

LEDENE ROŽE NA HACQUETOVEM OKNU

Stanislav JUŽNIČ*

Izvleček

Preučili smo Hacquetovo raziskovanje ledenih rož. Ocenili smo njegov prispevek k razvoju kristalografije na Kranjskem in ga primerjali z odkritji v tedanji Evropi.

Abstract

Hacquet's research of the ice frostwork is dealt with. His work is compared with the development in Carniola, the Habsburg monarchy and major centres of Europe.

Ključne besede: Hacquet, kristalografija, ledene rože, Idrija, Ljubljana, Lviv

Keywords: Hacquet, crystallography, frostwork, Idrija, Ljubljana, Lviv

1. UVOD

Johannes Kepler (1571–1630) je utemeljil raziskovanje ledu v Habsburški monarhiji z opisom novoletnih snežink nad zlato Prago. V naslednjih generacijah so na jezuitskih višjih šolah kristale omenjali le v uvodnih poglavjih fizike ob agregatnih stanjih in pri sklepnih poglavjih o optiki. Razmere je izboljšal šele ukaz Marije Terezije in pa splošni predpisi iz leta 1753, ki so mineralogijo skupaj z zoologijo in botaniko uvrstili med zaključna poglavja fizike v drugem letniku ljubljanskega višjega študijskega programa.

2. KRISTALI NA VIŠJIH ŠTUDIJIH V LJUBLJANI

Dolgoletni ljubljanski profesor matematike Bernard Ferdinand Erberg (1718–1773) je po terezijanskih reformah v študijskem letu 1753/54 prvi poučeval fiziko in z njo mineralogijo. Postal je prvi

kustos »fizikalno-matematičnega muzeja« v Ljubljani in naročil enainpetdeset novih naprav za poskuse. Med temi ni naštel kristalov, čeprav je nabavil štiri mikroskope za njihovo preučevanje. Prvega med popisanimi mikroskopi je leta 1693 zasnoval Anglež James Marshall (1663–1725), po njegovi smrti pa ga je sestavil Edmund Culpeper (1670–1738). Bil je eden prvih sestavljenih mikroskopov, ki je s tremi lečami zmogel stokratno povečavo. Erbergov primerek je uporabljal posebne priprave za spremembo naklona cevi in dvigovanje opazovane podlage. Kupil je še mikroskop za projiciranje sončnih žarkov skozi vzorec in leče na oddaljen zaslon. Projekcija povečane slike vzorca je bila novost v tedanji optiki, ki so jo uporabljali za demonstracije pri pouku. Navadno so uporabljali mikroskop na vijak, ki ga je Anglež James Wilson (1665–1730) sestavil leta 1702. Sončev mikroskop za opazovanje neprozornih vzorcev je Leonhard Euler prvič opisal šele leta 1753. Erberg je nabavil tudi večji in manjši ročni mikroskop.

V času ustanavljanja fizikalno-matematičnega muzeja v Ljubljani je prišel Giovanni Antonio Sco-

* SI-1336 Vas, Fara 2. E-pošta: juznic@hotmail.com

poli (1723–1788) za rudniškega zdravnika v Idrijo in tam sestavljal prvo urejeno zbirko mineralov. Z zbiranjem je nadaljeval Hacquet. Pri razvrščanju več kot sto različnih kristalov je v svojem kabinetu upošteval dognanja Ignaza Borna (1742–1791), Rudolpha Augustina Vogela (1724–1774), Scopolija in Ferberja (Hacquet 1777a: 57, 58, 64, 68, 75, 79). Šved Johann Jacob Ferber (1743–1790) se je pri zbiranju podatkov za svojo knjigo o idrijskem rudniku srečal s Hacquetom, vendar ga ni maral in njegovih del ni cenil (Siemion 1996: 96, 102, 120).

Po letu 1773 so pri pouku na ljubljanskem liceju uporabljali Hacquetove mineraloške in geološke zbirke. Hacquet jih je razkazoval pomembnim sodobnikom: leta 1782 poznejšemu ruskemu carju Pavlu I., nadvojvodinji Marijani, papežu Piju VI. in cesarju Jožefu II. leta 1784. Zbrano gradivo je ob selitvi v Lviv leta 1787 odpeljal s seboj v Galicijo in ga končno prodal krakovski univerzi (Pintar 1926, I (2): 284).

Pod vplivom reform Gerharda van Swieten (1700–1772) je Erberg naročal številne matematične in eksperimentalne knjige nizozemskih avtorjev. Leta 1754 je dal v Ljubljani ponatisniti četrto stoletja stare poskuse z magneti Nizozemca Pietera van Musschenbroeka (1692–1761), nekdanjega van Swietenovega učitelja na univerzi v Leydenu. V knjigo je dal vezati teze za izpit, kjer je trdne snovi razdelil v štiri razrede: kristalne snovi, mavec, stekla in glin (Erberg 1754: teze 46–48). Istega leta je za knjižnico jezuitskega kolegija nabavil številna druga Musschenbroekova dela.

Po Musschenbroeku se kristal ne stali zaradi dovedene toplote. Taljenje povzročajo delci atmosfere, ki se zmešajo s kristali in med svojevrstno fermentacijo odvedejo toploto v pore. Večina tedanjih naravoslovcev in matematikov se je izobrazila na medicinskih fakultetah, zato so radi iskali podobnosti med fermentacijo in življenjskimi procesi.

Ljubljanski profesor fizike Inocenc Taufferer (1722–1794) je dal leta 1760 ob svojih izpitnih tezah natisniti prevod petintrideset let stare Mairanove (1678–1771) meteorologije. Leta 1758 so v Ljubljani nabavili šest let star nemški prevod Mairanove knjige o ledu.

Mairan je med svoje predhodnike pri raziskovanju snežink štel Erazma Bartholina (1625–1698) (Mairan 1752, I: 130, 243) z univerze v Kopenhagenu. Knjige E. Bartholina in njegovega brata Thomasa (1616–1680) je knjigarnar Janez Krstnik Mayr (1634–1708) prodajal v Ljubljani že leta 1678, skoraj sto let pred Hacquetovim prihodom.

Mairan je opisal glavne pojavne oblike ledu

(Mairan 1752, 2: 83). Na petih slikah je predstavil tvorbe ivja in ledu, različne kristale, oblike snežink, nastajanje ledu ter model vrtnca.

