

TUOTTAVA PERUNA

Peruna-alan ammattilehti

2/21

- Ruokaperunalajikkeiden tärkkelyspitoisuus
- Resultat från potatissortförsök
- Vuosikymmenten perunahaasteet
- 20 vuotta tyvimätää tutkimusta

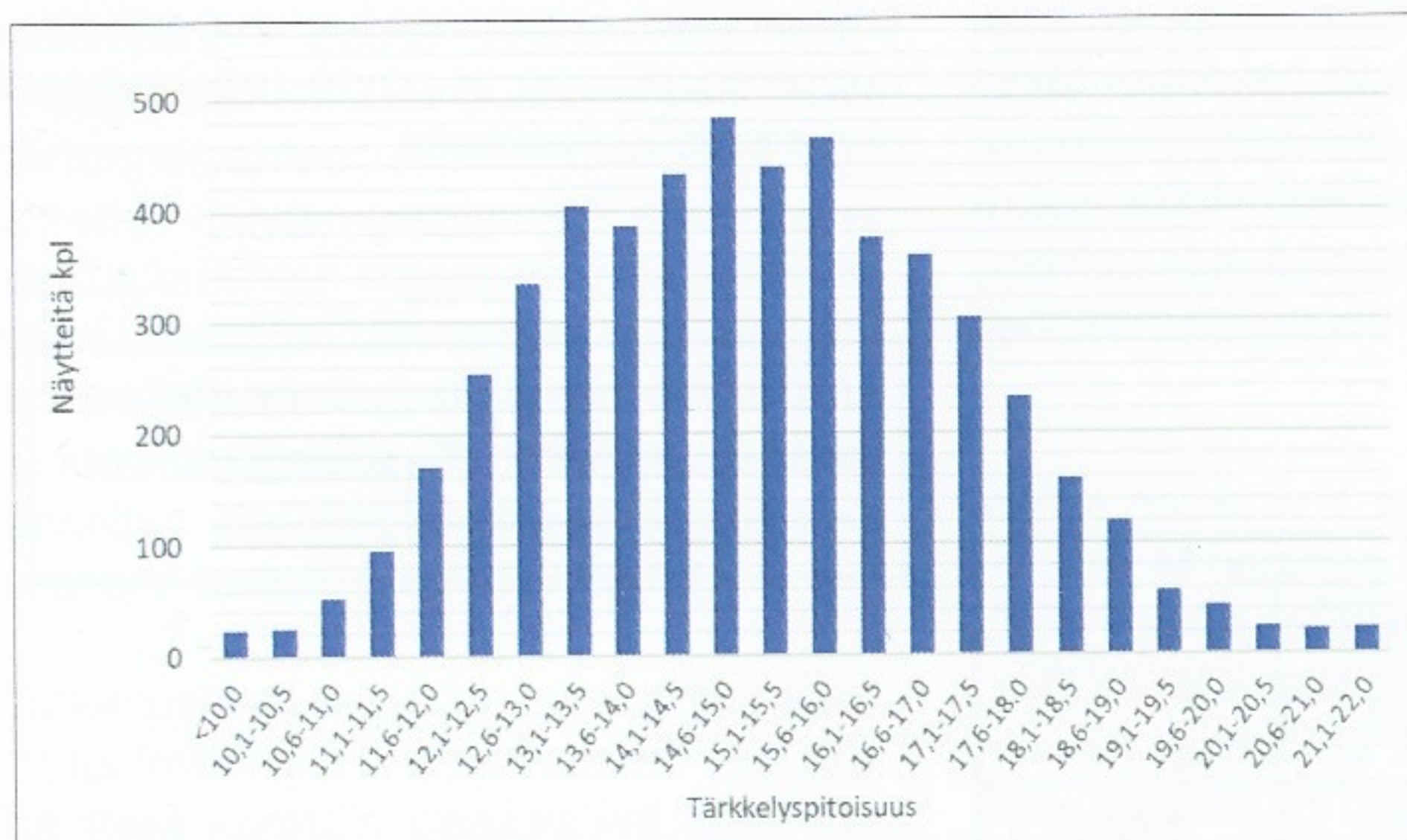
Perunan tärkkelyspitoisuus ja sen vaikutus ruokaperunan keittolaatuun

Paavo Ahvenniemi

Viihiksi mainittu seikka, kaupan perunan keittolaatu ja sen suuri vaihtelu oli aikanaan koko keittolaatu-urakkaan lähdön syynä. Perunaa oli alettu vuosituhanen vaihteessa pakata keitetyn perunan mallon rakennetta kuvaavien värikoodein. Hyvin pian kävi kuitenkin selväksi, että lajikkeen määrittäminen johonkin tiettyyn väriin ei riittänyt, koska saman lajikkeen yksittäisten erien jauhoisuus näytti vaihtelevan suuresti. Siksi Keskon Pirkka-perunan lanseerauksen yhteydessä päätettiin alkaa tehdä kaikille Pirkka-erille etukäteen keittokoe ja laittaa ne, ei lajikkeen mukaan, vain yksittäisen erän keittokokeen osoittamaan värikoodiin.

Suomalaisen ruokaperunan tärkkelyspitoisuus

Puolen prosentin välein nousevan tärkkelyspitoisuuden mukaan luokkiin jaettu tärkkelyspitoisuuksien frekvenssikuvio (Kuvio 1) kertoo melko odotetun laista tarinaa: ruokaperunan tärkkelyspitoisuus vaihtelee matalista alle 10 prosentin pitoisuuksista yli 20 prosentin lukemiin. Kaikkien keittokokeissa testattujen perunaerien keskitärkkelys on ollut 15,1 % ja suuri osa eristä asettuu luonnollisesti keskiarvon kahden puolen.



Kuvio 1. Ruokaperunan tärkkelyspitoisuus Potwellin keittokokeissa vuosina 2002-2019

Suupohjan ja Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan ruokaperunapakkaamojen markkinoityhtiö Potwell Oy on suorittanut perunan keittokokeita samalla kaavalla vuodesta 2002 lähtien. Noin 5300 perunaerän tärkkelysmittauksista ja keittolaatutuloksista 18 vuoden ajalta syntyy yhteenvetoja joista näkyy hyvin ruokaperunan tärkkelyspitoisuuden vuosivaihtelu, vaihtelu eri lajikkeiden välillä ja yksittäisten lajikkeiden eri erien välillä ja miten tärkkelyspitoisuus vaikuttaa keitetyn perunan mallon rakenteeseen.

