

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

P. ALLES

Mängitud

AATOMITE MEETODI

Kasutamisest

BIOLOGIAS

TARTU 1960

2/51115

A-23518

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOI
GENEETIKA JA DARVINISMI KATEEDER

P. ALLES

Mängitud

ATOMITE MEETODI

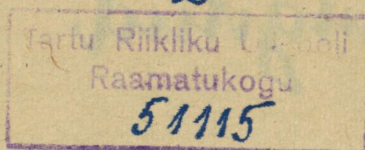
Kasutamiseest

BIOLOGIAS

TARTU 1960

Тартуский государственный университет
г. Тарту, ул. Юликооли, 18
П. Аллес
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА МЕЧЕННЫХ АТОМОВ
В БИОЛОГИИ
На эстонском языке

2



Vastutav toimetaja O. Saks
Korrektor E. Oja

=====

TRÜ Rotaprint 1960. Trükipoognaid 2,5.
Tir. 300 eks. MB 07009. Tell. nr. 421.

Hind rbl. 0.75
1961.a. - rbl.0.08

EESSÕNA.

Käesoleval ajal kasutatakse laialdaselt radioaktiivseid aineid paljudes teadusharudes ja tehnikas. Bioloogias kasutatakse märgitud aatomite meetodit teaduslikus uurimistöös.

Mitmesuguste ülesannete lahendamisel, mis on seoses radioaktiivsete isotoopide kasutamisega, tuleb arvestada, et märgitud aatomite meetod nõuab veel täiendavat läbitöötamist, et kasutada seda nii taimsete kui ka loomsete uurimisobjektide arengu seaduspärasuste väljaselgitamiseks.

Käesoleva praktilise juhendi ülesandeks on tutvustada märgitud aatomite meetodi rakendamist bioloogias. Juhendis on toodud mõningaid andmeid esinevate kiirgusliikide kohta, mis on vajalikud töös radioaktiivsete isotoopidega. On esitatud nõudeid radioaktiivsete ainetega töötamise laboratooriumi suhtes ja antud põhilised ohutustehnika reeglid töötamiseks. Peamine tähelepanu on aga pööratud laboratoorsete tööde läbiviimise meetodikale. Esimeste laboratoorsete tööde ülesandeks on B-2-tüüpi radiomeetriga töötamise ja mõõtmistehnika tundmaõppimine. Järgnevad tööd on ette nähtud bioloogiliste objektidega, jälgides eriti ohutustehnika nõuete täitmist. Vaatamata sellele, et bioloogias kasutatakse suhteliselt väikesi radioaktiivsete isotoopide hulki, on ohutustehnika nõuete täitmine

väga oluline. Praktikum juhise ülesandeks on tutvustada bioloogiliste objektidega töötamisega ja mitmesuguste bioloogiliste küsimuste lahendamiseks radioaktiivsete isotoopide kasutamise meetodi abil.

I. NÕUDED RADIOAKTIIVSETE AINETEGA TÖÖTAMISE
LABORATOORIUMI, VENTILATSIOONI JA APARA-
TUURI SUHTES.

1. Töö radioaktiivsete isotoopidega peab toimuma eraldi ruumis. Töid, mis pole seoses radioaktiivsete isotoopide kasutamiseга, nendes ruumides teostada ei või.

Tööd radioaktiivsete ainetega väiksemas koguses kui 0,1 mg ekv. Ra gamma-kiirgust ja kuni 1 mCu β -kiirgust isotoopidega võib teostada üldistes ruumides eraldi laual.

2. Laboratooriumide põrandada peavad olema siledapinnalised, pragudeta, et vältida radioaktiivsete ainete kogunemist. Põranda kattematerjalina kasutatakse linoleumi või metallplaate. Viimaste ühenduskohad ja ääred olgu siledad.

3. Seinad, laed ja ukсед peavad olema siledad. Seinad värvitakse kahe m kõrguseni heleda õlivärviga. Seinte, lagede ja põrandate ühenduskohad olgu puhastamise hõlbustamiseks ümarad. Kui töötamise ajal võib osutada võimalikuks radioaktiivsete aurude sattumine ruumi, tuleb lagi ja seinad üleni katta õlivärviga ja aknad teha mitteavatavad.

4. Kõik radioaktiivsete ainetega töötamiseks ettenähtud ruumid, kus kasutatakse kõrgema aktiivsusega kui punkt 1 määritud isotoope, peavad olema varustatud äravoolu ja juurde-

voolu ventilatsiooniga. Juurdevoolu süsteem peab olema õhu soojendamiseks talvisel ajal varustatud kalorifeeridega.

5. Ventilatsioon peab toimuma kohalike ehitiste abil, naguapid, boksid, kabiinid jne. Õhu liikumise kiirus peab olema 0,7 - 1 m/sek.

6. Kõikides ruumides, kus lahtiste radioaktiivsete ainetega töötatakse koguses 1 mCu kuni 10 mCu, peab olema kindlustatud mitte vähem kui 5-kordne õhuvahetus tunnis.

Suurte koguste, eriti gaasiliste lenduvate radioaktiivsete ainetega töötamine peab toimuma hermeetiliselt suletud boksidest ja kabiinides manipulaatoritega või boksidesse monteeritud kinnastega. Õhuvahetus niisugustes ruumides peab olema 10 korda tunnis.