Po Tauffererjevem mnenju nastajajo podzemni minerali iz toka raznih kovin, polkovin in tekočin. Njihove molekule naj bi se izločale in mešale zaradi toplote podzemnih ognjev ob izbruhih lave. Tedanji »kemični element« in »molekula« nista bila enaka poznejšim idejam Francoza Antoina Laurenta Lavoisiera (1743–1794), ki je v prvi tabeli triintridesetih enostavnih tvarin naštel sedemnajst kovin. K polkovinam so šteli živo srebro, antimon, bizmut in cink, ki jih ni bilo mogoče zlahka kovati zaradi nizkih tališč.

Mairanov prijatelj Bošković je gostoval pri ljubljanskih jezuitih 9. in 10. 3. 1758; zato je v naslednjih letih na ljubljanskem kolegiju prevladala njegova fizika. Opisal je trdne snovi, sestavljene iz piramid in prizem s trikotno ali kvadratno osnovo, delce soli, ledu ter »zvezde snega« (Bošković 1974: XXXIV, 166, 191, 195, 198–200).

Ljubljanski profesor matematike Janez Krstnik Schöttl (1724–1777) je leta 1763 na predavanjih v dunajskem Terezijanišču delil kamne med kamnine, minerale in fosile. Njegove kamnine danes imenujemo kemične elemente. Študentje Janezovega sorodnika, ljubljanskega profesorja splošne in posebne fizike Gregorja Schöttla (1732–1777), so morali na končnem izpitu povedati: »*Katere vrste teles topi voda? Ali je vodo mogoče pretvoriti v zemljo? Katere so lastnosti zemlje?*« (Schöttl 1771: teza 3). Naziva zemlja in voda sta označevala trdno oziroma kapljevinsko agregatno stanje, zato so študentje ob teh vprašanih morali razmišljati o faznih prehodih in raztopinah.

Schöttl tudi študentov naslednjega letnika ni odslovil brez kristalografije. Pri končnem izpitu so opisali homogeno kristalno strukturo (Schöttl 1772: teza 35) in z razlikami v sestavi pojasnjevali optične lastnosti snovi: »*Presojna telesa nimajo v vseh delih pravilno postavljenih por; vendar se tkivo teles ponavlja; zato se sile, ko vplivajo na svetlobo, kažejo kot homogene.*« Schöttlov opis periodičnega tkiva je bil zametek ideje kristalne mreže Renéja Justa Haüy (1743–1822).

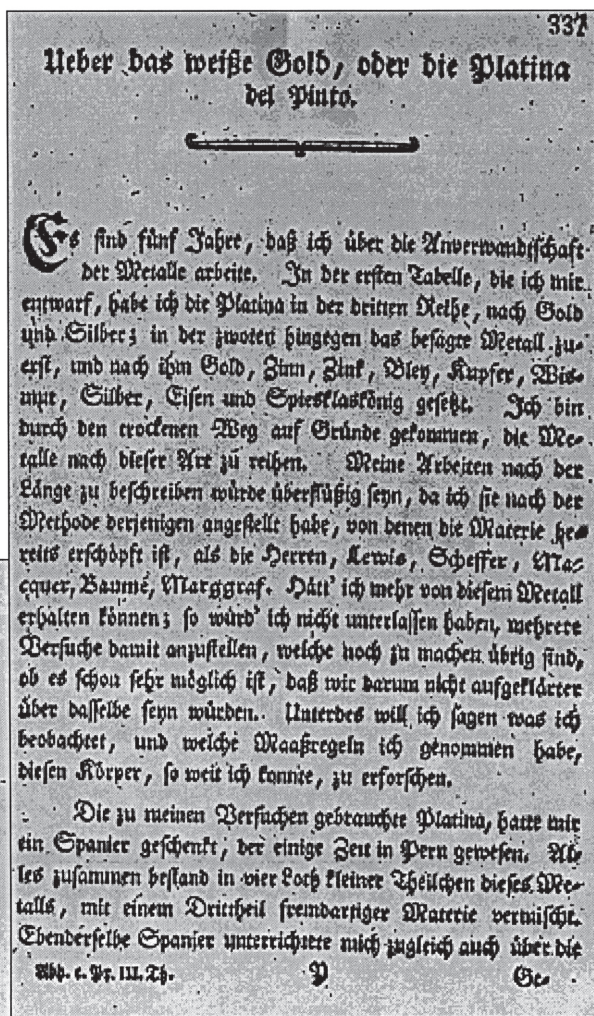
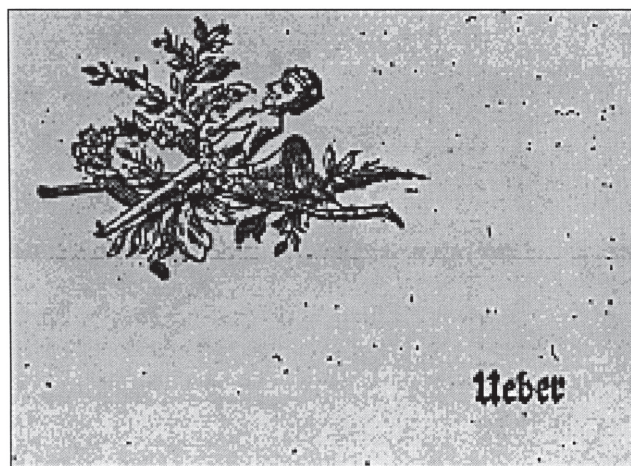
Poleg Hacqueta je največ kristalografskih del med ljubljanskimi profesorji objavil jezuit Gottlieb Leopold Biwald (1731–1805). Oba sta objavljala o kristalih predvsem po odhodu iz Ljubljane, Hacquet v Galiciji, Biwald v Gradcu. Biwald se je zanimal za rastline, zato je prijateljaval z Linnéjem in Franzom Ksaverjem Wulfenom (1728–1805), prvim predavateljem Newtonove fizike v Ljubljani. Linné

je leta 1735 predlagal razvrščanje kristalov po številu ploskev. Njegove ideje je Erberg upošteval pri predavanjih na ljubljanskih višjih študijih, Hacquet pa ob opisu hribov med Triglavom in Grossglocknerjem (Hacquet 1784: 20).

