea, elastne
L6	Licamero+tapiokk	hea	hea, v tuim, elav, v kleeb
L7	Licamero+psüllium	rah-hea, v kõva	rah, kõva
L8	Licamero+askorbiinhape	hea, elav, v kleeb, v tuim	hea, elav, v kleebib

*v - veidi

LÜHIKE SEGAMISE JA KERGITUSE AEG: TULEMUSED L1-L8

Teine küpsetuskatse tehti METK küpsetuslaboris 'Licamero' jahuga puhtalt ja lisanditega ning kasutati ka lühemat segamisaega ja kergitusaega.

Taina segamiseks kasutati 1 min kuivalt ja 3 min veega segamist. Kergituse aega vähendati 30 min + 30 min ja vormi sees 40 min. Retsept oli sama, mis esimeses katses.

Kontrollvariandi 'Licamero' paranes sellega pätsi ruumala 220 cm³ võrra. Samuti paranes pätsi välimus ja struktuur. Elastsusindeks aga ei paranenud.

Suurima ruumalaga oli chia seemnetega päts. Ka linaseemnete lisamisel ning tapioki kasutamisel oli päts suurem. Psülliumi lisandiga tainas tundus käsitlemisel teistest veidi kõvem. Erinevalt Koplímäe talu katsetusest letsitiin ja acerola kirss pätsi suurust positiivselt ei mõjutanud, nendega olid pätsid ka kontrollist väiksemad. Kuigi acerola kirss on loodusliku askorbiinhappe allikas, ei mõjunud selles katses see küpsetusomadustele positiivselt. Millest tuleneb selles kontekstis tootmiskatse ja laborikatse erinevus, pole selge.



Foto 3. Suvinisu sordi 'Licamero' erinevate katsevariantide pätsid ja saialõigud lühikese segamisaja ja kergitusaja puhul erinevate lisanditega. Vasakult paremale: 1 Ilma lisanditeta, 2 Letsitiin, 3 Acerola kirss, 4 Chia seemned, 5 Linaseemned, 6 Tapiok, 7 Psüllium, 8 Askorbiinhape

Tabel 12. Küpsetustesti tulemused

Nr	Sort, lisand	Pätsi maht cm ³	Pätsi välimus	Värv	Koorik	Maitse	Struktuur	Struktur	Elastsus	Elastsus indeks	Pätsi kaal	Küpsetus-kadu %	Väärtus - arv	Taina kaal	Ruum.faktor	Pätsi hinnang
	Pikk kergitusaeg															
	Licamero	720	C	C	C	A	8	100	2.6	2.0	367.9	9.9	260.0	408.3	260	C vajunud, madal
P1	Licamero+ letsitiin	820	C	C	C	A	8	100	2.9	3.0	366.6	10.5	310.0	409.7	310	C vajunud, madal
P2	Ada Ehe	920	C	C	C	A	6.5	85	2.6	2.0	370.1	9.4	306.0	408.6	360	C vajunud
P3	Ada Ehe+ letsitiin	920	C	C	C	A	7	90	2.9	3.0	365.8	9.6	324.0	404.8	360	C vajunud
P4	Koplimäe Ada	840	C	C	C	A	7.5	95	2.6	2.0	368.1	9.2	304.0	405.3	320	C madal
P5	Licamero+ askorbiinhape	1020	AB	A	AB	A	6.5	85	3.0	3.5	375.1	8.4	348.5	409.5	410	AB madal
	Lühike kergitusaeg															
L1	Licamero	940	B	B	A	A	7	90	2.6	2.0	374.1	9.1	333.0	411.6	370	B
L2	Licamero+ letsitiin	900	B	B	A	A	7	90	2.8	2.5	372.8	10.0	315.0	414.4	350	B
L3	Licamero+ acerola	800	AB	A	B	A	7	90	2.7	2.5	370.5	10.8	270.0	415.4	300	AB
L4	Licamero+ linaseemned	920	A	A	A	A	6	80	3.0	3.5	386.3	8.2	288.0	420.8	360	A
L5	Licamero+ chia seemned	960	A	A	A	A	6.5	85	3.0	3.5	388.5	7.8	323.0	421.5	380	A
L6	Licamero+ tapiokk	920	AB	A	A	A	6	80	3.1	3.5	377.2	8.8	288.0	413.8	360	AB
L7	Licamero+ psüllium	860	A	A	A	A	7	90	2.7	2.5	384.1	7.4	297.0	414.9	330	A
L8	Licamero+ askorbiinhape	860	A	AB	A	A	7	90	2.7	2.5	380.6	7.6	297.0	412	330	A

