PINK
-
Vaaleanpunaista metallioksideilla

Rosa Helenius

Empiirinen tutkimus-kurssin raportti

Muotoilun pääaine

Muotoilun laitos

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Aalto-yliopisto

20.04.2023

Tiivistelmä

Tutkimuksen päämääränä on saada aikaiseksi pinkki kiiltävä lasite. Tavoiteltava väri on tasainen ja kylläinen. Tutkimus on jatkoa Keramiikan valutekniikat ja materiaalit-kurssilla aloittamaani tutkimukseen, mutta en saanut tuolloin haluamaani lopputulosta. Keramiikkapajalta löytyy lasite “Raspberry”, joka on oksideilla värjätty punainen, mutta liian tumma ja punainen siihen mitä tavoittelen. Tämän takia lähdin etsimään internetistä tutkimukseeni sopivaa reseptiä. Päädyin käyttämään *Glazy*-sivustolta löytämääni reseptiä David Tsabarilta “Cone 6 pink”, sillä se on väriltään ja koostumukseltaan se mitä tavoittelin.

Keramiikan valutekniikat ja materiaalit-kurssilla tutustuin empiiriseen kaavaan, josta muodostui tutkimukseni ydin. Koitin saada tuotettua pinkkiä lasitetta lasitteen empiiristä kaavaa muokkaamalla. Tämän myötä muuttujina tutkimuksessa toimii lasitteen reseptin raaka-aineet ja niiden suhteet. Tutkimus toteutettiin yksi lasite kerrallaan ja edeltävän tulokset kertoivat miten tulen toimiaan seuraavaa lasitetta tehdessäni.

Omilla resepteilläni D. Tsabarin alkuperäisen reseptin pohjalta sain aikaiseksi lasitteita, jotka olivat väreiltään harmahtavia, vihreitä sekä valkoisia. Päädyin myös tekemään vertauskohteeksi osaston *Raspberry*-lasitteen, sillä tiesin sen tuottavan oksideilla punertavan lasitteen. Vertailin omia reseptejäni sekä alkuperäistä Cone 6 Pink osaston Raspberryyn, jotta ymmärtäisin paremmin miksi omani ei onnistu. Sain myös tuotettua lasitteen, joka on väriltään melko lähellä haluamaani muokkaamalla Raspberry-lasitteen kromioksidin määrää.

Lopulta Raspberry-lasitteen empiiristä kaavaa soveltamalla sain tuotettua pinkin ja kiiltävän lasitteen. Jos jatkaisin tutkimusta lähtisin seuraavaksi tutkimaan ja vertaamaan epäonnistuneiden ja onnistuneiden reseptien empiirisiä kaavoja selvittääkseni miksi toisista muodostuu punaista ja toisista ei.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1. Johdanto 3

2.1 Aiempi tutkimus 4

2. Menetelmä 5

2.1 Koesarja 1 6

2.1.1 Koesarja 1 tulokset 7

2.2 Koesarja 2 8

2.2.1 Koesarja 2 tulokset 9

2.3 Koesarja 3 10

2.3.1 Koesarja 3 tulokset 11

2.4 Koesarja 4 12

2.4.1 Koesarja 4 tulokset 13

2.5 Raspberry 14

2.5.1 Raspberry tulokset 16

2.6 Koesarja 5 18

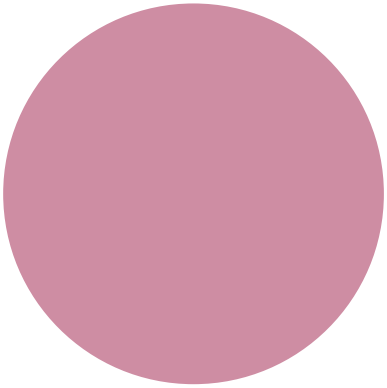
2.6.1 Koesarja 5 tulokset 19

3. Johtopäätökset 20

4. Lähteet 21

1. Johdanto

Tutkimus on jatkoa *Keramiikan valutekniikat ja materiaalit*-kurssilla aloittamaani tutkimukseen. Tutkimuksen tarkoituksena on saada aikaan värimetallioksideilla kiiltävä pinkki lasite (kuva 1). Värimetallioksidit ovat raaka-aineita, joita käytetään värjäämään lasitteita keramiikassa. Kromioksidi käytettynä tinaoksidin kanssa muodostaa vaaleanpunaisen sävyjä (Lautenbacher, N. Palmu, S. Pelkonen, T. 2022). Lasitteita on myös mahdollista värjätä valmisväripigmenttien kanssa. Haluan kuitenki oppia oksideista enemmän, miten ne toimivat ja käyttäytyvät.