7. Väljajuhtiv õhk tuleb puhastada radioaktiivsetest ainetest spetsiaalsetes filtrites. Õhu väljajuhtimine peab toimuma vastu tuult vähemalt 20 m kaugusel õhu sissevoolu avausest ja ümbritsevatest hoonetest 3-4 m kõrgemal.

8. Laboratooriumi mööbel peab olema puhastamise hõlbustamiseks lihtsa konstruktsiooniga. Mööbli välispind (tõmbe-kapp, lauad, riiulid, eksperimentaalloomade hoiukohad) peab olema tihedast materjalist ja heleda õlivärviga värvitud. Laboratooriumis on keelatud hoida tööks mittevajalikke asju (raamatuid, ajakirju jne.).

9. Eksperimentaalloomade pidamiseks peab olema eraldi ruum. Radioaktiivseid aineid saanud katseloomade pidamine koos teiste loomadega on keelatud. Loomade söötmiseks radioaktiivsete ainetega peab olema eraldi ruum.

10. Eksperimentaalloomade ruum peab vastama järgmistele

nõuetele:

- a) seinad kaetud 1,5 m kõrguselt glasuuritud plaatidega, ülejäänud osa ja lagi õlivärvidega;
- b) põrandad kaetud metallplaatidega,
- c) juurdevoolu ventilatsioon ruumides peab kindlustama 10-kordse õhuvahetuse tunnis,
- d) ruumis peab olema soe ja külm vesi.

11. Loomade puurid peavad olema tehtud üleni metallist ja värvitud õlivärviga.

12. Pesunõudel peab olema külma ja sooja vee juurdevool. Kraanid peavad olema varustatud pedaalidega avamiseks ja sulgemiseks. Laboratooriumides, kus pidevalt toimub töö lahtiste radioaktiivsete ainetega aktiivsusega üle 10 mCu, peab olema duširuum.

II. REEGLID RADIOAKTIIVSETE AINETEGA

TÖÖTAMISEKS.

13. Kõik tööd, mille läbiviimisel radioaktiivsed ained võivad õhku sattuda (tolmu, auru või gaasi kujul) tuleb teostada tömbekappides.

14. Radioaktiivsete ainetega töötamine peab toimuma portselanist, plastmassist, roostevabast terasest või emailleeritud alustel. Otstarbekohane on katta alus filterpaberiga, eriti radioaktiivsete lahustega töötamisel.

15. Keelatud on radioaktiivsete lahuste pipetti imemine suuga. Selleks otstarbeks kasutatakse vastavaid mehhaanilisi abinõusid (kummipirniga varustatud pipetti jm.).

16. Lahuste tsentrifuugimisel jälgitakse, et tsentrifuugi seinad ei saastuks. Kaas ei tohi olla avatav enne tsentrifuugi täielikku pidurdamist.

17. Töötamisel lahuste või pulbritega, mis kiirgavad β -osakesi, kasutatakse kantavaid ekraane, mis on valmistatud küllaldase paksusega väikese aatomnumbriga materjalidest (klaas, alumiinium jne.).

18. Töötamisel gamma-kiirgust andvate radioaktiivsete isotoopidega kasutatakse seatinast kaitseekraane. Gamma-kiirguse allikas asetatakse võimalikult kaugemale töötajast. Töötatakse mitmesuguste manipulaatoritega.

19. Radioaktiivsete ainetega töötamise ruumid puhastatakse iga päev niiske lapiga, laudade ja kappide välispinnad pestakse. Põhjalik ruumide puhastus (seinte, akende ja uste pesemine) toimub mitte harvem kui 1 kord kuus.

20. Erilist tähelepanu pööratakse loomade jaoks kasutatavate ruumide puhastamisele, sest nende eritised, karvad jne. võivad sisaldada radioaktiivseid aineid. Ruume ja samuti puure pestakse iga päev.

21. Ruumide puhastamiseks kasutatakse eraldi harju, ämbreid ja lappe, mille kasutamine teistes ruumides on keelatud. Koristusinventar tuleb säilitada lukustatavas kapis või metallkastis.

22. Juhuslikult saastunud pindadelt kogutakse radioaktiivne lahus viivitamatult filterpaberi abil. Pärast seda pestakse saastunud koht sooja veega. Kui koht on peale pesmist aktiivne, kasutatakse spetsiaalseid reaktiive sõltuvalt isotoobi keemilisest koostisest.

23. Tööstuses, transpordis ja põllumajanduses lubatakse kasutada radioaktiivseid aineid poolestusajaga mitte üle 15 ööpäeva kooskõlas sanitaarjärelevalve organitega igal konkreetsel juhul.

24. Tooted, mis sisaldavad radioaktiivseid aineid, peavad olema varustatud vastava märgiga ja antud lattu säilitamisele vähemalt 10-kordseks poolestusajaks.

25. Ülalnimetatud toodanguliikide väljalaskmine peab leidma kinnituse sanitaarorganitelt.

III. INDIVIDUAALNE KAITSE.

26. Kõik radioaktiivsete ainete töötajad peavad olema kaitstud individuaalselt kitlitega, kummikinnastega jne. Alalisel töötamisel lahtiste radioaktiivsete ainete üldise aktiivsusega üle 10 mCu töökoha kohta peab töötaja olema kindlustatud spetsiaalse riietuse, pesu ja saabastega.

27. Radioaktiivsete lahuste, pulbrite või lahtiste radioaktiivsete preparaatidega (üldise aktiivsusega üle 1 mCu) töötajad peavad olema varustatud põlledel või kitlitega ja tuhvliite või saabastega.