KOKKUVÕTE

Maheviljeluses on raske saada saiaküpsetuseks piisava proteiini ja kleepevalgu sisaldusega nisujahu. Kui kasutada sobivaid tehnoloogilisi võtteid lähtuvalt jahu kvaliteediomadustest, saab aga ka madala proteiinisisaldusega jahust väga hästi küpsetada. Samuti pole probleemiks kasutada püülijahu asemel jahu, mille jahvatuss on jämedam ja sisaldab mõningal määral seemnekesta, nagu see oli käesolevas katses. Pätsid jäävad küll mõnevõrra väiksemaks, samas on küsimus ka eesmärgis – kas päts peab sisaldama võimalikult palju õhku. Maitseomadused ja toote koostis võivad olla isegi paremad – maitse nüansirikkam ja toitaineline koostis tervislikum.

Kui taina segamine ja toodete valmistamine toimub väikeetevõttes, kus tooteid saab teha vastavalt jahupartii omadustele, on võimalik kasutada ka suurtööstuse standarditele mittevastava küpsetuskvaliteediga jahu. Selles osas on väiksematel pagaritöökodadel eelis olla paindlikum ja seetõttu ka pakkuda tarbijale eripärasemat toodangut.

Meie uuringus selgus, et madalama proteiinisisalduse puhul tuleks taina segamisaega ja pätsi kergitusaega vähendada. Selle muudatuse tulemusel olid moodustunud pätsid ilusad, laborikatses kõrge hinnanguga A ja AB. Parimad variandid olidki chia- ja linaseemnetega, kus pätsi maht oli suur ja kõik hinnangud kõrged (A).

Mõningate lisandite kasutamine võiks aidata küpsetusomadusi parandada. Traditsiooniliselt suurendab askorbiinhappe kasutamine kerkimist ja üks katsevariant seda ka näitas. Samas oli käesolevate katsetuste ülesanne uurida, kas võiks leiduda ka muid lisandeid, mida askorbiinhappe asemel kasutada.

Eelkõige võiks lähtuvalt meie katsetustest kasutada õlirikkeid seemneid, millel on ka positiivseid toitumisomadusi. Väga positiivne oli, et kodumaine soodne tooraine, linaseemned mõjus pätsi parameetreid parandavalt. Samas võib nii pagaritöökoja kui ka laborikatsete tulemusel soovitada kõiki kasutatud lisandeid – chia ja linaseemned, acerola kirsi pulbrit, sojaletsitiini, psülliumi, tapiokitärklisi. Labori ja pagaritöökoja katses käitusid mõned ained erinevalt, eiti just soovitude põhjal kerkimise parandamiseks kasutatud acerola kirss ja sojaletsitiin. Pagarikatses oli neil selge positiivne mõju kerkimisele, laborikatses seda ei ilmnenud. Kindlasti on vajalik testimine nii konkreetsete jahude kui ka lisandite kasutamise ja seadistada sobivad segamis- ja kergitusajad.

Täpsemate retseptide ja meetodikate leidmiseks tuleks teha lisauuringuid. Tervislike lisandite kasutamine igal juhul nisujahu küpsetusomadusi halvemaks ei tee ning võimalused on ka küpsetusomaduste parandamiseks.

2. Hinnang innovatsioonitegevuse lõppeesmärgi saavutamisele²

Innovatsioonitegevuse lõppeesmärki saavutati. Selleks tegid head koostööd partnerid ETKI/METK ja Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. Tegevusse kaasati ka ekspert TalTechist Eeve Kärblane ja pikaajalise praktilise küpsetamiskogemusega Marju Müür, kes oma väikeettevõttes kasutab just mahejahusid. Lisandite ja küpsetamise osas konsulteeriti ka teiste ekspertidega.

Katsetulemused näitasid, et põldkatsetes kasutatud töötõlused mõjutavad ka küpsetustulemust, üldiselt oli mahejahude küpsetustulemus võrdlemisi hea.

Küpsetuskvaliteedi tõstmiseks leiti samuti sobivad lisandid eelkõige rasvarikaste seemnete, kodumaise tervisliku ja odava tooraine linaseemnete näol. Aga ka teised väljalititud lisandid on kasutamiseks sobilikud. Selgitati ka tehnoloogilisi aspekte mahejahust küpsetamisel.