Tärkkelyspitoisuuden ja perunan jauhoisuuden vuosivaihtelu

Kuviosta 2 voi puolestaan lukea, että ruokaperunan tärkkelyspitoisuus (valkoiset salmiakit, luetaan oikeanpuoleisesta pystyakselista) on ollut 2000-luvulla laskussa. Syynä on ilmeisesti lajikkeiston muuttuminen. Vuosituhannen alussa suurin osa lajikkeista oli sen ajan valtalajikkeen Van Goghin tyyppisiä korkeatärkkelyksisiä lajikkeita. Vuosittainen perunaerien keskitärkkelys pysyi 16 %:n tienoilla ja keskimäärin 60 % perunaeristä oli jauhoisia (keltainen + punainen väri).

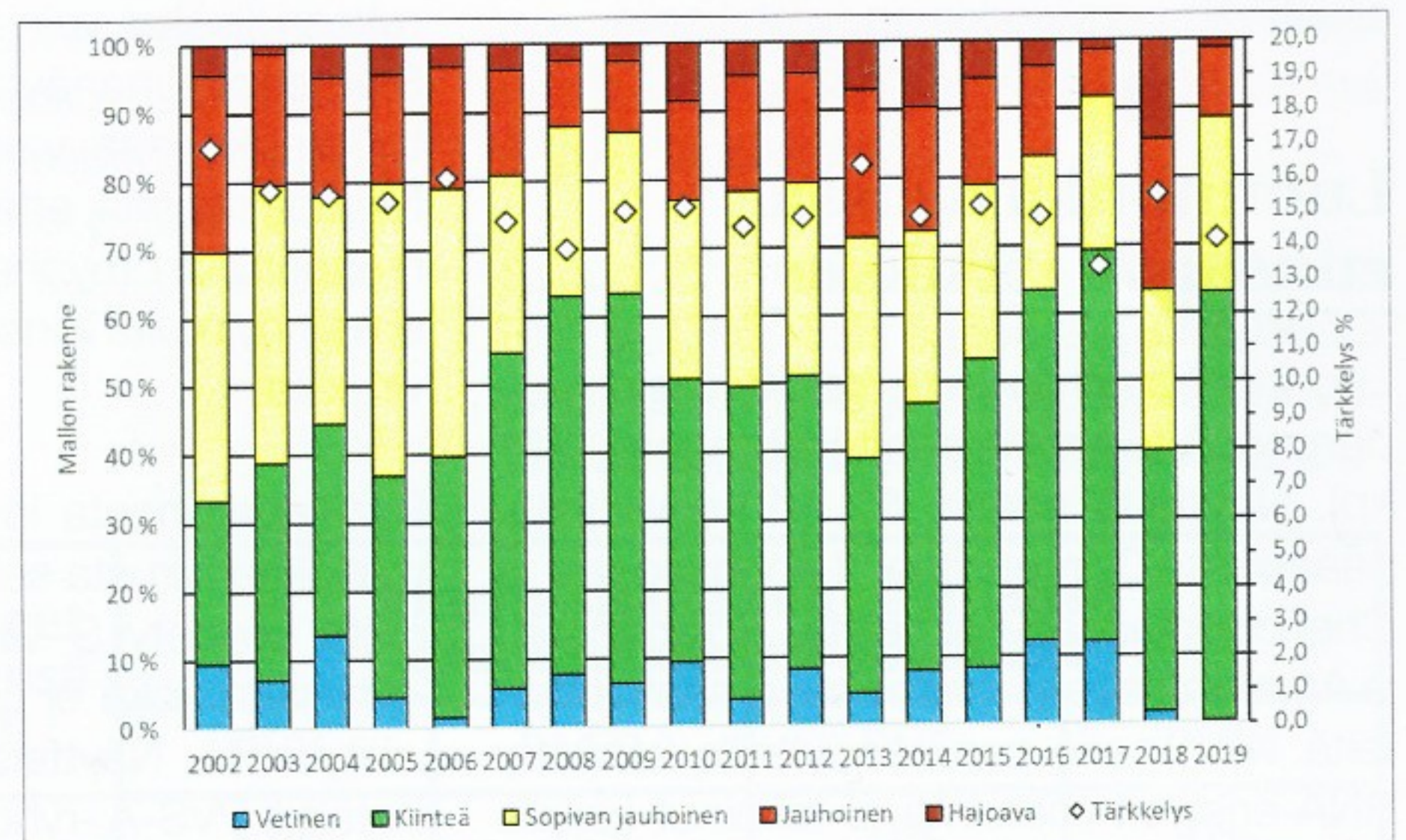
Kaksikymmentä vuotta myöhemmin vanhat jauhoiset valtalajikkeet ovat vaihtuneet 2-3 prosenttiyksikköä matalamman tärkkelyspitoisuuden ja sen vuoksi kiinteämmän mallon rakenteen omaaviin Melodyn, Marabelin ja Annabellen tyyppisiin lajikkeisiin. Niinpä myös jauhoisten erien osuus kaikis-

ta perunaeristä on vähitellen laskenut noin 40 %:n tasolle. Kuviosta 2 näkyy myös, että tärkkelyspitoisuuden ja jauhoisuuden vuosivaihtelu on suurta.

Lajikkeiden tärkkelyspitoisuus ja sen vaikutus keittolaatuun

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusjakson (2002-2019) aikana suorittettujen tärkkelysmittausten ja keittolaadun määritysten tulokset lajikkeittain, nousevan tärkkelyspitoisuuden mukaisessa järjestyksessä. Mukaan on otettu lajikkeet, joista on tutkittu vähintään 10 erää.