28. Töötamisel radioaktiivsete ainete gaasidest saastunud õhus (töö pulbritega, radioaktiivsete ainete keetmine jne.) on vajalik spetsiaalsete respiraatorite kasutamine.

29. Remont- ja avariitöödel, kui õhk on saastunud, peavad töölised olema varustatud spetsiaalsete hingamisaparatuuridega.

30. Puuvillased spetsiaalriided pestakse mitte harvem

31. Spetsiaalriietus pestakse eri pesukodades.
32. Minek ruumi, kus töötatakse radioaktiivsete ainetega ilma individuaalsete kaitseseadmeteta, on keelatud.
33. Laboratooriumist väljumisel võetakse ära kittel, kindad ja muu spetsiaalne riietus.
34. Sõõmine ja toiduainete hoidmine laboratooriumis on keelatud.
35. Sõõmiseks peab olema eriruum pesemise võimalusega.
36. Kõikides ruumides, kus töötatakse radioaktiivsete ainetega, on keelatud suitsetamine.
37. Laboratooriumide juures peab olema eri ruum või eri kapp väljaspool tööruumi koduste ja tööriietuse hoidmiseks. Nendes kappides peab olema 2 osakonda koduse ja tööriietuse jaoks. Üleriiete viimine laboratooriumi on keelatud.

IV. SANITAARNE INSTRUKTAAŽ JA MEDITSIINILINE KONTROLL.

38. Igas laboratooriumis peab olema kindel töötamise kord, mis kinnitatakse asutuse juhataja poolt.
39. Radioaktiivsete ainetega töötajad peavad tundma sanitaar-tehnilisi- ja kaitseabinõusid ja ohutuid töömeetodeid ning andma selles eksami. Iga kuue kuu töötamise järel tuleb täiendavalt kontrollida töötajate teadmisi.
40. Enne radioaktiivsete ainetega tööle asumist peavad töötajad käima meditsiinilisel läbivaatusel.
41. Kõik töötajad peavad 1-2 korda aastas perioodiliselt end laskma meditsiiniliselt kontrollida ja vere analüüsi teha.

Läbivaatuste arv sõltub kiirguse liigist, radioaktiivsete ainete hulgast ja tõe iseloomust.

V. DOSIMEETRILINE KONTROLL.

42. Kõikjal, kus töötatakse radioaktiivsete ainetega, tuleb teostada dosimeetrilist kontrolli, mis fikseeritakse spetsiaalses arvestusvihikus.

43. Dosimeetriline kontrollimine viiakse läbi eesmärgil vältida töötajate ülemäärast kiiritamist, aga samuti ka radioaktiivsete ainete organismi sattumist.

44. Dosimeetriliste kontrollimiste arv määratakse kindlaks olenevalt tõe iseloomust antud laboratooriumis.

VI. PRAKTILISED TÖÖD.

TÖÖ nr. 1. RADIOMEETER E-2 ÜMBERLOENDAJA TÖÖ KONTROLLIMINE JA LOENDAJA KARAKTE- RISTIKA (PLATOO) MÄÄRAMINE.

Enne radioaktiivsete preparaatide mõõtmisele asumist tuleb kontrollida radiomeeter E-2 ümberloendaja korrasolekut. Radiomeeter lülitatakse elektrivõrku, kontrollides eelnevalt pinge sobivust. Pärast aparadi soojenemist ühe-kahe minuti kestel, kui süttivad mõned indikaatorlambid, kustutatakse need vastavale nupule vajutamiselega (сброс). Ümberlülitaja keeratakse positsioonile "kontroll" (пробарка), asetades samal ajal elektromehaanilise summaatori skaalad nullile.

Nüüd lülitatakse üheaegselt sisse sekundomeeter ja loen-

Tulemused kantakse tabelisse alljärgneva vormi kohaselt:

Loendus- koefitsient	Loendaja näitaja 1 minuti jooksul	Kõrvalekaldumine 3 tuhandest	Viga %-des
64	$a \times 64 + b = d$	$3000 - d = e$	

Vahelduvvoolu sagedus on 50 perioodi sekundis ehk 3000 minutis. Kui sageduse lugem ei erine üle 2% 3000-st, siis on loenduskanal töökorras.

Loendaja kvaliteedi ja tööpinge määramiseks peame teadma sõltuvust loenduskiiruse ja loendajale rakendatud pingest vahel. Selle sõltuvuse kindlaksmääramist nimetatakse loendaja karakteristika uurimiseks. Karakteristika piirkond, kus pingest muutmise tagajärjel ei muutu registreeritud impulsside arv ajaühikus, kannab platoo nimetust.

Loendaja karakteristika määramist viiakse läbi järgnevalt:

1. Uuritav gaaslahendusloendaja ühendatakse aparaadiga
B-2. Loendaja alla paigutatakse radioaktiivne preparaat. Tõstes aeglaselt pinget, määratakse pingest, mille juures algab impulsside registreerimine. Seejärel tõstetakse pinget 30-40 volti ja valitakse selline preparaadi kaugus, et loendajas tekiks 10-20 impulssi sekundis. Pärast seda alustatakse mõõtmist esialgse pingest juures, mil ilmusid esimesed impulsid.

2. Loenduskanal lülitatakse välja, kustutatakse neonlambikesed, nullistatakse summaatorid.

3. Sekundomeeter ja loendaja lülitatakse üheaegselt sisse.

4. 5-10 minuti möödumisel lülitatakse välja loenduskanal ja sekundomeeter.