Leta 1771 je Biwald svoje izpitne teze ponatisnil ob prevodu razprave zdravnika Williama Lewisa (1714–1781), avtorja pomembnih knjig o kemiji. Biwald je teorijo ledu in zmrzovanja povzel po de Mairanu (Biwald 1771: tezi 32, 33). Dve leti pozneje je iz francoščine v nemščino prevedel poskuse s platino, ki jih je Hacquetov prijatelj Andreas Sigismund Marggraf (Margraff, 1709–1782) objavil pri berlinski akademiji. Leta 1557 je francoski zdravnik italijanskega rodu Julius Caesar Scaliger (Giulio Cesare Scaligeri, 1484–1558) Evropejcem prvič opisal kovinske značilnosti platine. Leta 1748 je njegove ugotovitve dopolnil Antonio de Ulloa (1719–1795), španski udeleženec odprave pariške akademije za meritev perujskega poldnevnikarja; leta je našel zrna platine v ilovici na bregovih reke Pinto, pritoka San Juana v današnji Kolumbiji. Raziskovanja je leta 1750 nadaljeval londonski zdravnik Sir William Watson (1715–1787), švedski kemik Henrik Theofilus Scheffer leta 1752 in Hacquet v Ljubljani leta 1777. Hacquet je z mikroskopom opazoval štiri majhne kose platine, ki mu jih je španski prijatelj prinesel iz Peruja. Najprej je gledal skozi »dober ročni« mikroskop, vendar je opazil le nepravilne oblike. Zato je uporabil sestavljeni mikroskop, bržkone Marshallov iz licejskega kabineta. Odkril je majhne škrlatne kristale s šestimi stranicami in dvema ostrinama. Rezultate svojih štiri kemičnih poskusov s platino je primerjal z dognanji Lewisa, Marggrafa in pariškega akademika

Pierreja Josepha Macquerja (1718–1784) (Hacquet 1777c: 337, 338, 341, 345, 347; slika 1). Hacquet je na ljubljanskem liceju uporabljal ponatis Macquerjevega slovarja kemije iz leta 1769. Drugo izdajo slovarja je Scopoli pozneje prevedel in izdatno dopolnil. Hacquet ni raziskoval čiste platine, ki jo je šele leta 1789 dobil v Madridu Francoz Pierre-François Chabaneau (1754–1842) (Tišler 2003: 52–53).

Leta 1777 je Biwald svoje izpitne teze vezal ob dve desetletji staro razvrstitev mineralov Šveda Axela Frederika Cronstedta (1722–1765), ki je upoštevala kemično strukturo. Cronstedt je z razpihovanjem dvigoval temperaturo gorenja kristala, da bi iz barve izparin ugotavljal njegove lastnosti. Hacquet je v Ljubljani uporabljal ponatis Cronstedtovega dela, objavljenega v Leipzigu leta 1780 (Hacquet 1784: 7).



Slika 1: Naslovnica Hacquetove razprave o platini z zanimivo ilustracijo (Hacquet 1777c: 337)

3. NENAVADNI LED

Banská Štiavnica (Schemnitz) je bila ob Idriji med najpomembnejšimi rudarskimi središči v monarhiji, z rudarsko šolo, ustanovljeno leta 1735. V Banski Štiavnici so delali vodilni prirodoslovci monarhije, ki so vplivali na Hacquetovo delo.

Med 1734 in 1737 je vodil manjšo jezuitsko skupnost v Banski Štiavnici nekdanji ljubljanski profesor matematike in fizike Sebastian Stainer (1679–1748). Banská Štiavnica je med drugim slovela po tem, da se je na ventilu, skozi katerega je od leta 1755 vpihovala stisnjen zrak rudarska črpalka Josepha Karla Hella (1713–1789), nabirala bela, kompaktna zmrzal. Pojav je od januarja do julija 1758 preučeval Gabriel Jars (1732–1769) iz Lyona; sedem let pozneje je v tekmi za rednega člana pariške akademije premagal prvega kandidata Lavoisiera. Jarsove raziskave so dopolnili Nikolaus Poda von Neuhaus (1723–1798), Darwin leta 1784 in 1788, Tobija Gruber (1744–1806) leta 1791 ter poznejši raziskovalci, ki so nastajanje ledu povezali z Joule-Thomsonovim ohlajanjem. Erasmus Darwin (1731–1802) je bil ded Charlesa Darwina, Tobija pa brat ljubljanskih profesorjev Gabrijela (1740–1805) in Antona Gruberja (1750–1819).

Leta 1764 je Marija Terezija v Banski Štiavnici ustanovila prvo rudarsko visoko šolo v Evropi in jo po šestih letih povišala v akademijo. Od leta 1763 je tam kemijo in metalurgijo poučeval Nikolaus Joseph baron Jacquin (1727–1817), Nizozemec francoskega rodu. Po doktoratu iz medicine se je ob botaniki zanimal še za grške in rimske klasike. Po van Swietenovem povabilu in priporočilu je leta 1752 postal profesor dunajske univerze. Tri leta pozneje je v službi dunajskega dvora med jadranjem po Karibskem morju določil okoli petdeset Evropejcem dotlej neznanih rastlinskih vrst. Med letoma 1768–1797 je bil profesor na dunajski medicinski fakulteti, v botaničnih zbornikih pa je objavil številna Wulfenova odkritja.

Vzporedno z Jacquinom je postal Scopoli 23. 9. 1763 direktor in predavatelj kemije na novi metalurški in kemijski šoli v Idriji. V petih letih si je nabral dovolj izkušenj, da ga je van Swieten postavil za Jacquinovnega naslednika v Banski Štiavnici. Kranjci in Slovaki so si poleg strokovnjakov izmenjevali tudi tehniko. Tako so v Idriji uporabljali slovaški način drobljenja revnejših rud, ki ga je opisal Poda leta 1771 in Ferber tri leta pozneje.

Med poletnimi počitnicami leta 1771 so se Poda, Scopoli in Born odpravili na »znanstveno karavano« v Karpatsko gorovje. Hacqueta niso povabili

v svojo družbo, čeprav je v tistem času v Banski Štiavnici in v sosednjih rudnikih preučeval taljenje plemenitih kovin (Hacquet 1984: 64). Po vrnitvi s pohoda je Born v Pragi izdal Scopolijevo mineralogijo.

Naslednje leto je postal Podov prijatelj, Ptujčan Karl Tirnberger (1731–1780), profesor mehanike in hidravlike v Banski Štiavnici, pet let pozneje pa je Scopolijevo katedro prevzel nekdanji jezuit Born. Mineralog Born je dosegel čast barona, dvornega svetnika, kustosa dvornega naravoslovnega kabineta na Dunaju in predvsem velikega mojstra najpomembnejše dunajske prostozidarske lože. Pisali so mu najpomembnejši kranjski naravoslovci: Scopoli, Gruber, Hacquet in Zois. Nekatera pisma je objavil, kot je bilo v navadi v tistih časih.