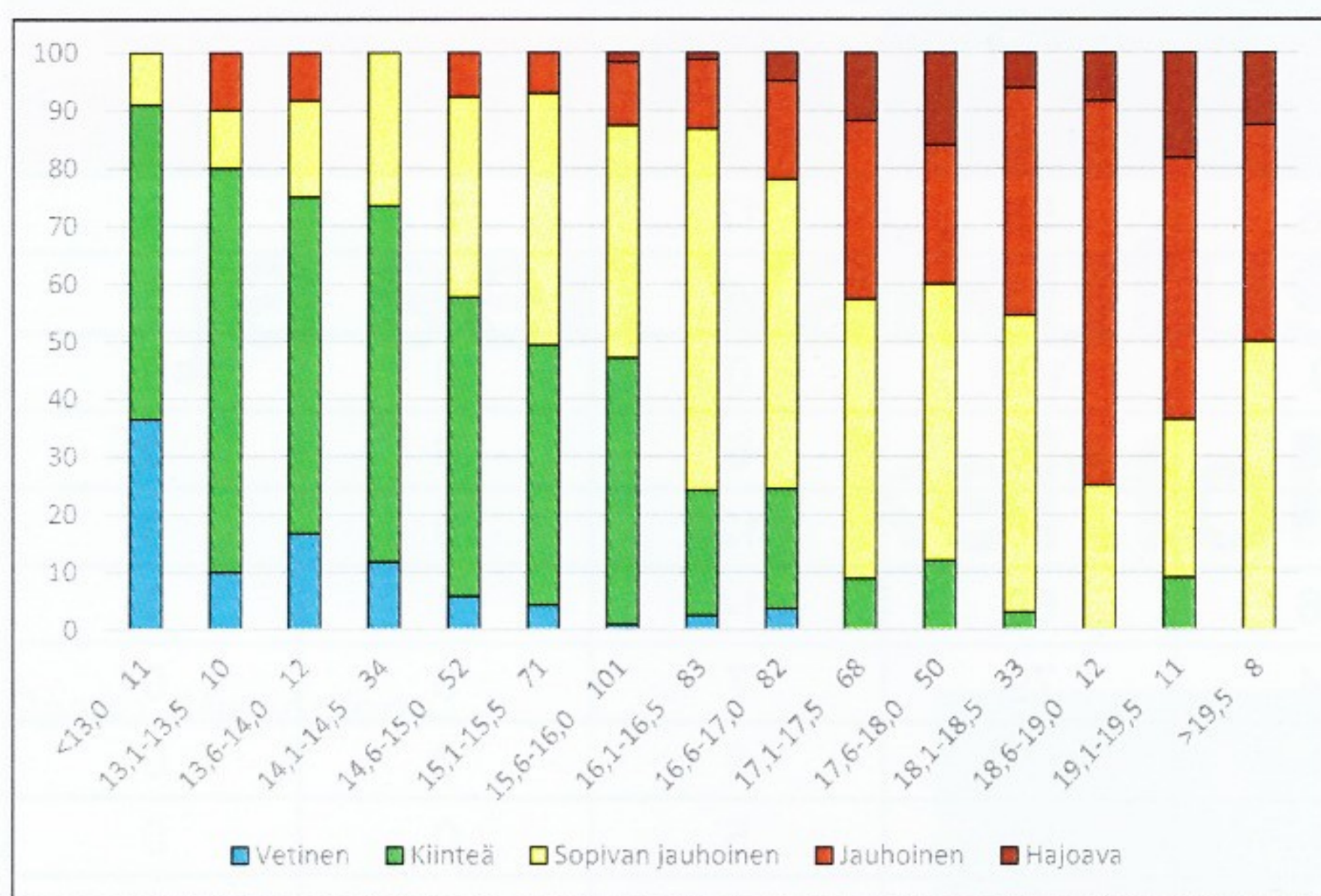
Yksittäisten lajikkeiden keskitärkkelys on vaihdellut Colomban 11,4 %:n ja Puikulan 19,4 %:n välillä. Edellä mainittu keskitärkkelyksen lasku 2000-luvulla näkyy myös tässä taulukossa siten, että vanhat tutut jauhoiset lajikkeet Fontanen tärkkelyspi-



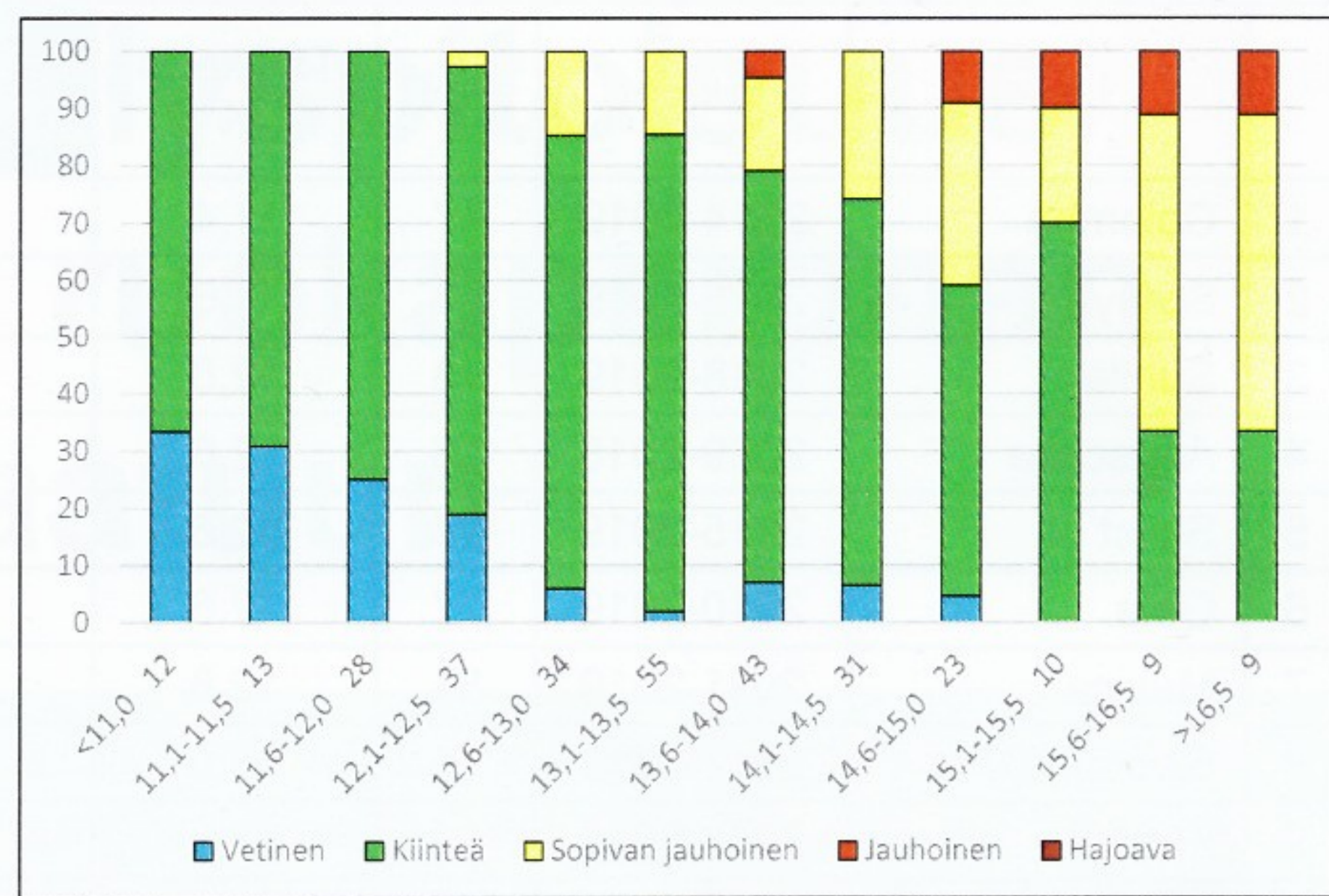
Kuvio 2. Ruokaperunan tärkkelyspitoisuudet ja keitetyn perunan mallon rakenne eri vuosina Potwellin keittokokeissa vuosina 2002-2019