5. Kirjutatakse üles summaatori lugem, korrutatakse see vastava koefitsiendiga ja liidetakse juurde neonlampide lugem.

6. Tõstetakse pinget 50 voldi võrra ja mõõdetakse uuesti loenduskiirust. Töö kestab kõikidel järgmistel mõõtmistel sama kaua kui esimenegi kord. Seda protsessi korratakse kuni loenduskiiruse järsu tõusuni järgneval pingel tõstmisel, mis näitabki loendaja tööpiirkonna lõppu. Mitte mingil juhul ei või jätta loendajat sellise pingel alla või suurendada seda, vaid pinget tuleb kohe vähendada 50-100 voldi võrra.

7. Mõõteandmetest koostatakse graafik, kus abstsissiteljele märgitakse pingel voltides ning ordinaatteljele impulsside arv ajaühikus.

Nii saame järgmised andmed loendaja kohta:

- 1) loendaja platoo ulatusel,
- 2) platoo kalde.

Need andmed on vajalikud antud loendaja tööpingel määramiseks.

Mõõtmise tulemused kantakse tabelisse alljärgneva näidise järgi:

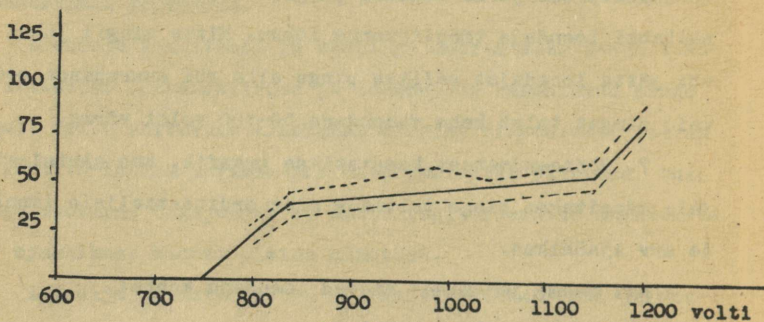
..... loendaja nr.

Pingel voltides	Impulsse minutis	Viga
500	-	-
600	-	-
700	-	-
800	-	-
850	$0 \times 64 + 27 = 27$	5

Pinge voltides	Impulsse minutis	Viga
900	$14 \times 64 + 18 = 914$	30
950	$15 \times 64 + 40 = 1000$	32
1000	$15 \times 64 + 10 = 970$	31
1050	$16 \times 64 + 2 = 1026$	32

imp./min.

jne.



TÜÜ 2. TÖÖPINGE JA FOONI MÄÄRAMINE.

Pärast loendaja töö karakteristika määramist võetakse loendajale kindel tööpinge, mille juures edaspidi mõõtmisi teostatakse. Seda pinget nimetatakse tööpunktiks ehk tööpingeks. Loendaja riknemise vältimiseks tuleb valida tööpinge platoo esimesel poolel.

Järgnevalt määratakse loodusliku radioaktiivsuse foon. Selleks kõrvaldatakse loendaja alt radioaktiivne preparaat, loetakse loodusliku radioaktiivsuse impulsside arv 5-10 minuti jooksul arvutatakse loenduskiirus 1 minutis.

Igale loendajale tuleb määrata foon. Fooni stabiilsust kontrollitakse iga mõõtmisseeria algul ja lõpul. Tulemustest

arvutatakse aritmeetiline keskmine

$$n_{\text{foon}} = \frac{n_{\text{foon}} + n_{\text{foon}}}{2}$$

Foon võib aga mõõtmisseeria kestel muutuda, sellepärast määratakse seda ka sagedamini. Suurt täpsust nõudvate tööde puhul määratakse foon enne iga üksikmõõtmise algust ja peale mõõtmise lõppu.

Kõrvalise kiirguse mõju vältimiseks paigutatakse loendaja "tinamajakesesse". See vähendab tunduvalt fooni suurust ja stabiliseerib seda.

TÖÖ 3. PREPARAADI ABSOLUUTSE AKTIIVSUSE

MÕÕTMINE.

Kui on vaja teada ühe või teise radioaktiivse aine hulka, siis mõõdetakse absoluutset aktiivsust.

Absoluutse aktiivsuse määramist β -aktiivsetel ainetel, mida bioloogias kõige enam kasutatakse, teostatakse gaaslahendusloendajate abil.

Loenduskiirus on proportsionaalne preparaadi aktiivsusega. Loenduskiiruse andmetest aktiivsuse arvutamisel tuleb teha vastavad parandused mõõtmistulemustesse alljärgnevate faktorite arvel:

- 1) statistiline fluktuatsioon (loenduskiiruse kõikumine),
- 2) foon,
- 3) loendamise kestus,
- 4) ruuminurga suurus,

- 5) neeldumine loendaja seintes ja õhus,
- 6) preparaadi sees toimuv neeldumine,
- 7) tagasipeegeldumine,
- 8) lagunemisskeem,
- 9) gaaslahendusloendaja efektiivsus.

Üleminek loenduskiiruselt aktiivsusele toimub järgmise valemi järgi:

$$a = \frac{n_{t\delta el}}{22,2 \cdot 10^5 \cdot o.p.k.s.q.e} ,$$

kus:

- a - preparaadi aktiivsus μCu ,
- $n_{t\delta el}$ - loenduskiirus miinus foon,
- o - suhteline ruuminurk,
- p - koefitsient, mis arvestab lagunemisskeemi,
- k - koefitsient kiirguse neeldumise arvestamiseks loendaja seintes ja õhus (γ -kiirtel ei arvestata õhus neeldumist)
- s - koefitsient preparaadisisesest neeldumise arvestamiseks,
- q - tagasipeegeldumise koefitsient,
- e - loendaja efektiivsus (β -kiirgusele = 1; γ kiirgusele kõigub 0,01 kuni 0,0001).

