

Laima Pitrėnaitė, J. Lukėėnienė, dr. O. Škadauskienė

DOKUMENTŲ LAIKMENOS – POPIERIAUS RŪGŠTINGUMAS IR  
JO MIKROMATAVIMO METODAI

TURINYS

ĮVADAS.....	3
I. Literatūrinė dalis.....	4
II. Darbo metodika.....	7
III. Tyrimų rezultatai..	9
IŠVADOS.....	18
LITERATŪRA.....	19
SUMMARY.....	20

## ĮVADAS

Lietuvos bibliotekose, muziejuose, archyvuose saugomos kultūros vertybės, kurių laikmena – popierius – tai įvairių laikotarpių spausdintos ir rašytinės knygos, dokumentai, grafikos darbai, žemėlapiai, akvarelės, pastelės. Daugelį šių dokumentų ar meno kūrinų dėl vienu ar kitu priežasčių reikia restauruoti: jie deformavęsi, nešvarūs, dėmėti, supeliję, suplyšę, sunkiai įskaitomas juose esantis tekstas, pasikeitęs grafikos lakšto, akvarelės ar tapybos ant popieriaus koloritas. Popierius ne tik pageltęs, bet ir trapus, lūžinėjantis, lengvai plyštantis, neatsparus net mažiausiam mechaniniam poveikiui.

Šiuo metu jau įrodyta, kad popieriaus nestabilumo ir greito senėjimo proceso priežastis – popieriaus rūgštingumas. Kai kurie faktai, kad popieriuje esančios rūgštys labai sutrumpina jo amžių, žinomi jau nuo 19-o amžiaus pabaigos. Jie padėjo išaiškinti, kodėl vienos rūšies popierius „gyvena“ ilgiau negu kitos rūšies ir susieti popieriaus ilgaamžiškumą su jo rūgštingumu.

Ypač blogos būklės yra dokumentai, spausdinti 19 a. antroje pusėje – 20 a. Tuo metu daug laikraščių ir knygų spausdinta ant popieriaus iš medienos masės. Ant restauratorių stalo tokie leidiniai nuolatiniai. Jų būklė apverktina: popierius tapęs labai rūgštus, todėl lapai trupa, lūžta, gelsta.

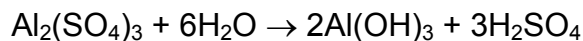
Konservuojant, restauruojant dokumentus ar meno kūrinius svarbiausias uždavinys yra neutralizuoti popieriuje esančias rūgštis ir įvesti šarminį rezervą, todėl būtina tirti popieriaus rūgštingumą. Restauruojamų dokumentų rūgštingumo matavimui niekada negalima paimti didelio mėginio kiekio (1–2 g), todėl atliekami mikromatavimai.

Šio darbo tikslas – palyginti mikromatavimų metodais gautas popieriaus rūgštingumo reikšmes su reikšmėmis, gautomis standartiniu (makro) popieriaus rūgštingumo matavimo metodu.

## I. Literatūrinė dalis

Rūgštys yra vienos iš agresyviausių popieriaus priešų. Kai kurie tyrinėtojai savo darbuose įrodė, kad popieriaus rūgštingumas įtakoja jo ilgaamžiškumui. Apie rūgščių poveikį popieriui vienas iš pirmųjų pastebėjo William James Barrow [1]. Siekiant rūgšties pašalinimo efektą išlaikyti kuo ilgiau būtina sukurti šarmų rezervą. Jis veiks kaip buferis, absorbuojantis naujai atsiradusias rūgštis. Rūgščių atsiradimą popieriuje apsprendžia eilė priežasčių:

1. Gamybos metu į celiuliozės masę gali būti įvestos tokios įklijančios medžiagos, kaip želatina, kanifolija. Jei naudojama tik želatina, tai toks popierius netinkamas rašymui (lieja). Kanifolija, būdama hidrofobinė medžiaga, rašalą atstumia, ir jis lieka popieriaus paviršiuje. Popieriaus paviršiuje susidariusi klijų plėvelė trukdo rašalui prasiskverbti į kitą pusę. Kartu su įklijančiomis medžiagomis naudojami alūnai, aliuminio sulfatas. Šioms medžiagoms hidrolizuojantis susidaro sieros rūgštis, suardomi celiulioziniai plaušai, o galutiniame rezultate ir pats popierius.