	Lajike	Vuodet	Kpl	Tärkkelys %	Vetiset %	Kiinteät %	Sopivan jauhoiset %	Jauhoiset %	Hajoavat %
1	Colomba	2014-2019	47	11,4	26	55	17	2	0
2	Soraya	2016-2019	23	11,6	13	83	4	0	0
3	Sunita	2018-2019	13	12,0	0	100	0	0	0
4	Anuschka	2009-2018	16	12,6	38	56	6	0	0
5	Solist	2015-2019	28	12,6	50	38	12	0	0
6	Gala	2010-2019	77	12,6	16	69	14	1	0
7	Musica	2011-2019	81	12,8	14	79	7	0	0
8	Georgina	2017-2019	10	13,0	0	100	0	0	0
9	Faxe	2013-2019	22	13,0	4	91	5	0	0
10	Lady Christl	2002-2009	26	13,1	8	88	4	0	0
11	Rikea	2002-2016	78	13,1	32	62	4	1	1
12	Lady Felicia	2003-2019	95	13,3	5	50	35	10	0
13	Marabel	2008-2019	211	13,3	9	86	6	0	0
14	Melody	2006-2019	304	13,4	10	71	16	3	0
15	Belana	2009-2019	52	13,5	17	79	4	0	0
16	Annabelle	2010-2019	37	13,6	5	92	3	0	0
17	Inova	2006-2019	391	13,7	15	79	5	1	0
18	Saline	2009-2015	12	13,8	0	67	33	0	0
19	Noblesse	2015-2019	30	13,8	0	87	13	0	0
20	Victoria	2003-2014	135	13,8	21	63	13	2	1
21	Jelly	2012-2019	90	13,9	12	79	8	1	0
22	Eveliina	2009-2015	18	14,0	6	22	50	22	0
23	Venla	2002-2008	22	14,0	18	82	0	0	0
24	Velox	2004-2014	68	14,4	6	70	24	0	0
25	Excellency	2012-2016	17	14,5	6	35	29	18	12
26	Folva	2008-2019	72	14,5	4	59	33	4	0
27	Hanna	2016-2019	18	14,5	6	44	33	17	0
28	Salinero	2016-2019	10	14,6	0	50	50	0	0
29	Nicola	2002-2019	279	14,7	14	83	2	1	0
30	Fambo	2002-2015	37	14,8	3	49	40	8	0
31	Asterix	2005-2014	17	15,2	0	76	24	0	0
32	Matilda	2002-2015	231	15,2	3	28	45	23	2
33	Rock	2015-2019	16	15,3	0	25	19	31	25
34	Challenger	2009-2019	126	15,4	2	26	44	25	3
35	Fontane	2007-2019	284	15,6	0	11	50	31	8
36	Felsina	2002-2008	40	15,8	0	20	37	30	13
37	Siikli	2010-2019	40	15,8	2	28	57	13	0
38	Idole	2002-2014	284	15,9	2	20	49	25	4
39	Opera	2007-2014	51	16,0	6	47	45	2	0
40	Van Gogh	2002-2015	639	16,3	4	29	45	17	5
41	Rosamunda	2002-2019	188	16,5	0	11	40	35	14
42	Lady Claire	2002-2008	78	17,0	0	22	55	23	0
43	Afra	2008-2019	643	17,0	0	10	40	37	13
44	Sabina	2002-2007	48	17,7	2	8	42	48	0
45	Pito	2002-2012	30	19,2	0	10	20	37	33
46	Puikula	2002-2019	99	19,4	0	3	11	36	50

Taulukko 1. Perunalajikkeiden keskitärkkelys ja keitetyn perunan mallon rakenne (värikoodi) Potwellin keittokokeissa vuosina 2002-2019



Kuvio 3. Van Goghin keitetyn perunan mallon rakenne eri tärkkelyspitoisuuksilla Potwellin keittokokeissa vuosina 2002-2015



Kuvio 4. Melodyn keitetyn perunan mallon rakenne eri tärkkelyspitoisuuksilla Potwellin keittokokeissa vuosina 2006-2019

toisuudesta eteenpäin ovat lähes hävinneet viljelystä ja korvautuneet yhdellä lajikkeella, Afralla. Vanhoista lajikkeista vain "erikoislajikkeet" Rosamunda ja Puikula ovat säilyneet. Toisaalta useimpien uusien isoiksi kasvaneiden tai kasvussa olevien lajikkeiden tärkkelyspitoisuus on 13-14 prosenttia.

Taulukosta 1 näkyy myös, miten lajikkeiden nousevalla keskitärkkelyksellä on yhteys keitetyn perunan mallon rakenteeseen. Taulukon alkupään matalatärkkelyksisillä lajikkeilla on vain niukasti muuhun kuin vihreään väriin meneviä eriä, kun taulukon loppupäässä vallitsevat värit ovat keltainen ja punainen.

Aina 14,5 %:n tärkkelyspitoisuuteen asti kaikki lajikkeet paria lukuun ottamatta voisi pakata ilman mitään testejä vihreään väriin ja ne olisivat vähintään 80 prosentin todennäköisyydellä oikeassa värissä. Kaupassa näitä lajikkeita näkee kuitenkin säännöllisesti keltaisessa pussissa ja joskus joitakin niistä mainostetaan oikein kylttien kanssa jopa punaiseen keittoväriin sopivina muusiperunoina.

jauhoisuudella. Toinen tärkeä havainto on, että samallakin tärkkelyspitoisuudella yksittäisten erien jauhoisuus voi vaihdella suuresti, kiinteämaltoisesta pahoin keitossa hajoavaan. Siitä voi helposti päätellä, että perunassa on muitakin keitetyn perunan mallon rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä kuin tärkkelyspitoisuus (katso tietoruutu). Van Goghin keittolaatukuvio myös kertoo, miten huonosti osuu kohdalleen, jos valitsee keittoväriin pelkästään lajikenimen perusteella, ilman että tekee yksittäiselle erälle keittokokeen.