Märkus: Kui uuritav preparaat sisaldab radioaktiivset ainet, mis on ainult β -aktiivne, nagu näit. C^{14} , P^{32} , S^{35} jt., siis $p = 1$.

Ent paljudel radioaktiivsetel isotoopidel kaasneb β -kiirgusega ka γ -kiirgust. Näit. J^{131} kiirgab peale β -osa-

keste alati ka γ -kvante ja tema jaoks $p = 1,028$.

K^{40} aatomid võivad välja paisata β -osakesi niihästi ilma γ -kiirguseta kui ka järgneva γ -kiirgusega. Sellepärast K^{40} jaoks $p = 0,89$.

TÖÖ 4. STATISTILISE FLUKTUATSIOONI SUURUSE

MÄÄRAMINE.

Loendajaga töötamisel täheldatakse, et võrdseis ajavahemikes muutumatute tingimuste juures on saadud impulsside arv kõikuv. Seda seletatakse impulsside statistilise jagunemisega. Statistika seadustest võib välja arvutada lubatavad kõrvalekaldumise piirid, mida nimetatakse keskmiseks ruuthälbeks. Kui on mõõdetud N impulssi, siis on N kõrvalekaldumine $\pm \sqrt{N}$. Suhtelist mõõtmise viga r väljendatakse

$$r = \frac{\sqrt{N}}{N} \cdot 100\%.$$

Sellest on näha, et mida suurem on N , seda väiksem on suhteline mõõtmise viga ja seda täpsem on mõõtmine.

Määrates kindlaks mõõtmise täpsuse, võib määrata vajaliku impulsside arvu, mis tagab soovitud täpsuse mõõtmisel. Sel juhul on valem järgmine:

$$N = \frac{100^2}{r^2},$$

Teades aga loenduskiirust, võib määrata mõõtmiseks vajaliku ajavahemiku. Kuna mõõtmise kestus

$$t = \frac{N}{n}, \text{ siis valem on } t = \frac{100^2}{r^2 \cdot n}$$

Sellesse valemisse on sobiv asetada suurused järgmistes ühikutes:

t - mõõtmise kestus minutites,

r - mõõtmise täpsus % -des statistilise kõrvalekaldumise arvel,

n - loenduskiirus (impulsside arv minutis).

See valem kehtib siis, kui foon võrreldes preparaadist põhjustatud loenduskiirusega on suhteliselt küllalt väike.

TÜÜ 5. RADIOMEETRI LAHUTUSAJA MÄÄRAMINE.

Aparaadi lahutusaeg sõltub gaaslahendusloendaja, elektro-mehaanilise summaatori ja elektronskeemi omadustest.

Kasutatava aparadi lahutusaaja määramine eksperimentaalselt toimub järgmiselt.

Loendaja alla asetatakse radioaktiivne preparaat ja mõõdetakse sellest põhjustatud loenduskiirust. Seejärel asetatakse alla veel teine preparaat ja mõõdetakse uuesti loenduskiirus. Pärast seda eemaldatakse esimene preparaat ja mõõdetakse ainult teisest preparaadist põhjustatud loenduskiirust. Aparadi lahutusaeg arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$t = 2 \frac{n_1 + n_2 - n_{1,2} - n_{\text{foon}}}{(n_1 + n_2) \cdot n_{1,2}},$$

kus: t - aparadi lahutusaeg minuteis,

n_1 - esimesest preparaadist põhjustatud loenduskiirus
(imp. minutis),

n_2 - teisest preparaadist põhjustatud loenduskiirus
(imp. minutis),

$n_{1,2}$ - kahest preparaadist korraga põhjustatud loenduskiirus,

n_{foon} - foon (imp. minutis).

Lahutusaeg määratakse ümberloendaja 1:1 ja 1:64 kasutamisel.

Teades radiomeetri lahutusaega, saab määrata igast preparaadist põhjustatud loenduskiirust $n_{\text{tõel}}$, milles on arvestatud aparadi lahutusvõimet.

1. Mõõdetud impulsside arvu ($n_{\text{mõõdet}}$) parandatakse, arvestades aparadi lahutusaega:

$$n_0 = \frac{n_{\text{mõõdet}}}{1 - n_{\text{mõõdet}} \cdot t}$$

n_0 - preparaadist ja foonist põhjustatud loenduskiiruste summa, mis on parandatud, arvestades aparadi lahutusaega.

2. Määrame n tõelise väärtuse

$$n_{\text{tõel}} = n_0 - n_{\text{foon}}$$

Arvestades statistilist fluktuatsiooni, on preparaadist põhjustatud impulsside tõeline arv

$$n_{\text{tõel}} \pm \sqrt{n_{\text{tõel}}}$$

Töö 6. SUHTELISE RUUMINURGA α MÄÄRAMINE.