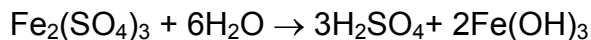


2. Popieriaus senėjimui įtakos turi lignino buvimas. Ligninas atsirado popieriuje, kai pastarojo gamybai pradėta naudoti mediena. Tai trimatės struktūros gamtinis polimeras. Popierius laikomas kokybišku, jei jo sudėtyje lignino yra iki 10 procentų. Ligninas – chemiškai nestabili medžiaga, kuri skildama labai užrūgština popierių.

3. Vystantis 19 a. popieriaus gamybos technologija tapo sudėtingesnė. Gamybai naudojama sulfitinė celiuliozė, gaunama iš medienos masės, dažnai jau būna rūgšti ir neilgaamžė.

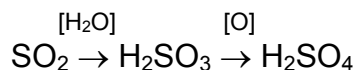
Reikalavimai popieriui yra labai įvairūs, todėl norint keisti popieriaus savybes atliekama eilė papildomų procesų: celiuliozės taurinimas, balinimas, įvedami įvairūs priedai. Gamybos procesų metu naudojami cheminiai reagentai: chloras ir jo junginiai, rūgštys, šarmai ir kt. Pilnai nepašalinus šių medžiagų jos gali tapti popieriaus rūgštėjimo ir irimo priežastimi.

4. Seni rankraščiai yra rašyti geležies – galo rašalu, pagamintu iš tanino ir geležies sulfato. Esant kurio nors komponento pertekliui, ypač geležies sulfato, susidaro rūgštys.



5. Natūraliai sendamas popierius rūgštėja dėl celiuliozės hidrolizės ir oksidacijos procesų, kurių metu atsiranda karboksilinės grupės. Šiuos procesus greitina netinkamos saugojimo sąlygos, per didelė drėgmė, temperatūra, šviesa bei popieriuje esančios priemaišos – metalų  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  jonai.

6. Mus supančioje aplinkoje visada, daugiau ar mažiau, yra oro teršalų, kurių sudėtyje aptinkami azoto, sieros, chloro junginiai. Taigi popierius gali absorbuoti šias medžiagas ir, esant drėgmei, o popieriuje visada yra šiek tiek drėgmės, susidaro sieros, druskos, acto ir kitos rūgštys. Kai kurias dujines medžiagas, pavyzdžiui, sieros dioksidą, jis sugeria taip greitai, kaip sugeriamasis popierius sugeria vandenį.



7. Biologinį irimą sukelia mikroorganizmai. Biologinio ardymo metu pažeidžiama mechaninė ir cheminė popieriaus struktūra. Šio proceso metu gali būti išskirti rūgštūs gyvybinės veiklos produktai. Pavyzdžiui, grybai į aplinką išskiria pigmentus, organines rūgštis: citrinų, fumaro, oksalo ir kt. Šios rūgštys keičia popieriaus pH ir turi įtakos jo kokybei. Popierius tampa trapus ir jo panaudojimas nebeįmanomas.

Rūgščių atsiradimo popieriuje priežastis galima suskirstyti į šias grupes:

1. Popieriaus gamybos žaliavos ir procesai.
2. Celiuliozės destrukcijos procesai – hidrolizė ir oksidacija.
3. Rašalai ir pigmentai, naudoti dokumente.
4. Saugojimo sąlygos: drėgmė, temperatūra, šviesa, oro teršalai ir t. t.