Kuva 1. Tavoiteltava väri

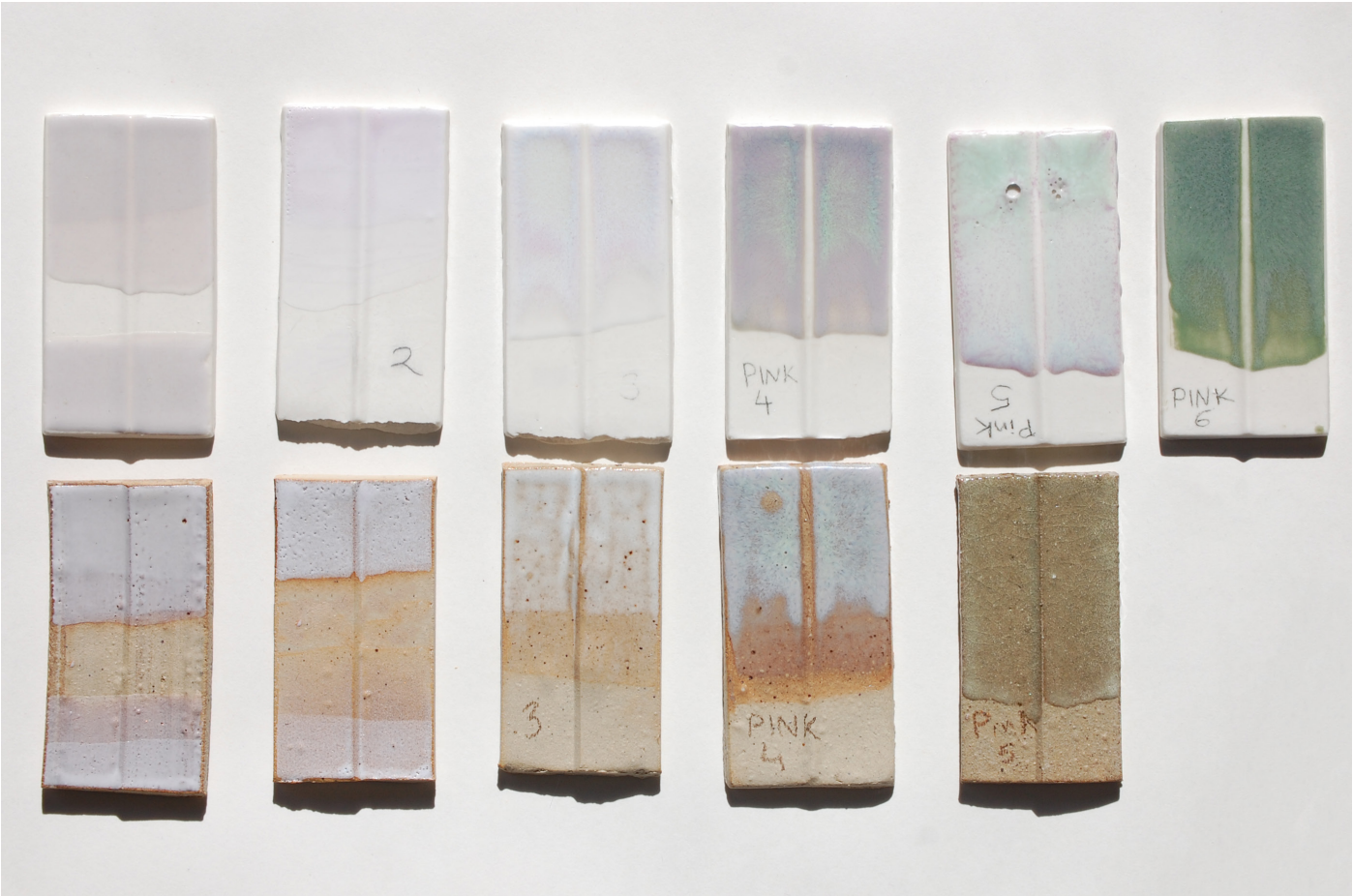
Tutkimukseni lähtökohtana käytin *Glazy*-sivustolta löytämääni lasitereseptiä “Cone 6 pink” (D. Tsabar, Glazy.) Koska Cone 6 pink-lasitteen raaka-aineet eroavat siitä mitä keramiikkapajalla on tarjolla, minun tuli korvata ne verrattavissa olevilla aineilla. Tämä johtaa kuitenkin siihen, että lasite, jonka tulen tekemään tulee eroamaan kemialliselta koostumukseltaan Cone 6 Pink:stä. Keramiikassa lasitteiden kemiallista koostumusta voidaan tutkia empiirisen kaavan avulla. Empiirinen kaava on varmempi tapa ilmaista lasitteen valmistusohje, sillä raaka-aineiden kemiallinen koostumus vaihtelee eri puolilla maailmaa (Jylhä-Vuorio 1992, 102). “Empiirinen kaava ilmaisee poltetun lasitteen koostumuksen oksidikaavana siten, että oksidit on jaettu kemiallisen luonteensa perusteella kolmeen pääryhmään. Nämä ryhmät ovat RO-, R_2O_3- ja RO_2-rymä. Lasitteiden keskinäisen vertailun helpottamiseksi ensimmäinen ryhmä tasataan aina moolimäärältään summaan 1” (Jylhä-Vuorio 1992, 102.)