Suhtelise ruuminurga abil arvestatakse kiirguse osa, mis satub preparaadist loendajasse. See määratakse kindlaks järgmiste valemite abil:

a) silindriliste loendajate kasutamisel, kui preparaat, mille läbimõõt on väiksem loendaja raadiusest ja asub 2-5cm kaugusel loendajast

$$\alpha = \frac{1}{180} \text{ arc sin } \frac{R}{h} ,$$

kus:

R - loendaja katoodi sisemine raadius cm-tes,

h - loendaja keskpunkti kaugus preparaadi tsentrist
cm-tes,

b) otsloendaja ja väikese suurusega preparaadi korral

$$\alpha = \frac{\sqrt{R^2 + h^2} - h}{2 \sqrt{R^2 + h^2}} ,$$

kus:

R - loendaja katoodi sisemine raadius cm-tes,

h - preparaadi tsentrumi kaugus kuni loendaja efektiivse mahuni (niidi lõpuni).

Töö 7. NEELDUMISKOEFITSIENDI k MÄÄRAMINE.

Neeldumiskoeffitsienti k võib määrata nii arvutamisega kui ka eksperimentaalsel teel.

A. Neeldumiskoeffitsiendi k määramine arvutamise teel.

1. Määratakse loendaja seina tavaline paksus mg/cm^2 . Kui loendaja seina või akna paksus ja materjali tihedus on teada, siis arvutatakse paksus mg/cm^2 järgmiselt:

$$P = h_1 \cdot d \cdot 1000,$$

kus:

P - paksus mg/cm^2 ,

h_1 - seina paksus cm -tes,

d - seina materjali tihedus g/cm^3 .

Seina efektiivne paksus on alati suurem seina tavalisest paksusest P , sest osa kiirgusest läbib seina mitte perpendikulaarselt, vaid teatud nurga all.

Silindrilisel loendajal võrdub P_{efekt} kahekordse paksusega P . Otsloendajal on P_{efekt} peaaegu võrdne P -ga ja ei ületa tavaliselt $1,2P$. P_{efekt} sõltub suhtelisest ruuminurgast.

2. Et arvestada õhus neelduvat kiirgust, tuleb loendaja seina jaoks määratud P_{efekt} -ile juurde arvestada õhukihi paksus preparaadi ja loendaja vahel väljendatuna mg/cm^2 . Ühe cm paksusel õhukihil on $P - 1,29 \text{ mg/cm}^2$.

$$P_{\text{efekt}}^1 = P_{\text{efekt}} + 1,29 \cdot h_2,$$

kus

P_{efekt}^1 - loendaja seina ning õhukihi efektiivsete paksuste summa,

P_{efekt} - loendaja seina efektiivne paksus,

h_2 - õhukihi paksus cm -tes loendaja ja preparaadi vahel.

3. Valemi järgi

$$k = \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{P_{\text{efekt}}^1}{d \cdot 1/2}}$$

määratakse neeldumiskoeffitsient k , kus $d_{1/2}$ on kihi paksus mg/cm^2 , milles toimub kasutatava β -kiirguse nõrgenemine 2 korda.

$d_{1/2}$ väärtusi iga radioaktiivse isotoobi kohta võib leida käsiraamatutest ja kataloogidest, nagu näit.

Н.Г. Гусев, "Справочник по радиоактивным излучениям и защите" МЕДИЦИЗ, 1956, lk. 80 tabel 45.

Каталог "Изотопы, источники излучений и радиоактивные материалы", АТОМИЗДАТ, 1959.

Allpool on esitatud mõningate radioaktiivsete isotoopide β -kiirguse nõrgenemiseks vajalikud kihipaksused $d_{1/2}$ ühikutes mg/cm^2 :

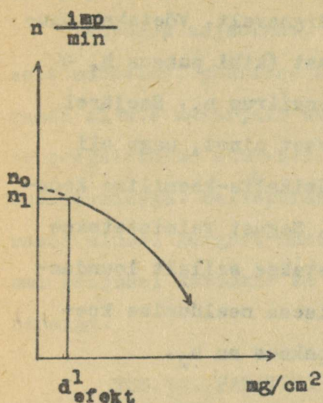
Cl^{36} - 2,6	Ca^{45} - 5,5
P^{32} - 115	Co^{60} - 7,3
S^{35} - 3,0	Cu^{64} - 21,8
K^{42} - 143 25%	Sr^{90} - 24,4
- 249 75%	

B. Koeffitsiendi k eksperimentaalne määramine.

Koeffitsienti k võib määrata ekstrapoleerimise teel.

Loendajast kindlale kaugusele asetatakse preparaat ja mõõdetakse selle loenduskiirust. Pärast seda asetatakse preparaadi ja loendaja vahele alumiiniumplaadid ja mõõdetakse loenduskiirus erineva paksusega plaatide vahel asumise korral.

Tehakse graafik, kus horisontaalteljele kantakse neelava kihi paksus $F \text{ mg}/\text{cm}^2$ ning vastavalt vertikaalteljele impulside arv minutis. Viimasele tehakse parandus fooni ja aparraadi lahutusaja arvel nagu töldes nr. 2 ja 5. Algpunkt kõveral vastab loenduskiirusele kiirguse neeldumisel õhus ja loendaja



TÜÜ 8. KOEFITSIENDI s MÄÄRAMINE.

Preparaadis eneses esineva neeldumise arvestamiseks võib määrata koefitsiendi s nii arvutamisega kui eksperimentaalsel teel.

$$s = \frac{N}{N_0} = \frac{d_{1/2}}{0,693 \cdot L} \left(1 - 2^{-\frac{L}{d_{1/2}}}\right),$$

kus:

s - preparaadisisesse neeldumise koefitsient

$d_{1/2}$ - kihi paksus, milles toimub antud energiaga kiirguse nõrgenemine 2 korda

L - preparaadi paksus.