„Nesusipažinusiems su popieriaus konservavimo terminais kyla klausimas, kaip galima kalbėti apie popieriaus (kietos medžiagos) pH, juk tai yra vandeninių tirpalų charakteristika. Iš tikrųjų tai, ką vadiname popieriaus pH, yra vandenilio

jonų koncentracija vandeniniame popieriaus ekstrakte, gautame plakant popieriaus plaušus vandenyje.

Popieriaus rūgštingumo matavimas paremtas tuo, kad jame esančios rūgštys pereina į vandenį. Vadinasi, norint rūgštis iš popieriaus pašalinti, reikia jį plauti. Kai kurie autoriai teigia, jog po valandą trukusio plovimo vandenyje iš popieriaus gali būti pašalinta apie 97 proc. rūgščių. Plaunant celiuliozės plaušai absorbuoja vandenį ir išbrinksta. Kai kurių išbrinkusių plaušų diametras gali padidėti 20 proc., o jų ilgis – 1 proc. Tarp išbrinkusių plaušų įsiterpia vandens molekulės, sudarydamos sąlygas tirpiems junginiams pasišalinti iš plaušų „tinklo“. Nė vienas iš įprastų tirpiklių nebrinkina celiuliozės plaušų taip, kaip vanduo, todėl dažniausiai naudojamas ir didžiausią rūgščių kiekį iš popieriaus pašalinantis metodas yra plovimas vandenyje.“ [2]

## II. Darbo metodika

Standartinis (makro) GOST 12523-77 popieriaus pH matavimas [4] atliktas taip:

1,0 g sauso ir smulkiai sukarpyto popieriaus mėginio, atsverto 0,0010 g tikslumu, užpilta stiklinėje 50 ml šaltu ( $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) dejonizuotu vandeniu. Taip paruoštas mėginys paliktas valandai, kas 10–15 minučių energingai supurtant. Patalpoje neturi būti rūgščių ar amoniako garų. Ekstrakto rūgštingumas matuotas po 1 valandos ir po 24 valandų.

Tyrimai atlikti darant vieno pavyzdžio penkis pakartojimus ( $n=5$ ).

Dejonizuoto vandens pH = 6,0 - 7,0.

Matavimai atlikti WTW pH 330 (Sen Tix Mic elektrodu).

Popieriaus pH matavimai atlikti mikro metodais:

### Kontaktinis metodas.

Ant tiriamojo popieriaus užlašinti trys lašai dejonizuoto vandens (apie 0,1 ml). Po pasirinkto ekstrakcijos laiko, t. y. po 1, 3 ir 10 minučių prie sudrėkintos vietos atsargiai priglaustas plokščiasis elektrodas Sen Tix Sur. Po 5–9 minučių gauta nusistovėjusi pH reikšmė.

Tyrimai atlikti darant po 5 vieno pavyzdžio pakartojimus pasirinktais laikais ( $n=5$ ).

Dejonizuoto vandens pH = 6,0 - 7,0.

Matavimai atlikti WTW pH 330 (plokščiuoju elektrodu Sen Tix Sur).

### Matavimas mikrocelėje.

Metodo esmė – mažas mėginio kiekis. Priskusti tiriamojo popieriaus plaušai patalpinti į mikrocelę ir užpilti dejonizuotu vandeniu. Mikrocelėje plaušai išmaišyti lazdele ir išmatuotas gautos „košės“ pH. Matavimai atlikti po pasirinkto ekstrakcijos laiko, t. y. po 1, 3 ir 10 minučių.

Tyrimai atlikti darant po 5 vieno pavyzdžio pakartojimus pasirinktais laikais ( $n=5$ ).

Dejonizuoto vandens pH = 6,0 - 7,0.

Matavimai atlikti universaliuoju jonometru ЭВ-74 (stiklo elektrodu ЭСП-43-07).