Keskityin tutkimuksessa empiiristen kaavojen tutkimiseen. Hypoteesinä oli, että jos saan tuotettua lasitteen, jonka empiirinen kaava on tarpeeksi lähellä Cone 6 Pink:n kaavaa, saisin tuotettua pinkin kiiltävän lasitteen.

1.1 Aiempi tutkimus

Keramiikan valutekniikat ja materiaalit-kurssilla koesarjojen tuottamisen menetelmät olivat samanlaiset kuin nyt. Tein koepalat valusavesta sekä kivitavarasta ja ne poltettiin 1240 °C. Tein aina yhden lasitteen ja odotin, että se tulee uunista. Tuloksen perusteella tein muutokset reseptiin ja seuraavan lasitteen. Tällä menetelmällä ehdin tekemään 6 koesarjaa.

Tulokset olivat kaukana hakemastani pinkistä. Sain tuotettua lasitteita puolikiiltävästä harmaanlilasta syvään tummanvihreään. Tutkimuksen edetessä tulokset menivät huonompaan suuntaan. Lähimmäksi pääsin hakemaani lasitteella Pink #3, joka oli kiiltävä ja jonka vaaleanpunaiset kohdat olivat lähimpänä tavoiteväriä.



Kuva 2. Keramiikan valutekniikat ja materiaalit-kurssin tutkimustulokset.

2. Menetelmät

Aloitin tutkimuksen alkuvalmisteluilla eli koepalojen tekemisellä. Käytin tutkimuksessa koepaloihin kahta eri massaa nähdäkseni miten lasitteet reagoivat eri pohjilla. Massoina käytin WM-kivitavaraa ja keramiikkapajan omaa valuposliinia. Koesarjat poltettiin kahdessa lämpötilassa: 1200 °C ja 1240 °C. Alkuperäisen reseptin nimi “Cone 6 Pink” viittaa polttolämpötilaan. “ Keramiikassa polton lämpötilaa on mahdollista mitata pyrometristen keilojen avulla. Pyrometriset keilasarjat on numeroitu sen mukaan, missä lämpötilassa kyseinen keila taipuu “ (Jylhä-Vuorio 1992, 179.) Cone 6 Pink on merkitty käyttävän Orton-keila-asteikkoa. Keila 6 on Ortonin asteikolla n. 1200 °C (Mt. 184.) Tein jokaista lasitetta 200g välttääkseni mahdolliset mittausvirheet, jotka tulevat pientä määrää tehdessä.

Lasitteita tehdessäni seurasin samaa toimintatapaa kuin aiemmassa lasitetutkimuksessani. Tein aina yhden lasitteen, jonka tuloksen pohjalta tein seuraavan koesarjan. Tein yhteensä 5 lasitetta D. Tsabarin reseptiä (taulukko 2) soveltaen ja 3 Raspberry:n reseptiä (taulukko 11) soveltaen. Jotta empiiristä kaavaa saadaan säädettyä, pitää lasitteen raaka-aineiden suhdetta muuttaa. Käytin empiiristen kaavojen tekemiseen apunani Sanna Palmun laatimaa exel-taulukkoa, joka laskee empiirisen kaavan puolestani.

Taulukko 2. Cone 6 Pink empiirinen kaava

	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.04	Al_2O_3	0.30	SiO_2	3.05
0.16	Na_2O	0.12			B_2O_3	0.19
	Li_2O	0.00				
0.84	CaO	0.81				
	MgO	0.03				

Taulukko 1. Cone 6 Pink lasitteen punnitusresepti.
(Tsabar, D. Glazy.org.)