Selle temaatikaga võiks aga veelgi edasi tegeleda, et soodustada mahetooraine kasutamist töötlemisettevõtetes. Praegused saadud tulemused on selleks hea lähtekoht. Lisandite kasutamise kõrval ongi just tehnoloogilised nüansid hea tulemuse saavutamiseks olulised.

3. Erinevused kavandatud ja tegelike tulemuste vahel³

Erinevusi kavandatud ja tegelike tulemuste vahel ei olnud. Küpsetuskatsed viidi ellu plaanipäraselt ning tulemused näitavad, et mahejahu on küpsetamiseks sobilik ka juhul, kui jahu kvaliteedinäitajad, eriti proteiinisaldus ei ulatu tavapäraste standarditeni. Leiti ka sobivad lisandid, mida küpsetuskvaliteedi parandamiseks kasutada.

4. Innovatsioonitegevuse tulemuste levitamine ja avalikkuse teavitamine⁴

Info kogu tegevuskava kohta ja käesoleva tegevuse aruanne on avaldatud Maheklatri veebilehel maheklaster.ee

Tegevust tutvustati maheklatri konverentsil 6. märtsil 2023.

Info tegevuskava kohta on avaldatud ka mahepõllumajanduse portaalis Maheklubi.ee <http://www.maheklubi.ee/uuringud-projektid/Maheklaster/>

Tegevuse kohta on valminud artikkel mahepõllumajanduse lehe numbrisse 2023-2 http://www.maheklubi.ee/mahepollumajanduse_leht/ ja ingliskeelne artikkel avaldamiseks üleeuroopalises maheuuringute andmebaasis OrganicEprints.

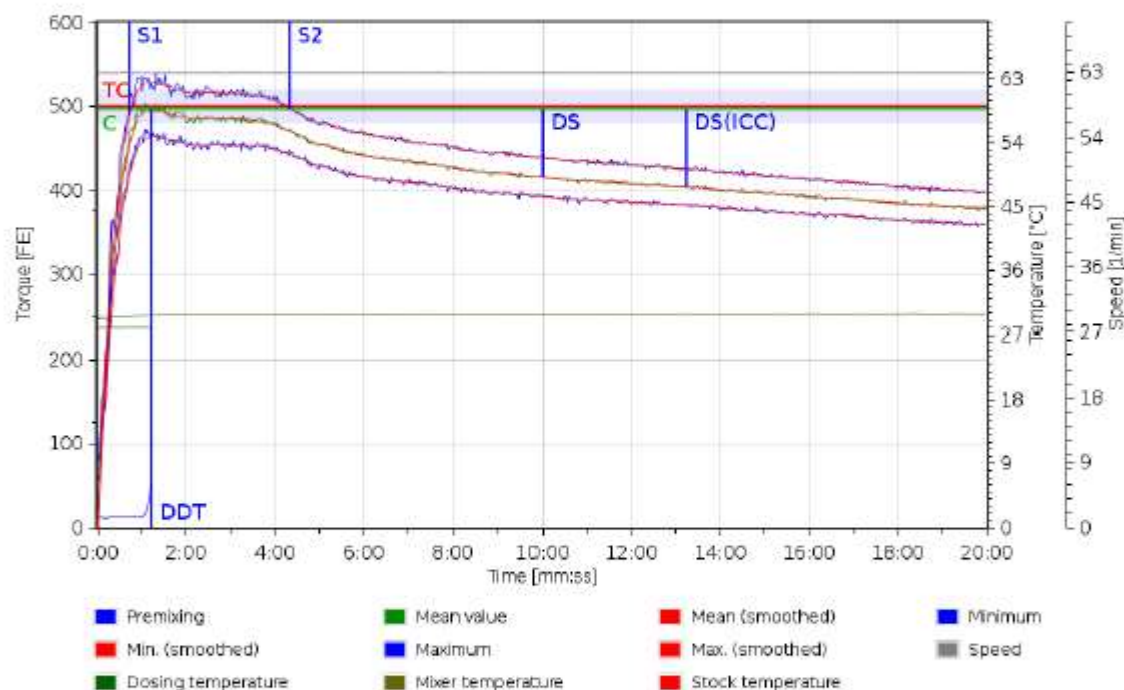
Klasteri esindaja nimi ja allkiri:	Airi Vetemaa
Kuupäev:	9.05.2023