Tyrimui naudotas skirtingos pluoštinės sudėties ir skirtingo įklijinimo laipsnio popierius:

- Laikraštinis
- Kraft
- Kalkė
- Estampinis
- Marka B
- Multi art
- BFK rivers

### III. Tyrimų rezultatai

Pagal standartą (GOST 12523-77) tiriamasis popierius užpiltas dejonizuotu vandeniu ir paliktas ekstrahuotis 1 h. Literatūroje yra duomenų, kad 1 h popieriaus ekstrakcijos kambario temperatūroje užtenka norint gauti gana patikimus ir pasikartojančius duomenis įvairioms popierių rūšims. Tačiau labai įklijintus ir storus popierius rekomenduojama ekstrahuoti 24 h. [5]. Taigi pH matavimams ir buvo pasirinktas 1 h ir 24 h ekstrakcijos laikas.

Gauti matavimų rezultatai (1 lentelė) patvirtina anksčiau pateiktą nuomonę. Ir po 1 h, ir po 24 h popieriaus pH reikšmės yra labai artimos, t. y. nesiskiria daugiau kaip 0,18. Tik vienos rūšies popieriaus – multi art – rezultatas skiriasi 0,58 pH. Matavimai atlikti WTW pH 330 (Sen Tix Mic elektrodu).

Restauravimo praktikoje, neturint pakankamai mėginio kiekio, naudojamas matavimas mikrocelėje. Literatūroje nepavyko rasti duomenų apie rekomenduojamą ekstrakcijos laiką atliekant matavimus mikrocelėje. Todėl tyrimams buvo pasirinktas toks ekstrakcijos laikas:

1 minutė – minimalus ekstrakcijos laikas, naudojamas restauracijoje atliekant popieriaus pH matavimus;

3 minutės – dažniausiai naudojamas ekstrakcijos laikas;

10 minučių – tai palyginti ilgas laiko tarpas, kuris kasdieniniuose popieriaus pH matavimuose nenaudotinas. Todėl atliekant pH tyrimus norėta patikrinti, ar ilgesnis ekstrakcijos laikas, atliekant matavimus mikrocelėje, įtakoja pH rezultatus.

Buvo patikrinta pH reikšmių priklausomybė nuo ekstrakcijos laiko. Gauti rezultatai, atliekant popieriaus pH matavimus mikrocelėje, nurodyti 2 lentelėje. Iš gautų duomenų matyti, kad pH reikšmės po 1, po 3 ir po 10 minučių gana panašios, todėl manoma, kad, atliekant matavimus mikrocelėje, užtenka 1 minutės popieriaus ekstrakcijos, norint gauti gana tikslius duomenis. Matavimai atlikti universaliuoju jonometru ЭВ-74 (stiklo elektrodu ЭСЛ-43-07).

3 lentelėje surašyti duomenys, gauti matuojant popieriaus rūgštingumą standartiniu metodu (kai ekstrakcijos laikas – 1 valanda) ir mikrocelėje (kai ekstrakcijos laikas – 3 minutės). Didžiausias skirtumas tarp rezultatų 0,5÷0,7 .

Literatūroje aprašyta eilė faktorių, kurie galėtų turėti įtakos popieriaus pH rezultatams:

– matavimams siūloma imti dejonizuotą ar distiliuotą vandenį, kurio pH reikšmė artima 7. Šią mintį akcentuoja W. Illukowicz [6];

– kad galima būtų objektyviai lyginti rezultatus, gautus standartiniu metodu, ir rezultatus, gautus matuojant mikrocelėje, rekomenduojama išlaikyti standartinį santykį: 2 g popieriaus – 100 ml vandens, 2 lašams (0,1 ml) vandens – 2 mg popieriaus [5]. Deja, atliekant matavimus mikrocelėje, popieriaus plaušai nebuvo sveriami. Popieriaus kiekis imtas „iš akies“. Matavimas mikrocelėje yra labai jautrus metodas. Nedidelis tiriamos medžiagos kiekis, kad ir keli plaušai, gali pakeisti popieriaus pH reikšmę. Todėl ateityje, atliekant panašius tyrimus, reikėtų atkreipti dėmesį į šias sąlygas.