Aine	%
Vansil W 30 Wollastonite	25
EP Kaolin	20
Ferro Frit 3134	20
Silica	20
Custer - new	15
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

2.1 Koesarja 1

Kävin puhumassa keramiikan pajamestarin Tomi Pelkosen kanssa siitä miten tutkimusta voidaan viedä eteenpäin. Tarkastelimme aikaisemman tutkimukseni empiirisiä kaavoja ja huomasimme, että aiemmassa tutkimuksessa oli käynyt virhe ja tutkimuksessa tehtyjen lasitteiden empiiriset kaavat olivat virheellisiä. Seuraava vaihe tutkimuksessa oli siis empiiristen kaavojen analysointi ja korjaus.

Tein ensimmäisen lasitteen Pink #7 nyt korjatulla empiirisellä kaavalla. Reseptin pohjana käytin Pink #3 reseptiä, mutta vaihdoin boorifritin F37025 alkalisultteeseen P2961 T. Pelkosen suosituksesta (henkilökohtainen tiedonanto 13.3.2023.)

Taulukko 3. Pink #7 empiirinen kaava

	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.04	Al_2O_3	0.32	SiO_2	3.01
0.17	Na_2O	0.13			B_2O_3	0.20
	Li_2O	0.00				
0.83	CaO	0.81				
	MgO	0.02				

Taulukko 4. Pink #7 lasitteen punnitusresepti

Aine	%
Maasälpä FFF 60	7
Kvartsi FFQ	25
Alkalisulate P2961	19
Kaoliini Super Standard Porc	20
Wollastoniitti	29
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

2.1.1 Koesarja 1 tulokset

Pink #7 muodostui uunissa harmahtavaksi, jossa on lila vivahde. Polttolämpötiloilla ei ollut suurta vaikutusta, korkeammassa poltossa ollut lasite on hieman sinertävämpi. Lasite on kiiltävä.

Kuva 3. Lasite PINK #7 1200 °C (vas.) ja 1240 °C (oik.) poltosta

2.2 Koesarja 2

Keskustelin koesarjan 1 tuloksista T. Pelkosen (henkilökohtainen tiedonanto 15.3.2023) kanssa. Hänen suosituksesta seuraavassa lasitteessa Pink #8 korvasin fritin P2961 fritteihin P2953 ja P2954, sillä ne käyttäytyvät eri tavalla uunissa. Tarkoituksena oli nähdä vaikutus värin muodostumiseen. Frittejä on sen takia kaksi, sillä toinen on booripitoisempaa kuin toinen ja näin empiirinen kaava saatin tasapainoitettua.

Taulukko 5. Pink #8 empiirinen kaava

	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.03	Al_2O_3	0.31	SiO_2	3.06
0.14	Na_2O	0.10			B_2O_3	0.20
	Li_2O	0.00				
0.86	CaO	0.85				
	MgO	0.01				

Taulukko 6. Pink #8 punnitusresepti

Aine	%
Maasälpä FFF 60	7
Kvartsi FFQ	28
Fritti P2954	2
Fritti P2953	20
Kaoliini Super Standard Porc	19
Wollastoniitti	20
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

2.2.1 Koesarja 2 tulokset

Pink #8 muodosti vaaleanvihreän värin. Polttolämpötila ei vaikuttanut värin muodostumiseen. Lasite on kiiltävä.

Kuva 4. Pink #8 1200 °C (vas.) ja 1240 °C (oik.) poltosta

2.3 Koesarja 3

Tein lasitteen Pink #9 samaan aikaan kuin Pink #8. T. Pelkonen ehdotti myös, että voisin korvata reseptistä wollastoniitin liidulla nähdäkseni sen vaikutuksen värin muodostumiseen (henkilökohtainen tiedonanto, 20.3.2023.)