Van Gogh ja Melodyn (kuvio 4) keittolaatukuvioita vertaamalla näkee konkreettisesti, miten voimakkaasti keittolaatu on siirtynyt kiinteämpään, vihreään suuntaan. Muutoksella on kaksi moottoria. Toisaalta useimmat eurooppalaisilta jalostuslaitoksilta tulevat uudet lajikkeet ovat tärkkelyspitoisuudeltaan ja jauhoisuudeltaan mieluummin Melodyn kuin Van Gogh tapaisia. Toisaalta perunan käyttötapa on meilläkin muuttumassa. Perinteinen tapa, keitetyt perunat jauhoisesta lajikkeesta, johon karjalanpaistin neste niin ihanasti imeytyy, on

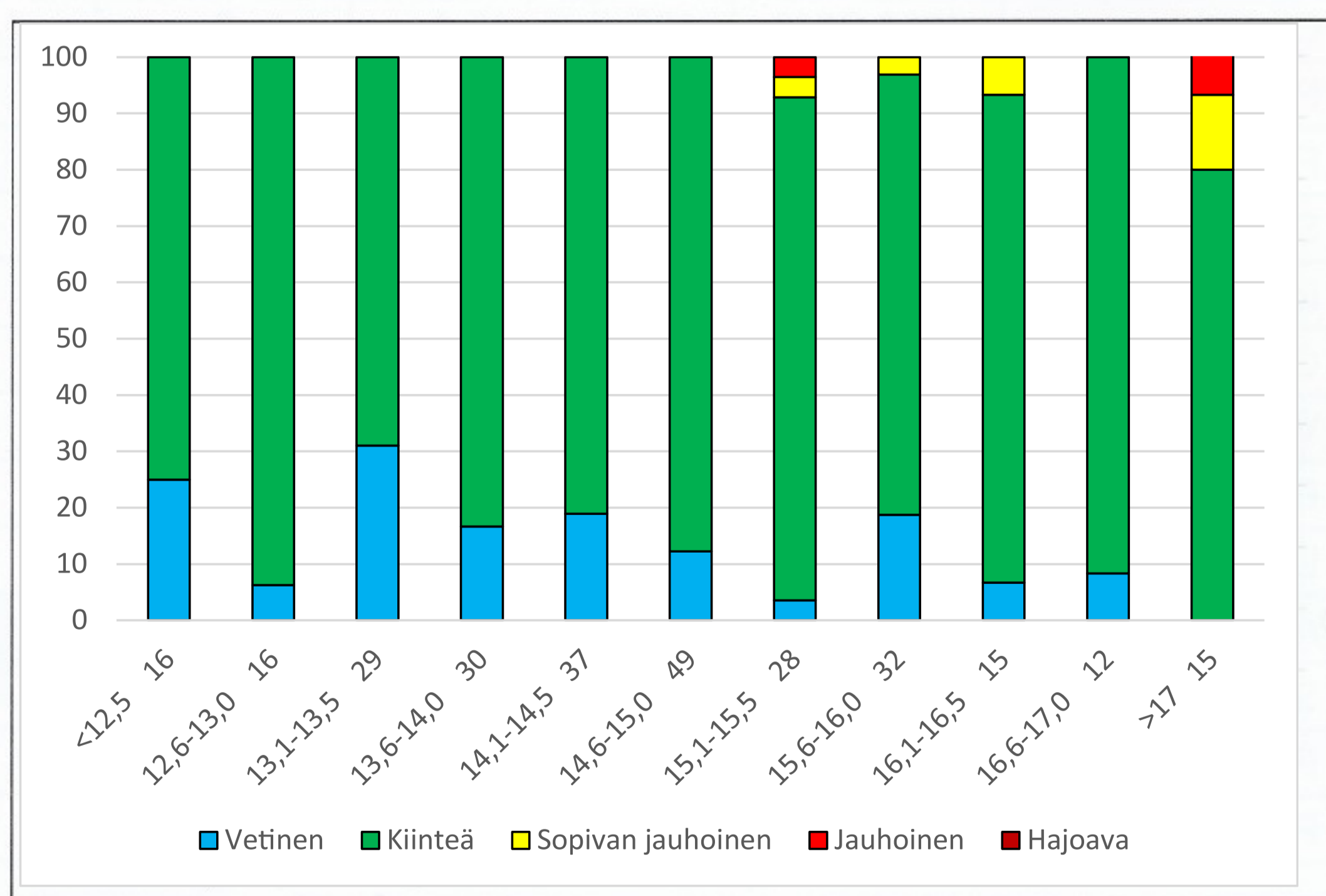
saanut väistyä uusien ja nuorekkaampien perunan käyttötapojen tieltä. Huippukokitkin ovat sulkeneet perunan moneen taipuvana raaka-aineena uudelleen suosionsa. Googlaamalla tai jostakin Pinterestistä löytyy nykyään niin valtava määrä erilaisia perunaruokia, että niitä kaikkia tuskin ehtisi elinaikanaan kokeilemaan. Omat perunareseptini löytyvät täältä: www.pinterest.com/netperch/potato

Vaikka Melodyn keittolaatukuvio onkin niin paljon "vihreämpi" kuin Van Gogh, ero ei kuitenkaan johdu siitä, että niiden keitetyn perunan mallon rakenne eroaisi juurikaan toisistaan, vaan pelkästään siitä, että niiden keskitärkkelys on niin erilainen. Nimittäin, jos vertaa niiden keittolaatua kuvaavia väripylväitä samalla tärkkelyspitoisuudella, esimerkiksi välillä 14,6-15,0 %, huomaa, että ovat lähes identtisiä. Ne siis eroavat toisistaan tärkkelyksen muodostuksessa, mutta eivät juurikaan keitetyn perunan mallon rakenteen puolesta. Suurin osa viljelyssä olevista ruokaperunalajikkeista toimii suunnilleen tällä samalla tavalla.

Yksittäisen lajikkeen erien tärkkelyspitoisuuden ja jauhoisuuden vaihtelu

Yksittäisten lajikkeiden sisäinen tärkkelyspitoisuuden vaihtelu on kuvion 3 Van Gogh tavoitin voimakasta. Eniten Van Goghin eriä on tietenkin sen keskitärkkelyksen (16,3 %) tienoilla, mutta joukosta löytyy myös eriä, joiden tärkkelyspitoisuus on jäänyt alle 13 prosenttiin tai noussut jopa 20 prosentin tienoille. Syynä suureen vaihteluun on kasvuolosuhteidemme epätasaisuus ja se koskee samalla tavalla kaikkia viljelyssä olevia lajikkeita.

Van Goghin keitetyn perunan mallon rakenne reagoi tärkkelyspitoisuuden nousuun varsin suoraviivaisesti lisääntyvällä



Kuvio 5. Nicol'n keitetyn perunan mallon rakenne eri tärkkelyspitoisuuksilla Potwellin keittokokeissa vuosina 2002-2019

Tapaus Nicola

Poikkeukset vahvistavat aina säännön. Niinpä meillä on Nicola-lajike, jonka jauhoisuus ei lisäännä käytännöllisesti katsoen lainkaan tärkkelyspitoisuuden noustessa (kuvio 5). Sen solukossa on ilmeisesti joku erityisen voimakas soluja koossa pitävä voima (katso tietoruutu). Tämä tekijä on selvästikin periytyvä, koska se esiintyy melko samanlaisena useassa Nicola-taustaisessa kiinteämaltoisessa lajikkeessa, mm. Inovas-
sa, Annabellessa, Jazzysa ja Cecilessä.