See valem on kehtiv, kui preparaadi paksus ei ületa $d_{1/2}$.

Real juhtudel on vajalik määrata preparaadisisesse neeldumise koefitsienti eksperimentaalselt.

dumise koefitsienti eksperimentaalselt.

Kui on teada preparaadi aktiivse kihi paksus mg/cm^2 , siis võib koefitsienti S määrata alljärgnevalt. Võetakse õhukese radioaktiivse aine kihiga preparaat (kihi paksus $h_1 \ll 0,1 d_{1/2}$) ja mõõdetakse sellelt loenduskiirus n_1 . Seejärel segatakse samasugune kogus radioaktiivset ainet, nagu oli kihis h_1 , ballastainega (s.o. sama füüsikalise-keemilise koostisega aine, kuid mitteradioaktiivne). Segust valmistatakse preparaat kihi paksusega h_2 ning mõõdetakse sellelt loenduskiirus n_2 . Suhe $\frac{n_2}{n_1}$ ongi preparaadisese neeldumise koefitsient s preparaadi jaoks, mille paksus on h_2 .

T86 9. PEEGELDUMISE KOEFITSIENDI q MÄÄRAMINE.

Üldreeglina asuvad mõõdetavad preparaadid vastaval alumiiniumalusel. Preparaadi loenduskiiruse määramisel tuleb arvestada, et seda võib mõjutada β -osakeste tagasipeegeldumine aluselt. See põhjustab loendajasse sattunud β -osakeste suurenemist. Peegeldumise koefitsiendi q määramist eksperimentaalselt võib teha järgmiselt.

Uuritav preparaat paigutatakse õhukesele kilele (1 mg/cm^2), mis omab väikest aatomnumbrit (kolloodium, suitsupaber) ja määratakse loenduskiirus. Preparaat paigutatakse loendaja alla nii, et preparaadi ja ümbritseva keskkonna vahel oleks 3-5 cm paksune õhukiht. Järgnevalt pannakse tihedalt preparaadi alla alumiiniumalus ja määratakse uuesti preparaadi aktiivsus. Teise mõõtmise lugemi suhe esimesesse ongi tagasipeegeldumise koefitsient.

Arvestades asjaolu, et tagasi peegeldub enamasti ainult

pehme kiirgus, on mõtet arvestada seda ainult töö korral loendajatega, mille akna paksus on 3-5 mg/cm².

Lähtudes asjaolust, et tagasipeegeldumine ei ole täpselt mõõdetav, püütakse seda maksimaalselt vähendada. Preparaadi aluste materjali valikul tuleb arvestada, et β -osakeste peegeldumine suureneb koos aluse materjali aatomnumbri suurenemisega. Sellepärast valmistatakse harilikult preparaadi alused kergest materjalist nagu Al ja plastmassid. Samal põhjusel kaetakse ka "tinamajakese" seinad seest alumiiniumiga.

TÖÖ 10. PARANDUS LOENDAJA EFEKTIIVSUSE e ARVEL.

Loendaja efektiivsuse parandus arvestab registreerimata osakeste arvu üldisest kiirgusest, mis on sattunud loendajasse. Töötades β -kiirgusega, kõigub loendaja efektiivsus (ϵ) 0,98-0,99 piirides ja sellepärast loetakse see arv praktiliselt võrdseks ühega.

γ -kvantide registreerimisel on loendaja efektiivsus selline suurus, mis sõltub nii kiirguse energiast kui ka loendaja katoodi materjalist ja paksusest. Loendaja efektiivsus võib olla 0,01-0,0001. Efektiivsuse arvestamiseks on vaja teada katoodi materjali ja paksust. Suure energiaga γ -kiirguse puhul võib loendaja efektiivsust suurendada, ümbritsedes selle täiendavalt õhukese seatinast kattega. Keerulise γ -kiirguse spektri puhul, kus esineb erinevate energiatega kiirgusi, tuleb arvestada loendaja efektiivsust eraldi iga komponendi suhtes.

TÖÖ 11. FOSFORI JAOTUMISE UURIMINE MESILASTE ORGANISMIS.

Tihti on vaja uurida mitmesuguste organismi sattuvate ainete palknemist erinevates kudedes ja organites. Seda on lihtne teha märgitud aatomite meetodil. Bioloogiliselt on üks tähtsamaid elemente fosfor. Arvestades seda, uuritaksegi käesolevas töös fosfori jaotumist organismi eri osade vahel.

Töö läbiviimiseks antakse katseloomadele koos mitteradioaktiivse fosforiga ka radioaktiivset isotoopi P^{32} . Fosforit võib organismile manustada erinevalt, vastavalt uurimistöö eesmärgile: võib anda koos söödaga, süstida jne.

Enne töö alustamist tuleb välja arvestada kasutatava radioaktiivse fosfori hulk. Mida vähem radioaktiivset ainet organismi viiakse, seda parem. Radioaktiivse aine hulk looma organismis peab olema selline, mida on võimalik olemasoleva aparatuuriga täpselt mõõta. Aine hulga väljaarvestamisel arvestatakse katse kestust ja preparaadi mõõtmiseks kasutatava loendaja tüüpi. Radioaktiivse aine hulk preparaadis peab olema nii suur, et kiirgus ületaks fooni vähemalt kaks korda, sest vastasel korral on raske radioaktiivse isotoobi olemasolu statistilise tõenäosusega kindlaks määrata.