Taulukko 7. Pink #9 empiirinen kaava

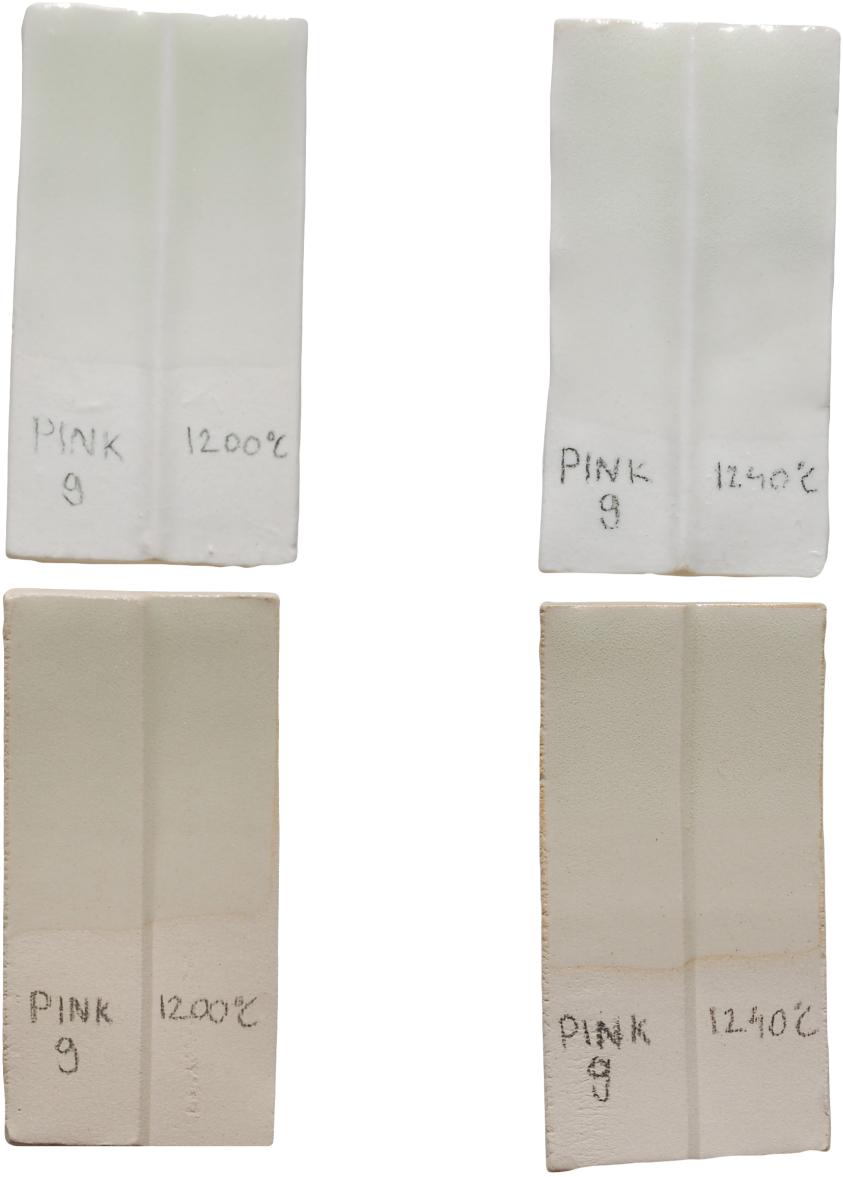
	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.06	Al_2O_3	0.34	SiO_2	3.03
0.19	Na_2O	0.13			B_2O_3	0.19
	Li_2O	0.00				
0.81	CaO	0.81				
	MgO	0.00				

Taulukko 8. Pink #9 punnitusresepti

Aine	%
Maasälpä FFF 60	12
Kvartsi FFQ	35
Fritti P2961	18
Kaoliini Super Standard Porc	20
Liitu	15
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

2.3.1 Koesarja 3 tulokset

Pink #9 tuli vaaleanvihreänä uunista. Lasitteen värinmuodostuminen on hieman heikompaa kuin Pink #8. Polttolämpötila ei vaikuttanut värin muodostumiseen. Lasite on kiiltävä.



Kuva 5. Pink #9 1200 °C (vas.) ja 1240 °C (oik.) poltosta

3.4 Koesarja 4

PINK #10 lasitteen tein T. Pelkosen (henkilökohtainen tiedonanto 31.3.2023) kanssa keskustelun jälkeen, kun tarkastelimme aikaisempia tuloksia, joissa molemmat Pink #8 ja Pink #9 tulivat vaaleanvihreinä. Hän ehdotti, että ottaisin Pink #9 lasitteen reseptin ja vaihtaisin sen sistältämän alkalisulatteen P2961 boorisulatteeseen P2953. Tällöin lasite olisi kemiallisesti lähempänä keramiikkapajan lasitekatalogin lasitetta Raspberry, joka muodostaa punaista väriä. Pink #10 lasite oli ainoa lasite, jonka empiiristä kaava en manuaalisesti muokannut muistuttamaan Cone 6 Pink-lasitteen empiiristä kaavaa.