Po Bornovi smrti se je v Bansko Štiavnico priselil ravnokar imenovani rudarski svetnik Hacquet. V mirno rudarsko naselje se je zatekel po proglatvi poljske vstaje v Krakovu 24. 3. 1794 in ostal do poraza generala Tadeusza Andrzejja Bonawenture Kosciuszka (1746–1817) 10. 10. 1794 (Hacquet 1984: 67; Siemion 1996: 100). Hacqueta so bolj zanimale oblike kristalov od fizikalnih vzrokov za njihovo rast na Hellovi zaklopki. Predvsem ga je privlačila podobnost med oblikami ledu in plesni v povezavi s tedanjimi razglabljanji o mejah med neživo in živo naravo.

4. LEDENE ROŽE

Konec leta 1776 je Hacquet opazoval posebne plesni, ki so jih pred njim Linné, Johann Gottlieb Gleditsch (1714–1786), Albrecht von Haller (1708–1777) in Oeder (1728–1791) uvrstili med mahove (Hacquet 1777b: 242). Doktor medicine Gleditsch je poučeval na anatomsko kirurškem kolegiju v Berlinu kot direktor botaničnega vrta in član akademije. Povzpел se je do položaja deželnega zdravnika in leta 1776 objavil odmevno razpravo o kobaltu.

Haller je opisal plasti rumene pomarančaste plesni, ki so visele druga na drugi kot pajkova mreža. Površina je bila gladka in črna. Ali lahko to tvorbo štejemo v rastlinski svet, se je spraševal Hacquet? (Hacquet 1777b: 243). Haller je opisal veliko poskusov, vendar so raziskave z mikroskopom Hacqueta prepričale, da nima opravka z rastlino, ki sta jo v plesni videla Gleditsch (1759) in Joseph Mangold (1716–1787). Mangold je bil rektor akademije Dillinger in pozneje vodja nekdanjega jezuitskega kolegija v Augsburgu. Hacquet ga je citiral s

spoštovanjem, čeprav se z njim ni strinjal. Uporaba sestavljenega mikroskopa pri raziskovanju plesni, platine in ledu je Hacquetu dajala prednost pred starejšimi raziskovalnimi metodami.

Profesor kemije v Uppsali Johann Gottschalk Wallerius (1709–1785) je ugotavljal, da plesen ne potrebuje zraka. Trdil je, da so njene negorljive plasti nalepljene druga na drugi (Hacquet 1777b: 246).

»Neutrudni rudarski svetnik Scopoli« (Hacquet 1777b: 247) je preučeval podzemne rastline. Po njegovem zgledu se je Hacquet v Idriji začel leta 1772 zanimati za plesni. Opazoval je domnevni mah, zakopan skoraj pet metrov globoko v azbestni pesek na dnu ene od jam idrijskega rudnika (Hacquet 1777b: 249, 251). Izčrpal je posodo in v vakuum postavil enako količino lesa in podzemnih rastlin. Vlažnost v zatesnjeni posodi se po enomesečnem opazovanju ni spremenila. Ugotavljal je, da se plesni in gobaste tvorbe razlikujejo tako od rastlin kot od mrtve snovi. Ker ne potrebujejo zraka, jih je uvrstil v kraljestvo mineralov in ne k rastlinam. Odločitev ni bila lahka, saj je poznal delovanje anaerobnih bakterij pri procesih dekompozicije, ki jih je raziskal Scopolijev poznejši sodelavec na univerzi v Paviji, duhovnik Lazzaro Spallanzani (1729–1799). Problem meje med rastlinami in minerali se je prepletal s Spallanzanijevimi kritikami spontanega nastajanja mikroorganizmov. Točne Spallanzanijeve ugotovitve je zavračal grof Georges Louis Leclerc de Buffon (1707–1788), ki ga je Hacquet pogosto citiral.

Dobro desetletje pozneje se je Hacquet spomnil svojih idrijskih raziskovanj plesni, ko je prepoznal podobne oblike v očitno neživih ledenih rožah (Hacquet 1790: 27). Rože je opazoval iz svoje delovne sobe poldrugo leto po prihodu na univerzo v Lvivu. Nabirale so se na dvojnem oknu, širokem 60 cm, ki je gledalo v smer sever-severovzhod.

Hacquet je potožil, da številna opazovanja ledu še niso prepričljivo pojasnila različnih kristalnih oblik. Med prevladujočimi šestkotnimi oblikami je skozi mikroskop opazil še prizme in piramide s štirimi ali šestimi ploskvami. Na Linnéjev način jih je lahko razvrstil po oblikah osnovnih ploskev kristalov. Urejene strukture so se prepletale s kopicami razčlenjenih stebrov in votlih cevi (Magazin 3/3: 34; Hacquet 1790: 20).

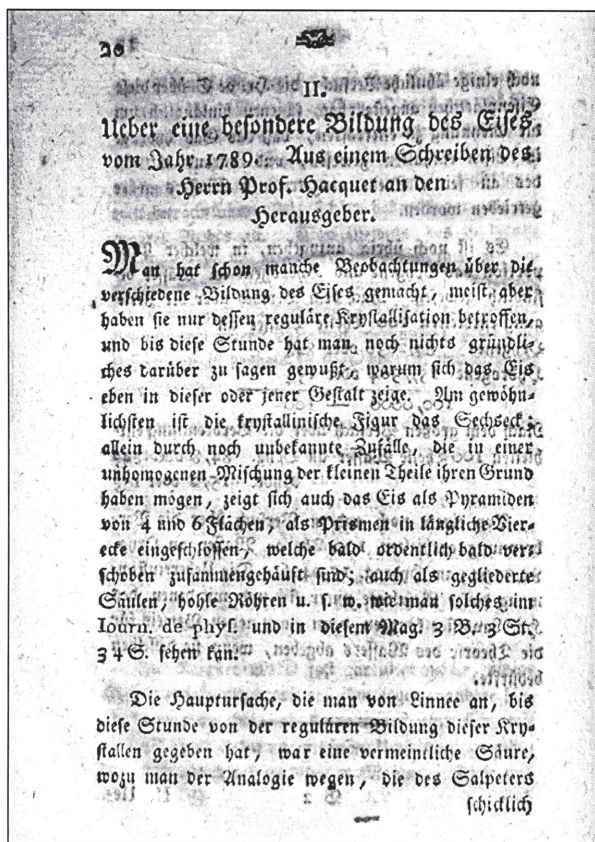
Zavrnil je možnost, da bi soli rastlinskih baz lahko vplivale na tvorbo ledu. 1. 1. 1789 se je grel v delovni sobi, zunaj pa je bril severni veter pri temperaturi -19°C do -24°C . S cevko debeline 4 mm, polno živega srebra, je v zavetrju izmeril tlak 0,94

bara. Dolžine je zapisoval v laktih (vatlih), ki so merili po 114,3 cm. Manjše razdalje je meril v colah ("). Cola je vsebovala okoli 12 linij (""), dolgih po 26,33 mm. Temperaturo je zapisoval v stopinjah Francoza Renéja Antoina Ferchaulta de Réaumurja (1683–1757), tako kot večina tedanjih raziskovalcev; med njimi G. Schöttl pri meteoroloških meritvah, objavljenih leta 1776 v Ljubljani in Gruber desetletje pozneje.