Lopuksi

Suomalaisen ruokaperunan tärkkelyspitoisuus vaihtelee siis laajoissa rajoissa noin 10 ja 20 prosentin välillä. Vaihtelu syntyy viljelyssä käytettävien lajikkeiden perinnöllisistä eroista tärkkelyksen muodostuksessa ja vuoden ja kasvupaikan aiheuttamista olosuhdevaihteluista. Yksittäisen perunaerän keitetyn perunan mallon rakenne riippuu keskeisesti sen tärkkelyspitoisuudesta. Varsinkin lajikkeiden, joiden keskitärkkelys nousee yli 14,5 prosenttiin, yksittäisen erän

värikoodi pitäisi määrittää keittokokeella. Muuten värikoodin valinta on lähinnä arpeliä. Lajikkeet, joiden keskitärkkelys jää alle 14,5 %:n, voisi aivan hyvin pakata aina vihreään väriin. Ne olisivat silloin yli 80 %:n todennäköisyydellä oikean värisessä pussissa.

Paavo Ahvenniemi on perunan tutkija emeritus, joka tuottaa aktiivisesti neuvonnallista sisältöä perunasta useisiin kanaviin.

Tärkkelyksen muodostus

Perunan kehossa Etelä-Amerikan Andeilla villiperuna selviytyi kasvukaudesta seuraavaan maahan hautautuneena. Energian lähteenä lepoaikanaan maassa ja uuteen kasvuun lähtiessään se käyttää mukuloihin edellisellä kasvukaudella varastoitunutta tärkkelystä.

Perunakasvi sitoo lehden solujen viherhiukkasissa ns. yhteyttämisen auringon energiaa kemialliseen muotoon. Yhteyttämisen lopputuote on makea monosakkaridi, glukoosi. Osa glukoosista muuntuu lehdissä fruktoosiksi, toiseksi monosakkaridiksi ja glukoosi- ja fruktoosimolekyylit yhdistyvät disakkaridiksi, jota kutsutaan sukroosiksi eli ruokosokeriksi.

Sukroosi siirtyy lehdistä kasvin johtojänteiden nilassa varsien ja maavarsien kautta mukulaan, jonka johtojännekehän kahden puolen parenkyymisolukon sekaan hajalleen nilaputket päätyvät. Sukroosi jatkaa vielä jonkin matkaa lateraalisesti ns. plasmodesmejä pitkin kunnes se päättyy jonkun solun solulimassa sijaitsevan tärkkelysylväsen tykö.

Tärkkelysylväsen reunalla sakkaroosi hajoaa uudelleen entsyymaattisesti glukoosiksi ja fruktoosiksi, fruktoosi muuntuu glukooksiksi ja glukoosimolekyyleistä rakentuu kahta eri tyyppiä olevia tärkkelysketjuja, joko pitkiä suoria (amyloosia) tai haaroittuneita (amylopektiiniä). Perunatärkkelyksestä noin kolme neljäsosaa on amylopektiiniä, loput amyloosia.

Solun tärkkelyspitoisuus voi vaihdella kymmenen ja kahdenkymmenen prosentin välillä. Sen sijaan solun muu kuiva-aine, joka koostuu pääasiassa soluseiniä selluloosasta, pysyy suhteellisen vakiona noin kuudessa prosentissa mukulan painosta. Tärkkelysylvästen koko ja määrä vaihtelee jonkin verran eri lajikkeiden ja mukulan eri osien välillä. Eniten tärkkelystä on johtojännekehän kahden puolen sijaitsevassa solukossa, luonnollisesti siksi, että sukroosia mukulaan tuova johtosolukko päättyy sinne, ja vähiten mukulan keskustassa.

Kasvukausien välissä, Andeilla maassa ja Suomessa perunavarastossa, peruna käyttää tärkkelysylväsiin varastoitunutta energiaa ns. soluhengitykseen, eli erilaisiin solun elintoimintoihin. Sitä tarkoitusta varten tärkkelystä hajoaa tasaiseen tahtiin tärkkelysylväsistä takaisin glukoosiksi, joka muuntuu mitokondrioissa, solujen moottoreissa, ATP:ksi, kemialliseksi energiaksi, jota soveltuu solun eri elintoimintojen pyörittämiseen.

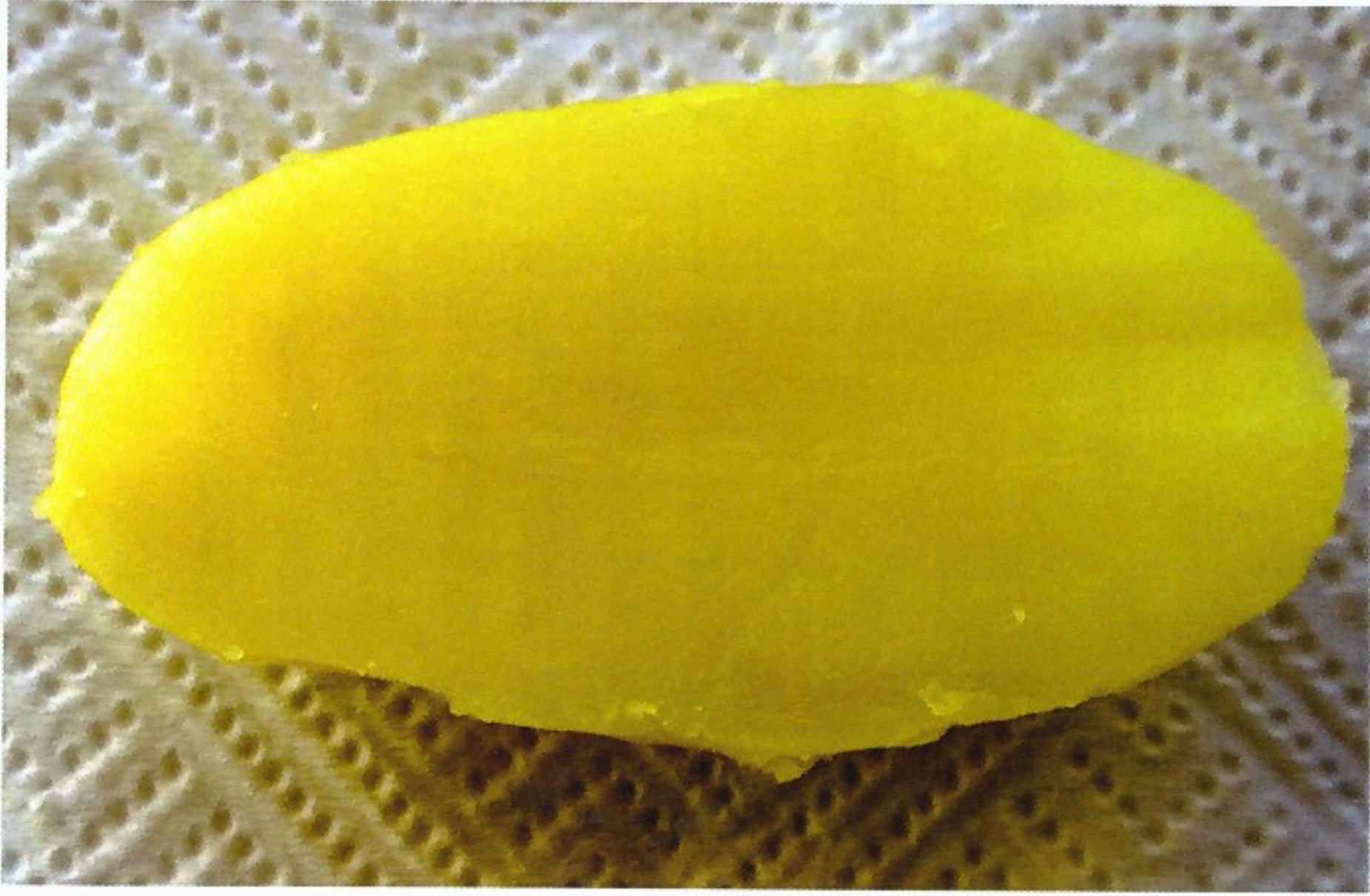
Mitä perunan keitossa tapahtuu?