Taulukko 9. Pink #10 empiirinen kaava

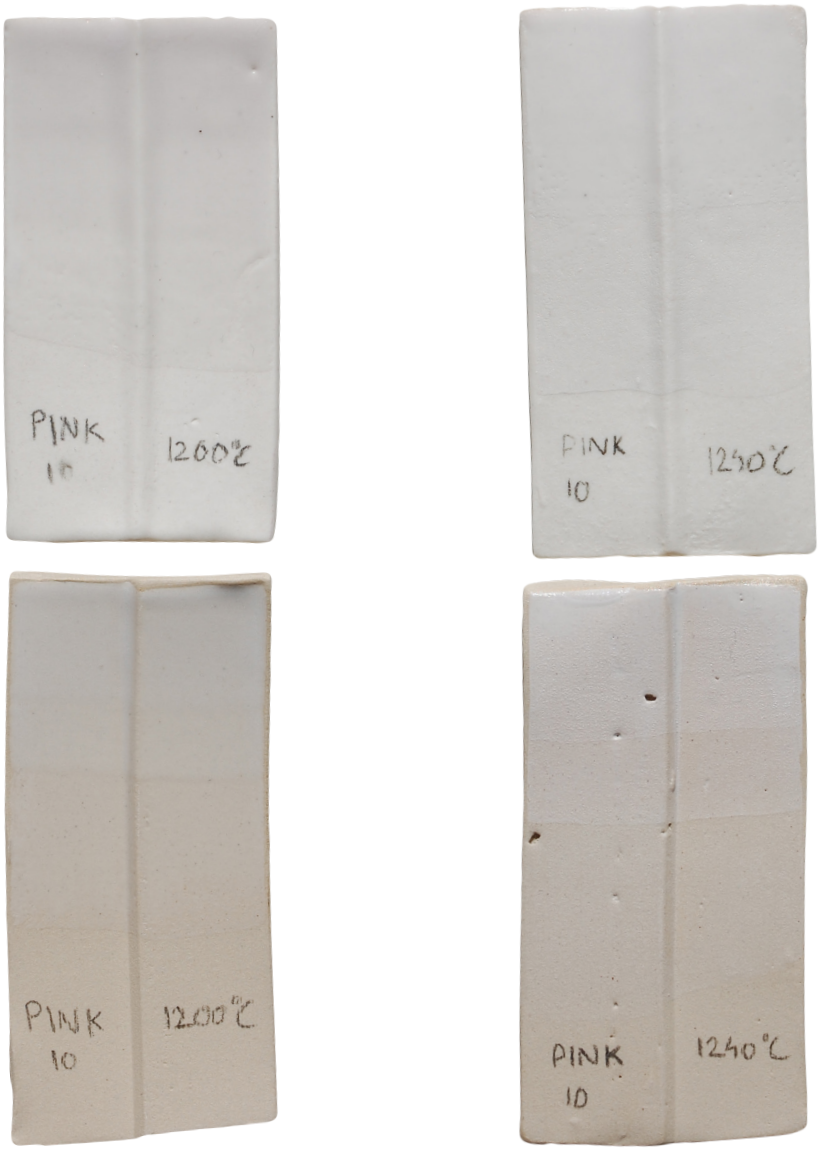
	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.04	Al_2O_3	0.31	SiO_2	2.76
0.14	Na_2O	0.10			B_2O_3	0.13
	Li_2O	0.00				
0.86	CaO	0.86				
	MgO	0.00				

Taulukko 10. Pink #10 punnitusresepti

Aine	%
Maasälpä FFF 60	12
Kvartsi FFQ	35
Boorisulate P2953	18
Kaoliini Super Standard Porc	20
Liitu	15
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

3.4.1 Koesarja 4 tulokset

Pink #10 muodosti valkoista. Polttolämpötila ei vaikuttanut suuresti lasitteeseen, korkeammasa poltossa ollut lasite ei ole yhtä kiiltävä kuin matalemmassa poltossa käynyt.



Kuva 6. Pink #10 1200 °C (vas.) ja 1240 °C (oik.) poltosta

3.5 Raspberry

Kesken tutkimuksen päätin tehdä vertailukohdaksi myös variaatioita keramiikkapajan lasitekatalogin Raspberry-lasitteesta, joka käyttää myös kromi- ja tinaoksidia punaisen värin saavuttamiseksi. Tein kolme eri lasitetta. Kahdessa näistä muutin ainoastaan kromin määrää testatakseni saanko väriä lähemmäs vaaleanpunaista. Toisessa on kromioksidia 0,05% ja toisessa 0,02%.

Taulukko 11. Raspberry empiirinen kaava

	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.06	Al_2O_3	0.25	SiO_2	2.10
0.15	Na_2O	0.09			B_2O_3	0.09
	Li_2O	0.00				
0.85	CaO	0.85				
	MgO	0.00				

Taulukko 12. Raspberry punnitusresepti

Aine	%
Kvartsi FFQ	30
Liitu	20
Nefeliinisyeniitti	18
Pallosavi	18
Fritti P2953	14
Tinaoksidi	6
Kromioksidi	0,2
	106,2

T. Pelkosen (henkilökohtainen tiedonanto 3.4.2023) kehotuksesta tein vielä kolmannen lasitteen, Raspberry 2, jossa muutin reseptin ainemäärien suhdetta siten, että lasitteen empiirinen kaava muistuttaisi Cone 6 Pink-lasitteen empiiristä kaavaa. Tällä tutkin sitä, vaikuttaako värinmuodostumiseen empiirinen kaava vai raaka-aineet.