Matavimas mikrocelėje yra vienas iš populiariausių popieriaus pH matavimo būdų. Šis metodas pakankamai tiksliai atspindi popieriaus rūgštingumo pokyčius restauravimo procesuose. Taigi 4 lentelėje surašytos popieriaus pH reikšmės, gautos matuojant įvairių laikotarpių knygas ir dokumentus prieš ir po restauravimo, t. y. po šarminimo.

Dar vienas popieriaus rūgštingumo mikromatavimo metodas yra matavimas plokščiuoju elektrodu. 5 lentelėje surašytos popieriaus pH reikšmės, gautos po 1, 3 ir 10 minučių popieriaus ekstrakcijos. Literatūroje nerasta siūlomo ekstrakcijos laiko atliekant popieriaus pH matavimus šiuo metodu, todėl ekstrakcijos laikas pasirinktas kaip ir atliekant matavimus mikrocelėje. Iš 5 lentelėje nurodytų duomenų matyti, kad gautos pH reikšmės po skirtingo ekstrakcijos laiko yra labai panašios. Tokia pati išvada gauta matuojant popieriaus rūgštingumą mikrocelėje.

Literatūroje [5] užsimenama, kad atliekant matavimus plokščiuoju elektrodu, rezultatai labai priklauso nuo popieriaus įgerties. Labai plonų popierių ir popierių, kurie gerai sugeria drėgmę, išmatuoti pH sunku, nes pažeidžiamas kontaktas tarp elektrodų. Nežiūrint šio metodo trūkumo jis yra patogus ir tinkamas restauracinėje praktikoje atliekant palyginamuosius matavimus, kadangi matuojant nepažeidžiamas popieriaus paviršius.

Lyginant standartiniu (makro) metodu gautus rezultatus su rezultatais, gautais matuojant plokščiuoju elektrodu (Sen Tix Sur), didžiausias skirtumas tarp rezultatų sudaro 0,8–1,0 pH.

Įdomu, kad atlikus matavimus plokščiuoju elektrodu (Sen Tix Sur) visų tiriamųjų popierių pH reikšmės yra pasislinkusios į rūgštinę pusę lyginant su

standartiniu matavimu (6 lentelė). Šis faktas minimas ir literatūroje [5]. Tai galėtume paaiškinti taip: popieriuje esančios rūgštinės medžiagos kaip alūnai, rūštys, likusios celiuliozės ir popieriaus gamybos procese, yra tirpios ir lengvai ekstrahuojasi. Tuo tarpu esantys užpildai (kaolinas, talkas, kalcio karbonatas ir kt.), kurie yra šarminiai ir sunkiai tirpsta, ekstrahuojasi ilgiau. Be to, didelę pH paklaidą gauname matuodami popieriaus (pvz. laikraštinio), pagaminto iš medienos masės, rūgštingumą (6 lentelė). Tokiame popieriuje geriausiai išlikusi celiuliozės struktūra, o tai apsunkina medžiagos ekstrakciją. Manytume, kad matuojant senų popierių rūgštingumą, pH reikšmių paklaida turėtų būti mažesnė, nes senėjimo procese popierius tampa poringesnis, turi geresnę įgertį.

pH vidutinių reikšmių priklausomybė nuo ekstrakcijos laiko matuojant tiriamuosius popierius standartiniu (makro) metodu WTW pH 330 (Sen Tix Mic elektrodu)

Popierius	pH n=5 (ekstrakcijos laikas – 1 val.)	pH n=5 (ekstrakcijos laikas – 24 val.)	pH skirtumas
Laikraštinis	5,81	5,94	0,13
Kraft	4,70	4,81	0,11
Kalkė	6,69	6,69	0
Estampinis	5,45	5,37	0,08
Marka B	6,05	6,23	0,18
Multi art	8,72	8,14	0,58
BFK rivers	7,81	7,82	0,01