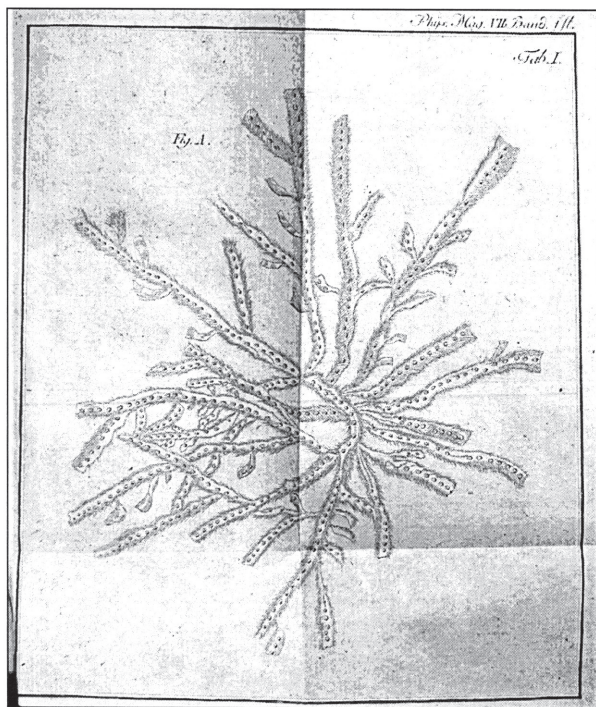
Hacquet je prerisal oblike ledenih rož s svojega okna (sliki 4 in 5). Pozorno je opazoval nastajanje dolgih igel iz kristalov ledu. Primerjal jih je s skicami matematika Giovannija Francesca Melchiorja Castellona (1708–1791), rektorja univerze v Utrechtu, ki je bil leta 1751 izbran v matematični razred berlinske akademije.



Slika 2: Naslovna stran Voigtove revije (Hacquet 1790: 20)

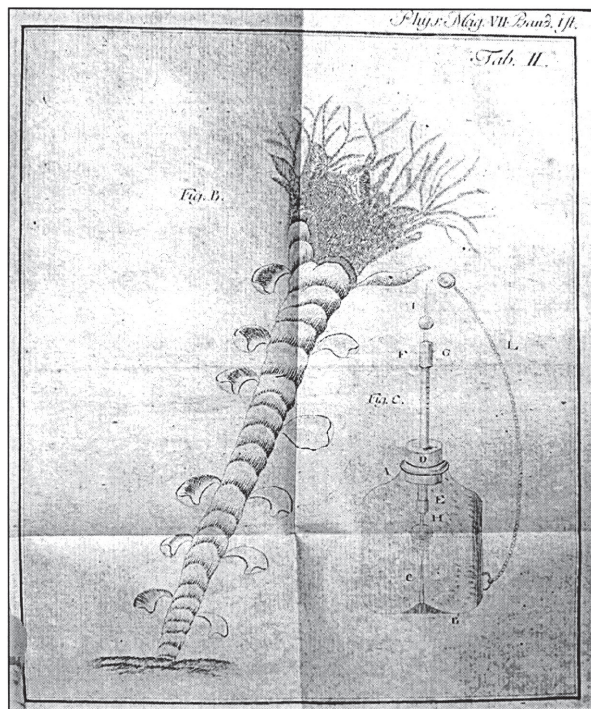


Slika 3: Naslovna stran Hacquetove razprave o ledenih rožah (Hacquet 1790: 20)



Slika 4: Hacquetova skica ledenih rož (Hacquet 1790: fig. A, Tab. I)

Februarja so se ledene rože na Hacquetovem oknu močno spremenile (slika 5). Ob straneh so se razvile simetrične, živim bitjem podobne oblike. Hacquetov opis se bere kot napoved živih oziroma tekočih kristalov, ki so se priljubili poznejšim generacijam srednjeevropskih raziskovalcev. Na zgornjem robu ledene rože je opazil odprto cev z obročem podobnimi vzmetmi. S številnimi porami je spominjala na luknjičaste morske polipe. 7. 6. 1676 so podobne oblike opazili na zrnih toče v Altdorfu (Hacquet 1790: 25).



Slika 5: Hacquetova skica ledenih rož (Hacquet 1790: fig. B, Tab. II)

Hacquet je v ledenih rožah prepoznal vsa tri kraljestva narave: živali, rastline in kristale. Razvejani led ga je spominjal na drevesa. Podobne ideje je že dve desetletji razvijal doktor medicine Friedrich Casimir Medicus (1736–1809). Bil je pomemben zagovornik vitalizma, saj je leta 1775 prvi uporabil pojem življenjske sile. Leta 1764 je postal garnizijski zdravnik v Mannheimu in član tamkajšnje akademije znanosti. Štiri leta pozneje je opisal zgradbo kamenega oglja, ki jo je Hacquet primerjal s svojimi ledenimi rožami.

Hacquet je uporabil raziskovanja ledenih rož Gleditscha, Buffona, zdravnika Jeana F. Reynierja (* 1730) iz Lausanne in Hamburžana Johanna Heinricha Müllerja (1671–1731), profesorja matematike in fizike na univerzi Altdorf. Marggraf je le-

dene rože uvrstil v »*kraljestvo kamnin z rastlinskimi oblikami*«. Leta 1738 ga je kralj Friderik Viljem I. (1688–1740) postavil za berlinskega akademika. Čez šestnajst let je napredoval v predstojnika akademskega kemijskega laboratorija in končno leta 1760 postal direktor fizikalnega razreda akademije. Leta 1747 je z uporabo mikroskopa razvil postopek za pridobivanje sladkorja iz sladkorne pese. To je bila verjetno prva kemijska identifikacija z mikroskopom (Tišler 2003: 73), ki je postal glavno orodje tudi v Hacquetovih raziskavah.