Kun perunaa kuumennetaan, sen solujen vakuolien soluneste, joka koostuu vedestä ja erinäisistä ioneista ja kemiallisista yhdisteistä, kiehuu ja vesimolekyylin liike rikkoo kaikki erilaiset solun kalvot. Tärkkelysylvästä ympäröivän kalvon rikkoutumisen seurauksena vesi pääsee tunkeutumaan tärkkelyksen sekaan, jolloin se liisteröityy. Liisteröitymisessä tärkkelys menettää alkuperäisen kiteisen rakenteensa palautumattomasti. Samalla tärkkelyksen tilavuus kasvaa voimakkaasti.

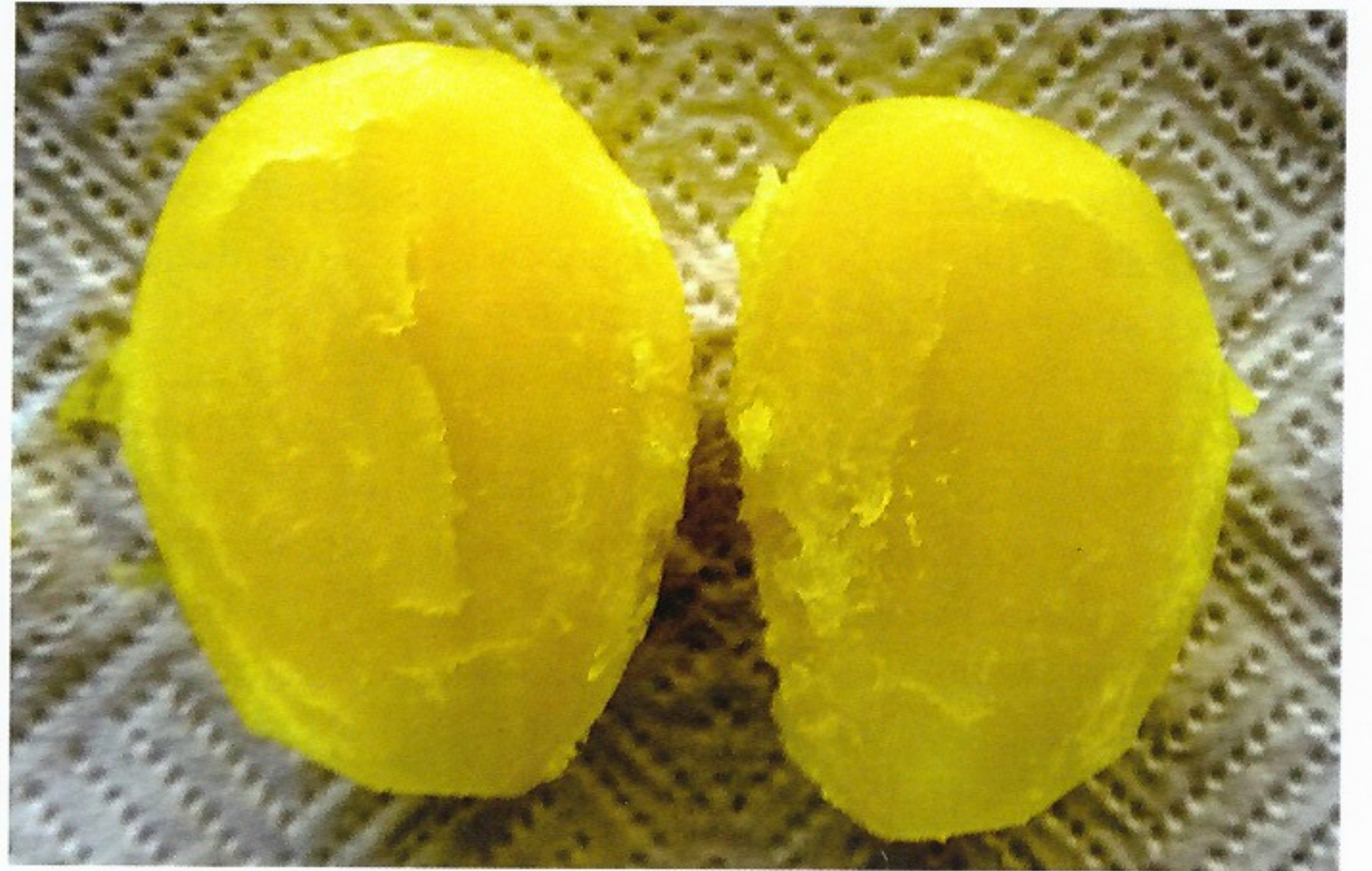
Paisunut tärkkelysgeeli täyttää koko solun ja sen soluseiniin kohdistama paine pyöristää soluja niin, että ne ratkeavat osittain tai kokonaan irti toisistaan soluvälejä myöten. Keitetyn perunan mallon rakenne, "jauhoisuus", onkin juuri sen seurausta, miten paljon solut irtaavat toisistaan tämän tärkkelyksen paisumisen seurauksena perunaa kuumennettaessa. Mitä enemmän soluissa on tärkkelystä, sitä voimakkaampi tärkkelysgeelin paine soluseiniä vasten on ja sitä enemmän ne irtaantuvat toisistaan.