2 lentelė

pH vidutinių reikšmių priklausomybė nuo ekstrakcijos laiko matuojant tiriamuosius popierius universaliuoju jonometru ЭВ-74 (stiklo elektrodu ЭСЛ-43-07) mikrocelėje

Popierius	Ekstrakcijos laikas (min.)	pH n=5
Laikraštinis	1	5,21
	3	5,55
	10	5,35
Kraft	1	5,53
	3	5,40
	10	5,45
Marka B	1	6,39
	3	6,21
	10	6,08
Multi art	1	8,83
	3	8,78
	10	8,84
Kalkė	1	6,19
	3	6,23
	10	6,17
Estampinis	1	6,12
	3	5,93
	10	5,92
BFK rivers	1	8,40
	3	8,37
	10	8,30

3 lentelė

Tiriamųjų popierių palyginamieji rezultatai, atliekant matavimus standartiniu (makro) metodu ir mikrocelėje

Popierius	pH n=5 ekstrakcijos laikas – 1 val. matavimai atlikti standartiniu metodu	pH n=5 ekstrakcijos laikas – 3 min. matavimai atlikti mikrocelėje	pH skirtumas
Laikraštinis	5,81	5,55	0,26
Kraft	4,70	5,40	0,70
Kalkė	6,69	6,23	0,46
Estampinis	5,45	5,93	0,48
Marka B	6,05	6,21	0,16
Multi art	8,72	8,78	0,06
BFK rivers	7,81	8,37	0,56

Matavimai standartiniu (makro) metodu atlikti jonometru WTW pH 330 (Sen Tix Mic elektrodu).

Matavimai mikrocelėje atlikti universaliuoju jonometru ЭВ-74 (stiklo elektrodu ЭСП-43-07).

## Popieriaus pH reikšmės prieš ir po restauravimo

Objektas	pH reikšmė prieš restauravimą	pH reikšmė po restauravimo
Autorius – „Manuductor animarum“, 1728 m., Vilnius	6,25	7,60
Fridericus Sylburg „Epicae elegiasque minorum“, 1591 m., Frankofurti	5,80	7,25
Šrubauskis Pranciškus „Balsas širdies pas wiespati Diewa“, 1796 m., Vilnius	6,6	7,5
Autorius – „Sacrarum symphoniarum continvatio...“, 1600 m., Noriberge	6,75	8,15
Rankraštis „Anistavos dvaro (Kauno pav.) ribų aprašymas, valstiečių prievolės ir 1803 m. inventorių“, 1803 m., Anistava	5,0	6,5
Graviūra Autorius – , graveris – R. Sluzynski „Marija su šv. Ona ir Jonu Krikštytoju“ 18 a.	5,45	7,0
Rankraštis „Karaliaus maršalkos Mykolo Šimkevičiaus 1563 m. raštas dėl Pašušvio dvaro žemių užrašymo broliams Jonui ir Kasparui Laurynavičiams“, 1563 m., Pašušvys	6,0	7,0

Matavimai atlikti universaliuoju jonometru ЭВ-74 (stiklo elektrodu ЭСП-43-07) mikrocelėje.

5 lentelė

pH vidutinių reikšmių priklausomybė nuo ekstrakcijos laiko matuojant tiriamuosius popierius WTW pH 330 (plokščiuoju elektrodu Sen Tix Sur)

Popierius	Ekstrakcijos laikas (min.)	pH n=5
Laikraštinis	1	4,85
	3	4,85
	10	4,86
Kraft	1	4,58
	3	4,60
	10	4,59
Kalkė	1	6,64
	3	6,73
	10	6,64
Estampinis	1	4,79
	3	4,82
	10	4,89
Marka B	1	5,57
	3	5,52
	10	5,67
Multi art	1	7,72
	3	7,95
	10	8,00
BFK rivers	1	6,88
	3	7,07
	10	7,29

Tiriamųjų popierių palyginamieji rezultatai, atliekant matavimus plokščiuoju elektrodu ir standartiniu metodu