Hacquet je o ledenih rožah pisal uredniku Johannu Heinrichu Voigtu (1751–1823), ki je pismo dopolnil s svojimi opazovanji. Voigt je začel leta 1774 poučevati gimnazijce v Gothi, kjer je izdajal astronomski del dvornega koledarja. Med 1786 in 1799 je prevzel urejevanje *Revije za novosti iz fizike in naravoslovja* po umrlem Ludwigu Christianu Lichtenbergu (1742–1799). Leta 1789 je doktoriral iz filozofije na univerzi v Jeni in tam prevzel katedro za matematiko, čez trinajst let tudi za fiziko. Po letu 1797 je v Jeni objavil dvanajst zvezkov *Revije o najnovejših raziskovanjih narave*. Pisal je razprave o matematiki, ognju, zraku, elektriki, magnetizmu, optiki, kometih in zgodovini koledarja. Med svoje prijatelje je štel Hacqueta in brate Gruber; zato je objavljaj in ocenjeval njihova dela.

Zima 1788/89 je kazala zobe oziroma ledene rože tudi v Gothi. Voigt jih je opazoval na dvojnih oknih svojih treh sob, ki so bila obrnjena proti severovzhodu. Hacquet in Voigt sta brala opise ledenih rož v francoskih revijah. 13. 7. 1788 je pozornost vzbudila toča v kraju St. Maurice, tri francoske milje vzhodno od Pariza. Zrna stožčastih oblik s premeri 79 mm in višinami 6,6 mm so sestavljali kristali v obliki oktaedrov in piramid.

Profesor filozofije Horace Bénédict de Saussure (1740–1799) je raziskal ledene rože na oknu svoje pisarne pri ženevski akademiji, kjer je predaval med letoma 1762 in 1784. Vmes je raziskoval alpske ledenike. Leta 1787 se je prvi povzpel na vrh Mont Blanca in tako sledil vrstniku Hacquetu, ki je 8. 8. 1779 kot drugi pomahal z vrha Triglava. Ne vemo, če sta se znamenita hribolazca srečala na katerem od alpskih vrhov; vsekakor pa je Hacquet na liceju v Ljubljani meril s Saussurovimi barometri.

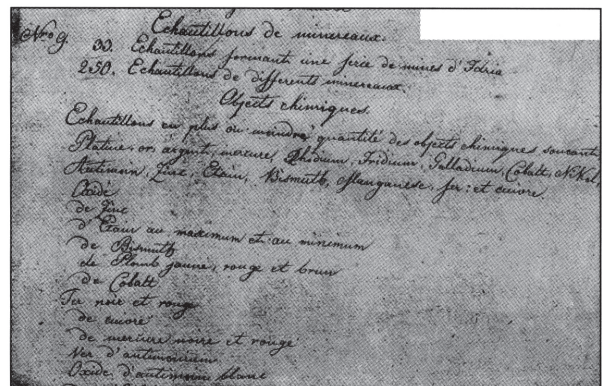
Saussure je izumil poseben higrometer na las, ki ga je osamil pod zvonom. Določal je kakovost zraka z eudiometrom dušikovega oksida, ki so ga tiste čase imeli za prav tako pomembno merilno napravo kot termometer ali barometer. Njegov sin Nicolas Théodore de Saussure (1767–1845) je pojasnil delovanje fotosinteze, ki jo je leta 1779 na

Dunaju odkril Hacquetov »učitelj in prijatelj« (Hacquet 1802: 248), Nizozemec Jan Ingenhousz (1730–1799), tik preden se je vrnil v London.

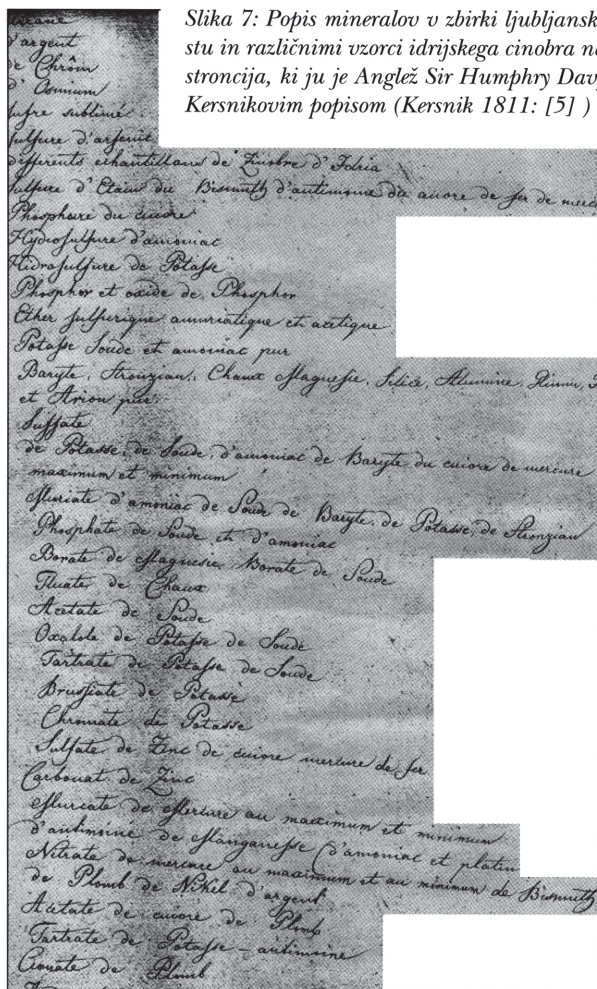
5. HACQUETOVI NASLEDNIKI

Anton Ambschell (1751–1821) je sedem let po Hacquetu poslušal eksperimentalno fiziko pri koroškemu baronu Jožefu Herbertu (1725–1794) na dunajski univerzi (Hacquet 1984: 65). Postal je profesor fizike in Hacquetov rektor na liceju v Ljubljani do začasne ukinitve filozofskih študijev 20. 10. 1785. Naslednji dve desetletji je poučeval fiziko in mehaniko na dunajski univerzi. Kristalizacijo je obravnaval v dveh podpoglavjih svojega učbenika (Ambschell 1807, 1: 72–73, 169–171). Podobno kot Hacquet je z mikroskopom opazoval optične pojave v snoveh, ki so jih pozneje imenovali organske. Plastičnim trdnim snovem je pripisal oglete molekule. Elastične trdnine je ločil na živalske, rastlinske in mineralne. Opisal je različne kristalne oblike. Kohezijo v elastičnih telesih je pojasnil z Boškovičevo krivuljo sil (Ambschell 1807, 1: 78–79, 84). Ni še poznal Haüyjeve teorije kristalov, saj je v vojnih razmerah težko sledil francoskim objavam.