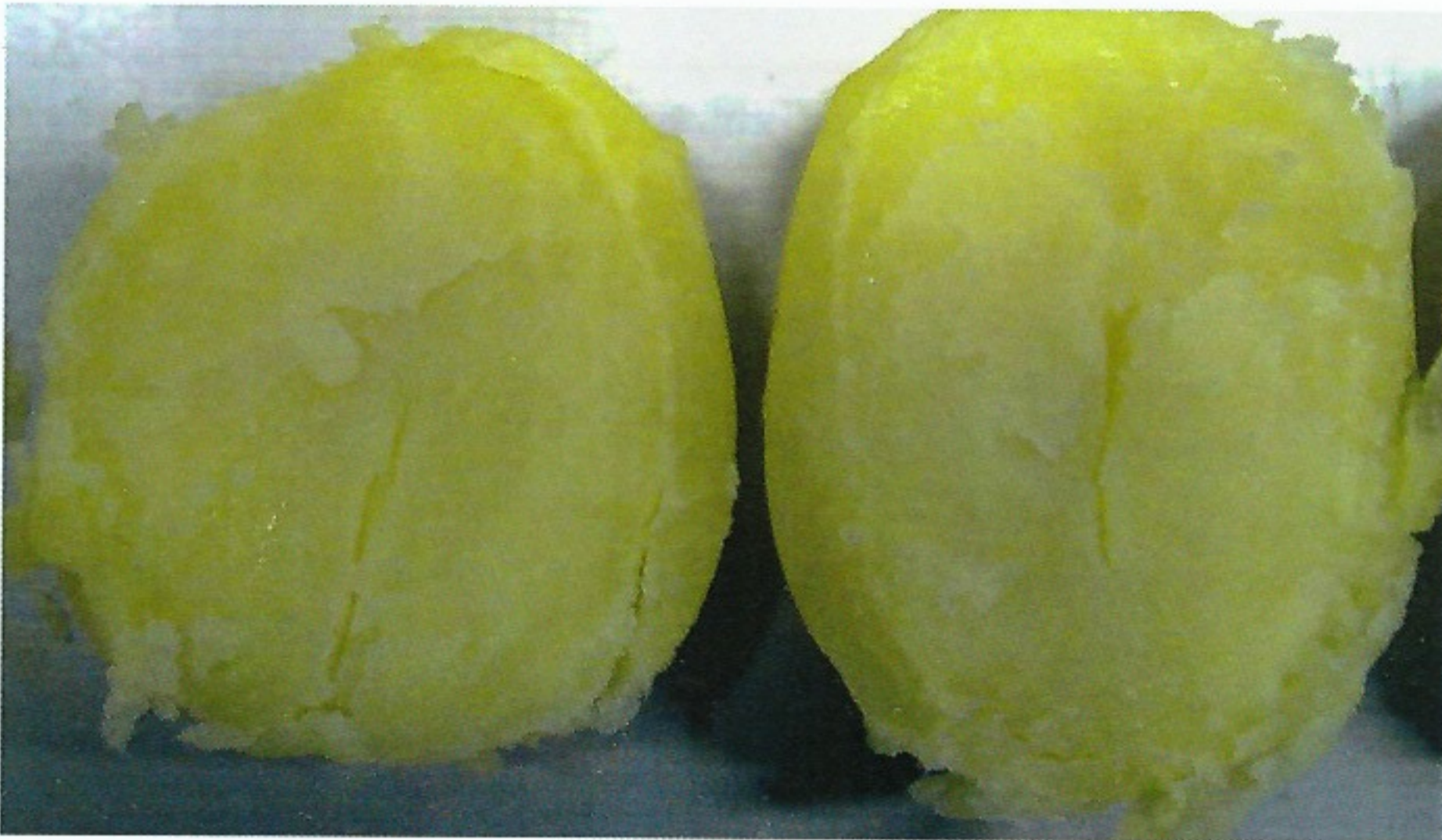
Kuva 1. Vetinen peruna (sininen väri keittolaatukuvioidissa)



Kuva 2. Kiinteämaltoinen peruna (vihreä väri)



Kuva 3. Sopivan jauhoinen peruna (keltainen väri)



Kuva 4. Jauhoinen peruna (punainen väri)



Kuva 5. Hajonnut peruna (tummanpunainen väri)

Tällä tärkkelysgeelin soluja pyöristävällä voimalla on erinäisiä "vastavoimia", jotka joko pyrkivät pitämään soluja koossa tai heikentävät tärkkelyksen liisteröitymistä. Tärkein soluja koossa pitävä voima on soluja toisiinsa liimaava ns. välilamelli, joka koostuu pektiinihappoketjuista, joita kalsiumionit lisäksi sitovat toisiinsa. Myös soluseinien jäykkyydellä saattaa olla jokin merkitys tässä yhteydessä.

Toisen vastavoiman muodostavat kaikki tärkkelyksen turpoamiskykyyn vaikuttavat tekijät, kuten tärkkelysjuvästen koko ja niiden amyloosin ja amylopektiinin suhde ja molekyylikoko ja tärkkelysjuväsiin sitoutuneiden muiden ainesosien kuten lipidi- en ja fosfaattien pitoisuus. Lisäksi solunesteen erilaiset ionit ja kemialliset yhdisteet voivat vaikuttaa liisteröitymiseen.

Nämä ns. vastavoimat ovat ainakin osittain perinnöllisiä (vrt. Nicola), mutta myös olosuhteet vaikuttavat niihin (vrt. esim. Van Goghin yksittäisten keittolaatupylväiden väriskaalat). Viljelytoimin niihin pystyy vaikuttamaan vain vähän, lähinnä vain kalkin lisäämisellä perunoiden välittömään läheisyyteen, joka saattaa voimistaa välilamellia.

Jos solujen veden ja tärkkelyksen määrä on sopivassa tasapainossa, tärkkelys imee liisteröityessään kaiken irtaimen veden itseensä, mutta tärkkelysgeelin paisuminen ei riitä solujen erottamiseen toisistaan. Tuloksena on tyypillinen kiinteä, ehkä hieman tarttuva leikkauspinta (kuva 2). Mukulan solujen tärkkelyspitoisuus on korkeimmillaan johtojännekehän seuduilla ja siellä on yleensä näkyvissä halkaistussa mukulassa ensimmäiset jauhoisuuden merkit (kuva 3). Kun tärkkelyspitoisuus kohoaa riittävän korkeaksi, koko johtojännekehän seudun solukko näyttää jauhoiselta ja muuta maltoa vaaleampia alueita alkaa näkyä myös mukulan sisäosissa (kuva 4), tai malto hajoaa kokonaan palasiksi ja yksittäisiksi soluiksi (kuva 5)

Mukulan keskustan tärkkelyspitoisuus on yleensä muuta mukulaa matalampi ja siellä tärkkelyksen määrä voi jäädä niin pieneksi, että se ei pysty imemään itseensä kaikkea solunestettä. Siksi keittämisen jälkeen halkaistu peruna on herkästi vetinen juuri keskeltä. Jos koko mukulan tärkkelyspitoisuus jää kovin matalaksi, ylimääräistä nestettä jää lillumaan koko soluksoon ja halkaisupinta on kauttaaltaan märkä ja mössöinen (kuva 1).