Popierius	pH n=5 ekstrakcijos laikas – 1 val. matavimai atlikti standartiniu metodu	pH n=5 ekstrakcijos laikas – 3 min. matavimai atlikti plokščiuoju elektrodu	pH skirtumas
Laikraštinis	5,81	4,85	0,96
Kraft	4,70	4,60	0,10
Kalkė	6,69	6,73	0,04
Estampinis	5,45	4,82	0,63
Marka B	6,05	5,52	0,53
Multi art	8,72	7,95	0,77
BFK rivers	7,81	7,07	0,74

Matavimai standartiniu (makro) metodu atlikti WTW pH 330 (Sen Tix Mic elektrodu).

Mikromatavimai atlikti WTW pH 330 (plokščiuoju elektrodu Sen Tix Sur).

## IŠVADOS

1. Rūgštingumas yra viena iš svarbiausių popieriaus senėjimo priežasčių. Galutinis popieriaus konservavimo tikslas – jo neutralizavimas, todėl būtina restauruojamo objekto laikmenos – popieriaus pH kontrolė.

Standartinis (makro) pH matavimo metodas dokumentams ir meno kūriniams netinkamas.

2. Šiame darbe palygintos popieriaus pH reikšmės, matuojant standartiniu (makro) metodu GOST 12523-77 ir mikro metodais (kontaktiniu, naudojant plokščiąjį elektrodą, ir matavimu mikrocelėje). Abu mikromatavimo metodai pakankamai tiksliai atspindi pH reikšmių pokyčius restauravimo procesuose ir naudotini kaip palyginamieji metodai.

3. Matuojant popieriaus rūgštingumą mikro metodais (kontaktiniu metodu, naudojant plokščiąjį elektrodą, ir matavimu mikrocelėje) ir 1 min. popieriaus ekstrakcijos pakanka norint gauti patikimus duomenis.

4. Literatūroje nėra palyginamųjų duomenų tarp standartinio (makro) metodo ir matavimo plokščiuoju elektrodu (Sen Tix Sur).

5. Kadangi standartinis (makro) matavimo metodas GOST 12523-77 yra tiksliausias, tai parenkant popierius eksponatų saugojimui bei restauravimui, popieriaus rūgštingumas turi būti matuojamas šiuo metodu.

## LITERATŪRA

1. Barrow W. J. *Hot vs. Cold Extraction Methods for Making a pH Determination*. Tappi, 6, 8, 1963. P. 468–472.
2. Sivakova B. *Popieriaus plovimas, neutralizavimas ir buferinimas vandeniniuose tirpaluose*. Vilnius: Dokumentų konservavimo ir restauravimo centras, 1998.
3. Pravilova T. A., Ivstrubtsina T. V. *Preservation of paper documents by a buffering method* D. M. Flyate (ed.) 1968. Preservation of documents and Papers, Israel Programme for Scientific Translations, Jarusalem.
4. ГОСТ 12523-77 *Целлюлоза, бумага и картон. Метод определения величины рН водной вытяжки*. М.: Изд-во стандартов, 1980.
5. Лепнёв Г. П., Герасимова Н. Т., Иткина П. Х. // *Сообщения*. Москва, 1971. No. 27.
6. Illukowicz W. *Badania nad oznaczaniem pH papieru. Przegląd papierniczy* (Lodz), 20, 1964. P. 139–141.

## SUMMARY

The topic of the paper is “Document Retention Items: Paper Acidity and Methods of Its Micromasurement”. The purpose of the paper is to compare the values of paper acidity received by methods of micromasurement with the values received by standard (macro) measurement of paper acidity. The pH paper measurements were carried out by the standard (macro) method (GOST 12523-77) and two micro methods:

contact (plain electrode Sen Tix Sur)

microcell measurement (glass electrode ЭСЛ-43-07).

The conducted research shows that the both micro methods reflect changes in paper acidity in restoration processes sufficiently precisely and may be employed as comparative methods.