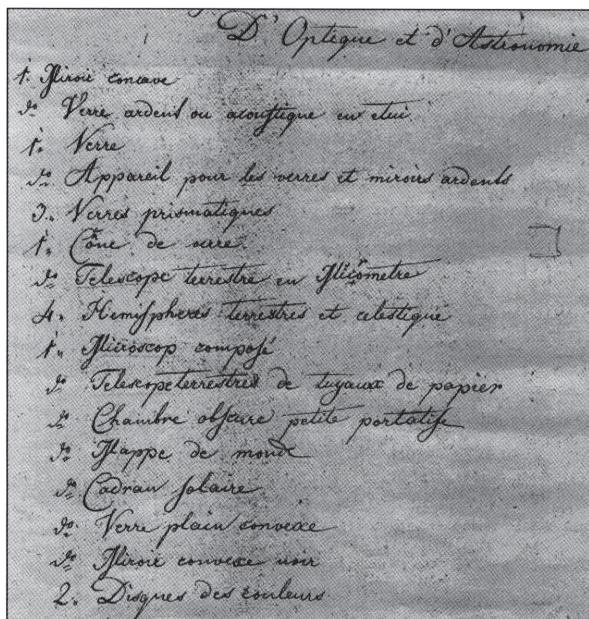
Malo pred Hacquetovo smrtjo so imeli v ljubljanskem kabinetu za kemijo med »kemičnimi predmeti« že 288 mineralov ter skoraj sto kemičnih spojin in elementov (sliki 6 in 7). Kristale so preučevali s sestavljenim mikroskopom, popisanim med napravami za »optiko in astronomijo« (slika 8). Pozneje so v Ljubljani in Kopru nabavili naslednje naprave za raziskovanje kristalov (Inventario 1850–1871; Kersnik 1847; Mitteis 1866).



Slika 6: Popis mineralov v zbirki ljubljanskih centralnih sol leta 1811 s trinindesetimi idrijskimi rudninami in platino, ki jo je Hacquet raziskal štiriindeset let prej. Za platino so zapisani rodij, iridij in paladij, ki sta jih Angleža William Hyde Wollaston (1766–1828) in Smithson Tennant (1765–1815) odkrila sedem let prej (Kersnik 1811: [4])



Slika 7: Popis mineralov v zbirki ljubljanskih centralnih šol leta 1811 s Tennantovim osmijem na četrtem mestu in različnimi vzorci idrijskega cinobra na sedmem mestu. Na petnajstem mestu sta popisani spojini barija in stroncija, ki ju je Anglež Sir Humphry Davy (1778–1829) izločil v elementarni obliki z elektrolizo tri leta pred Kersnikovim popisom (Kersnik 1811: [5])



Slika 8: Sestavljeni mikroskop ljubljanskih centralnih šol, zapisan leta 1811 na devetem mestu med napravami za optiko in astronomijo (Kersnik 1811: [7])

Nakup	Kraj	Naprava	Cena (Fl : kr)	Izdelovalec	Leto/inventurna številka
1845	Ljubljana	Baumgartnerjev polarizator	54 : 60	Hanaczik	1847/169, 1866/12
1858	Ljubljana	Nörrenbergerjev	77 : 79		1866/35
1868	Koper	polarizator	55 : 0		1868/261
1857	Ljubljana	Turmalinske	8 : 40		1857/168, 1866/11
1866	Ljubljana	klešče	8 : 40		1866/36
1864	Koper				1864/160-b6
1858	Koper	Romboeder iz islandskega dvolomca			1858/85-33
1869	Koper	Islandska dvolomca			1869/266
1845	Ljubljana	Ročni goniometer (na odboj,	33 : 60	Hanaczik	1847/163, 1866/6
1847	Ljubljana	Baumgartnerjev (1793–1865))			1847/171

Jean Baptiste Romé de l'Isle (1736–1790) in za njim William Hyde Wollaston (1766–1828) sta razvila kontaktne optični goniometer za natančno merjenje kotov v kristalu. Najdražji je bil polarizacijski aparat Johanna Gottlieba Charlesa Nörren-

bergerja (1787–1862) iz leta 1839, v katerem so svetlobo analizirali s prizmo Škota Williama Nicola (1768–1851) iz leta 1828. Opremljen je bil s sedmimi kristali, stekleno kocko, stiskalnico in petimi steklenimi podstavki, ki so jih lahko ohlajali.

6. ZAKLJUČEK

Kristali so bili del široko zastavljenih Hacquetovih znanstvenih raziskovanj. Pod mikroskopom je v ledenih rožah in plesnih opazil podrobnosti, ki so jih njegovi predhodniki spregledali. Hacquetova mineralogija je dosegala evropsko raven, pozneje pa je v Ljubljani dobila dostojne naslednike.

7. SUMMARY

The Tracery on Hacquet's Frosted Window

The manuscripts and texts of the Jesuit college in Ljubljana offer numerous sources for the history of early crystallography in Carniola. Hacquet's and modern ideas of the crystal lattice structure originated in the Aristotle's and Boscovich's physics. We were curious about the development of aggregations and transitions among them in the Jesuit manuscript and printed sources. The Jesuits changed from the peripatetic concepts of earth, air, water (and fire) through the Cartesian description of snowflakes, Boyle's chemistry, Gassendi's description of Democritus' atoms in the mid-17th century into the more modern Boscovich's views in the second half of the 18th century. We find similarities between the Jesuit descriptions of the 18th century, Hacquet's research and later crystal lattices. Boscovich's influence on the development of the early crystallography as the independent branch of science in the first half of the 19th century was followed. The same influence was still felt in the later research of Virchow and other biologists and physiologists connected with the Physical society of Berlin, who published the very first description of the lyotropic liquid crystals in the mid 19th century. Hacquet claimed that the ice-ferns were connected with the similar growth and development of the living organisms. Those ideas uniting living and dead nature played an active role in the research conducted by Hacquet and his contemporaries and became one of the sources for the later liquid crystal ideas.

The world view presented normally no obstacles for the international exchange of ideas among Hacquet's contemporaries. The Court of Vienna followed the van Swieten's advice in choosing mostly Catholic scientists from both halves of the Netherlands, from its Habsburg and Dutch part. The Freemason circles of the former Jesuit Born were able to unite the free thinking scientists as

Scopoli and Hacquet with the Jesuits Gruber, Tirnberger from Ptuj, and Poda, who later became Freemason himself. Numerous scientific magazines were able to offer their space even to the researchers on totally strained terms, as Hacquet and Gruber were.

Hacquet's frostwork research was therefore a part of numerous small advancements in science published in more or less personal letters that made the central European research a real part of the world web. Hacquet performed his research simply on the window of his study like Voigt and de Saussure were doing. Hacquet measured with a barometer, thermometer, and microscope. He pioneered the use of microscope in crystallography. He combined his crystallographic experiences with many years observation of flora. The result was quite a modern description of the ice-ferns crystal growth.