Taulukko 13. Raspberry 2 empiirinen kaava

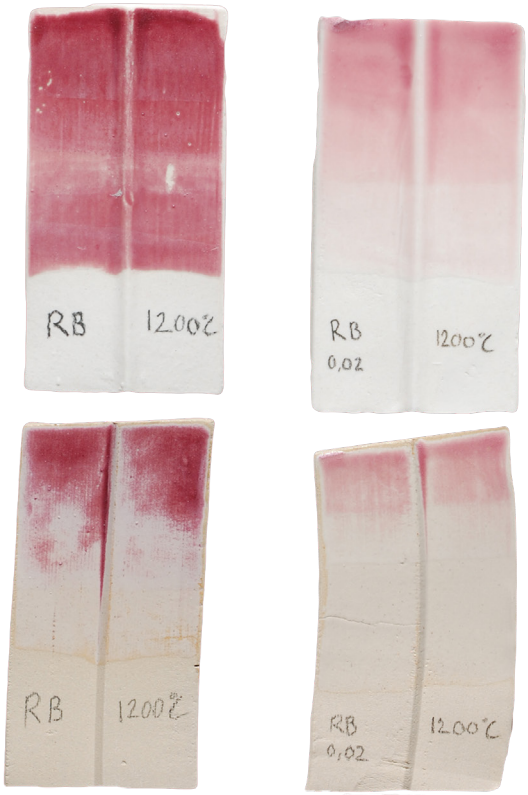
	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.05	Al_2O_3	0.33	SiO_2	2.93
0.18	Na_2O	0.14			B_2O_3	0.20
	Li_2O	0.00				
0.82	CaO	0.81				
	MgO	0.01				

Taulukko 14. Raspberry 2 punnitusresepti
(Britt, J.)

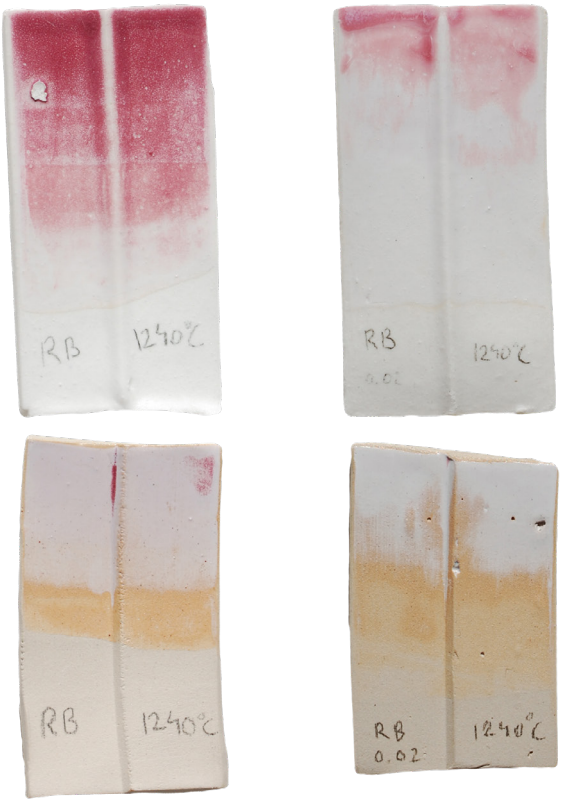
Aine	%
Kvartsi FFQ	33
Liitu	13
Nefeliinisyeniitti	9
Pallosavi	21
Fritti P2953	24
Tinaoksidi	6
Kromioksidi	0,02
	106,02

3.5.1 Rasberry tulokset

Vähentämällä Raspberry-lasitteen kromin määrää muodostui hennompia, mutta silti kylläisiä punertavia sävyjä. Erityisesti 0.02% kromia sisältävä versio on väriltään ja koostumukseltaan lähellä tavoitettani (kuva 7). Polttolämpötilalla oli selkeä merkitys, korkeammassa poltossa väri palaa pois ja on koostumukseltaan mattaisempaa, erityisesti kivitavaralla (kuva 8).



Kuva 7. RB (vas.) ja RB 0,02 (oik.) 1200 °C poltosta



Kuva 8. RB (vas.) ja RB 0,02 (oik.) 1240 °C poltosta

Raspberry 2 tuli lähes kokonaan valkoisena uunista. Tämän perusteella värinmuodostuminen ei ole riippuvainen raaka-aineista vaan empiirisestä kaavasta. Aikataulun takia minulla ei ollut aikaa polttaa lasitetta 1200 °C.