Lisad

Brabender

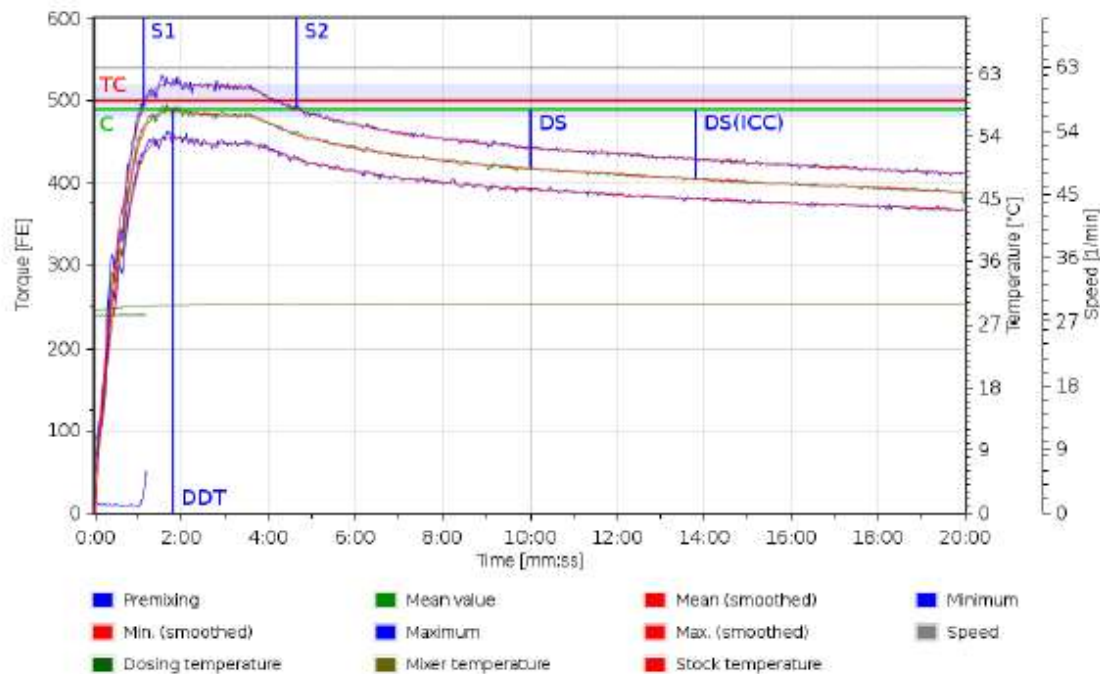
Farinograph-TS
Version 2.1.7

Sample	TN Mahe Airi Ehe Ada	ID	B9yk58rtb7wz
Order		Date	18/04/2023 11:35
User	master		
Method	Brabender ICC BIPEA 50		
Evaluation	Brabender_ICC_BIPEA	Speed	63.0 1/min
Mixer	50	Measuring time	20:00 mm:ss
Sample weight	49.8 g		
		Moisture content	13.7 %
Default moisture content	14.0 %	WA (given)	59.7 %
Default consistency	500 FE		
Tags			



Point	Value	Unit	Description
T	19:59	mm:ss	Measuring time
DT	28.0	°C	Dosing temperature
DDT	01:13	mm:ss	Development time
C	497	FE	Consistency
WZ	59.7	%	Water added
WAC	59.6	%	Water absorption corr. for default consistency
WAM	59.2	%	Water absorption corr. for default moisture content
S	03:37	mm:ss	Stability
DS	81	FE	Degree of softening (10 min after beginning)
DS(ICC)	93	FE	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)
FQN	45	mm	Farinograph quality number

Sample	TN Mahe Airi Licamero	ID	B9yk58rtb5sg
Order		Date	18/04/2023 10:49
User	master		
Method	Brabender ICC BIPEA 50		
Evaluation	Brabender_ICC_BIPEA	Speed	63.0 1/min
Mixer	50	Measuring time	20:00 mm:ss
Sample weight	49.4 g		
		Moisture content	12.9 %
Default moisture content	14.0 %	WA (given)	60.7 %
Default consistency	500 FE		
Tags			



Point	Value	Unit	Description
T	19:59	mm:ss	Measuring time
DT	28.3	°C	Dosing temperature
DDT	01:48	mm:ss	Development time
C	489	FE	Consistency
WZ	60.7	%	Water added
WAC	60.4	%	Water absorption corr. for default consistency
WAM	59.2	%	Water absorption corr. for default moisture content
S	03:32	mm:ss	Stability
DS	72	FE	Degree of softening (10 min after beginning)
DS(ICC)	85	FE	Degree of softening (ICC / 12 min after max.)
FQN	46	mm	Farinograph quality number