Hacquet witnessed the first modern crystal research in Habsburg monarchy. It was proved that the quick approval of the early scientific crystal research in Habsburg monarchy, Carniola, and Slovakia was stimulated in the mines. In Habsburg monarchy, certain most important crystallographic research processes provided the basis for the Reinitzer's discovery of the thermotropic liquid crystals in Prague later on. The Hacquet's crystallography influenced the later purchases of scientific instruments in Ljubljana and modern research of crystals and phase transitions.

8. LITERATURA

- Ambshell, A. (1807): ... Elementa Physicae e Phaenomenis et Experimentis Deducta...Aloysii Doll, Viennae.
- Biwald, L. G. (1771): Wilhelm Lewis, Mitgliesder der königl. Grossbrittannischen Societät der Wissenschaften zu London. Geschichte des Goldes und verschiedener damit sich beschäftigender Künste und Arbeiten... Assertiones Ex universa philosophia... Widmanstätterische Erben, Graz.
- Bošković, R. (1974): Theoria philosophiae naturalis, redacta ad unicum legem virium in natura existentium. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Castillon, G. F. M. M. (1762): Sur une congelation remarquable. *Mem. Berlin*.
- Erberg, B. F. (1754): Petri van Musschenbroek Dissertatio physica experimentalis de magnetete, quam cum assertionibus ex universa philoso-

- phia palam propugnatis... praeside r. p. Bernardino Erber è S. J... Reicardt, Labacum.
- Hacquet de La Motte, B. (1777a): Verzeichniss der hauptsächlichen Arten und Abarten der Quecksilber- und Zinnobererze aus der Grube von Hydria oder Idria im Herzogthum Krain, von Balthasar Hacquet, Prof. zu Laybach. Beschäftigung der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde (3) 1: 56–106.
- Hacquet, B. (1777b): Beschreibung und Abbildung einer zweifelhaften Pflanze, welche man gemeinglich zu den Harftermossen (*Byssus Botanicorum*) rechnet. Von Hacquet, Prof. zu Laibach. Beschäftigung der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde (3) 1: 241–252. (Barvna slika 2 na tabli V med pp. 226–227).
- Hacquet B. (1777c): Ueber das weisse Gold, oder die Platina del Pinto. Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen zur Aufnahme der Mathematik, der vaterländischen Geschichte, und der Naturgeschichte (Praga) (2): 337–349.
- Hacquet, B. (1784): Hacquets Mineralogisch-Botanisch Kunstreise von dem Berg Terglou in Krain, zu den Berg Glockner in Tyrol, im Jahr 1779 und 81. Johann Paul Kaustschen Buchhandlung, Wien. (Zweite veränderte und vermehrte Auflage 1794. Johann Kaustschen Buchhandlung, Wien).
- Hacquet, B. (1790): Über eine besondere Bildung des Eises von Jahr 1789. Aus einem Schreiben des Herrn Prof. Hacquet an dem Herausgeber. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. 13te Büch, 7ten Bandes, 1tes Stück: 20–28, z dvema slikama. Register: Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. 1799. 18.
- Hacquet, B. (1802): Auszug aus einem Schreiben des Herrn Bergraths Hacquet an Herrn Bergcommissär Westrumb über Gruberbrande (Lviv 1.7.1801). Gilberts Annalen der Physik (5): 246–254.
- Hacquet, B. (1984): La vita di Belsazar Hacquet ed il suo viaggio a vela sulla Sava da Lubiana a Semlin. Autobiografia di Joannes Antonius Scopoli. A cura di G. Pilleri e D. Mušič. Verlag des Hirnanatomischen Istitut, Waldau–Bern.
- Inventario del gabinetto di Fisica disposto nell'ordine cronologico degli acquisti. 1850–1871. Pokrajinski arhiv Koper, I. R. Ginnasio superiore di Capodistria, šk. 10, 3.
- Kersnik, J. K. (1811): Inventaire. Zgodovinski arhiv Ljubljana, akc. fond 1, arh. enota 53.
- Kersnik, J. K. (1847): Inventarium. Zgodovinski arhiv Ljubljana, akc. fond 1, arh. enota 76.
- Macquer, P. J. (1766): Dictionnaire de chimie, contenant la théorie et pratique de cette science. I–II. Pariz: Lacombe. Ponatis 1769, druga izdaja 1778. Pariz. Scopolijev dopolnjeni italijanski prevod druge izdaje: 1783–1784. Dizionario di Chimica. I–X. Pavia (1784–1786 Neapelj; 1784–1785 Benetke).
- Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte (3) 3: 34
- Mairan, J. J. D. (D.) (1716): Dissertation sur la glace. Pariz. (2: 1717; 3: 1730; 4: 1749). Nemški prevod. 1752. Abhandlung von dem Eise oder physikalische Erfahrung der Entstehung des Eises, und der Haben. Leipzig.
- Mitteis, H. (1866): Inventarium der Instrumente, Apparate, sonstigen Unterrichtsbehelfe und Einrichtungsstücke des physikalischen Kabinetts an k. k. Gymnasium in Laibach mit Ende des 2. Semesters 1866. Zgodovinski arhiv Ljubljana, akc. fond. 1, arh. enota 49.
- Müller, J. H. (1697): Problema analiticum de igne. Altdorf.
- Oeder, G. C. (1761): Flora Danica. Nicolaus Møller, Kopenhagen.
- Pintar, I. (1926): Hacquet, Balthasar. In: Cankar I. & Lukman F. K. (eds.): Slovenski biografski leksikon. Zadružna gospodarska banka Ljubljana 1 (2), pp. 284–287.
- Schöttl, G. (1771): Tentamen Physicum de Fluidis in Genere ac in Specie de Aqua... Joannis Friderici Eger, Labaci.
- Schöttl, G. (1772): Tentamen Physicum de Igne et Luce... Ljubljana: Joannis Friderici Eger, Labaci.
- Siemion, I. Z. (1996): Prace chemiczno-analityczne Baltazara Hacqueta. *Analecta (Varšava)*. 5/2 (10): 95–125.
- Taufferer, I. (1760): Dissertatio Cl. Mairani De Causa Variationum Barometri. Tentamen Publicum ex Universa Philosophia... Joannis Georgii Heptner, Labaci.
- Tišler, M. (2003): Prispevki kemije k evropski kulturi in civilizaciji. SAZU, Ljubljana.
- Voigt, J. H. (1790): Nachschrift der Herausgeber über diese Gegenstand. Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. 13te Büch, 7ten Bandes, 1tes Stück: 28–39.