Kuva 9. RB 2 1240 °C poltosta

3.6 Koesarja 5

Raspberry 2 perusteella, jos empiirinen kaava muistuttaa Raspberry-lasitteen empiiristä kaavaa vaaleanpunaisen värin muodostuminen pitäisi onnistua. Testatakseni teoriaa käytin Pink #7 lasitteen reseptiä ja tein sen pohjalta uuden lasitteen, Pink #11, jonka empiirinen kaava muistuttaa Raspberryn kaavaa.

Taulukko 15. Pink #11 empiirinen kaava

	Sulattajat RO		Tasapainottajat R_2O_3		Lasinmuodostajat RO_2	
	K_2O	0.04	Al_2O_3	0.25	SiO_2	2.26
0.11	Na_2O	0.08			B_2O_3	0.11
	Li_2O	0.00				
0.89	CaO	0.87				
	MgO	0.02				

Taulukko 16. Pink #11 punnitusresepti

Aine	%
Wollastoniitti	39
Kaoliini	20
Kvartsi	18
Alkalisulate P2961	13
Maasälpä	10
Tinaoksidi	5
Kromioksidi	0,02
	105,02

3.6.1 Koesarja 5 tulokset

Pink #11 muodosti vaaleanpunaiseksi. Se on hieman murretumpi kuin RB 00,2, mutta todella lähellä tavoiteväriä. Lasitteesta tuli kiiltävä. Polttolämpötilan eroja ei voi verrata, sillä aikataulun takia en ehtinyt polttamaan lasitetta 1200 °C.

Kuva10. Pink #11 1240 °C poltosta

4. Johtopäätökset

Vaaleanpunaisen värin toteuttaminen onnistui. Tämä ei tapahtunut kuitenkaan seuraamalla Cone 6 Pink:n reseptiä ja empiiristä kaavaa. Käyttämänieni lähteiden mukaan tina- ja kromioksidin käyttäminen yhdessä pitäisi tuottaa vaaleanpunaista/punertavia sävyjä. Tämän perusteella lasitteet Pink #7-10 pitäisi muodostaa vaaleanpunaista. En löytänyt tietoa siitä mikä osuus kyseisten lasitteiden kemiallisessa koostumuksessa estää punaisen värin muodostumisen. On myös mahdollista, että lasitteita tehdessäni on tapahtunut esim. mittausvirhe tai uuniolosuhteet ovat vaikuttaneet värin muodostumiseen. Kyseenalaistan näiden seikkojen merkittävyyttä kuitenkin, sillä Raspberry-lasitteilla muodostui odotettuja tuloksia.

Sain vaaleanpunaisen sävyjä, jotka olivat lähellä hakemaani soveltamalla Raspberry-lasitteen reseptiä ja empiiristä kaavaa. Koska RB 2 muodosti valkoisen värin, voidaan päätellä, että vaaleanpunaisen värin aikaansaaminen on riippuvainen empiirisestä kaavasta raaka-aineiden sijaan. Tätä vahvistaa Pink #11, joka on muodostaa poltossa vaaleanpunaisen sävyn. Se on Pink #7 pohjalta tehty resepti, joka seuraa Raspberry-lasitteen empiiristä kaavaa. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa syventyisin tutkimaan ja vertailemaan onnistuneen Pink #11 sekä sitä edeltävien koesarjojen empiirisiä kaavoja ja selvittäisin, mitkä tekijät vaikuttaa vaaleanpunaisen muodostumiseen.

5. Lähteet

Britt, J. Raspberry. 2004. Aalto-yliopisto. Keramiikkapaja lasitekatalogi.

Jylhä-Vuorio, H. Keramiikan materiaalit. 1992. Helsinki: VAPK-kustannus.

Lautenbacher, N. Palmu, S. Pelkonen, T. Keramiikan käsikirja. 2022. https://openlearning.aalto.fi/mod/book/view.php?id=14865. Viitattu 11.04.2023

Palmu, S. Empiirisen kaavan laskeminen. 2023. Aalto-yliopisto. Julkaisematon luentomateriaali.

Pelkonen, T. Henkilökohtainen tiedonanto. (13.3.2023, 15.3.2023, 20.3.2023, 23.3.2023, 31.3.2023, 5.4.2023)

Tsabar, D. Cone 6 Pink. 2017. Glazy. https://glazy.org/recipes/7871. Viitattu 11.04.2023