Fosfori jaotumise uurimisel mesilaste erinevates kudedes ja organites peame arvestama kõige esmalt viimaste kaalu. Mesilase keha kaal on ca 100 mg. Preparaatide kaal on aga mitu korda väiksem (3-5 mg). Kasutades alumiiniumloendajat AC-2, on selle foon ligikaudu 50 imp/min. Sellepärast tuleb anda mesilastele selline kogus radioaktiivset ainet, et valmista-

tud preparaadi aktiivsus oleks vähemalt 100 impulssi (2-kordne foon) minutis. Arvestades mesilase kehakaalu ja preparaadi raskust, tuleb anda radioaktiivset fosforit niisuguses koguses, et selle kiirgus oleks vähemalt 2000 imp./min. juhul, kui fosfor jaguneks ühtlaselt kõikide kehaosade vahel.

Tegelikult aga jaguneb fosfor organismi eri osade vahel ebaühtlaselt, sellepärast tuleb radioaktiivse aine hulka kolmekordistada, s.o. $2000 \cdot 3 = 6000$ imp./min. Preparaadi aktiivsuse suurendamine oleneb katseülesandest ja uuritavate organite liigist. Kui uurime näit. selliseid organeid, kus fosfor koguneb (luud), siis tuleb radioaktiivset ainet viia organismi vähem, ja vastupidi, juhul, kui uurime sellist organit, kuhu koguneb suhteliselt vähem radioaktiivset ainet, tuleb viimase hulka suurendada.

Organismi viidava radioaktiivse aine hulga arvestamisel lähtume loendaja tüübist. AC-2 maksimaalne efektiivsus ei ületa 20-25%. Järelikult me saame mõõta ainult 20-25% preparaadi aktiivsusest. Seega tuleb mesilaste organismi viidava isotooibi kogust suurendada viiekordselt, s.o. $6000 \cdot 5 = 30000$ imp./min. Igale mesilasele tuleb anda selline kogus radioaktiivset fosforit, mis annaks 30000 imp./min.

Radiobioloogia laboratooriumi tuuakse radioaktiivset ainet konteinerites, kusjuures nendega kaasas on pass, millele näidatakse radioaktiivse aine hulka milliküriides. Arvestades seda, peame väljendama arvutustulemuse 30000 imp./min. milliküriides (mCu).

Teades, et 1 mCu annab $2,2 \cdot 10^9$ lagunemist minutis, leiame vajaliku aine hulga, jagades lagunemiste hulga mCu-s

toimuva lagunemiste arvuga:

$$\frac{30\ 000}{2,2 \cdot 10^9} \approx 0,015 \cdot 10^{-3} \text{ mCu radioaktiivset fosforit } P^{32}.$$

Üldnimetatud kogus radioaktiivset fosforit peab olema uuritavas organismis preparaadi valmistamise päeval. Tegelikult aga on fosfori organismi viimise ja preparaadi valmistamise aja vahel erinevus, mille jooksul radioaktiivse aine hulk väheneb.

Kui näit. preparaadi valmistamine toimub 14 päeva pärast radioaktiivse fosfori viimist organismi, siis on fosfori hulk vähenenud. P^{32} poolestusaeg on ligikaudu 14 päeva (14,3 päeva). Kui meil on katse algul näit. poolteist mCu radioaktiivset P^{32} , siis jääb sellest 14 päeva pärast järele pool, s.o. 0,75 mCu radioaktiivset P^{32} .

Fraktiliselt toimub radioaktiivse fosfori söötmine mesilastele järgmiselt: kärjetükile tilgutatakse kummipirniga varustatud (!) pipeti abil väljaarvestatud radioaktiivse fosfori lahuse kogus ja asetatakse see ettenähtud katsepuuri. Pärast seda paigutatakse katsepuurid termostaati $+20 + +25^{\circ}\text{C}$ temperatuuri juurde. Töö läbiviimisel tuleb jälgida kõiki ohutustehnika nõudeid: töötada kummikinnastes ja ka vastavas kaitseriietuses. Termostaate mesilastega tuleb hoida eraldi ruumis, kuhu on takistatud kõrvalistele isikutele juurdepääs. Preparaatide valmistamise päevaks tuuakse termostaadid prepaareerimisruumi, kuhu on toodud kõik vajalik materjal preparaate valmistamiseks, samuti ka valmistatud protokollivormid ja aktiivsuse mõõtmise aparaat. Töölaud kaetakse fil-

terpaberiga, asetatakse sellele prepeareerimisvann ja nõu jääkide paigutamiseks. Lauale asetatakse ka vajalikud instrumendid: käärid, kaks skalpelli, kaks anatoomilist pintsetti, kaalud, harilik pliats. Alusklaasidele kleebitakse kaks 1 cm² suurust paberitükikest, mida on hõlpus valmistada millimeeterpaberist. Alusklaasidele tehakse märgid vahapliatsiga või tugi-
šiga. Andmete ülesmärkimiseks kasutatakse vastavat vormi:

Preparaadi nimetus	Kaal		Impulsside arv		5 mg raskuse preparaadi tõeline loenduskiirus
	Üldine kaal	paberi kaal koos jääkidega	preparaadi kaal	5 min. jooksul	

Katsemesilased puurides surmataakse eetri auruga ja asetatakse prepeareerimisvannidele. Uurimiseks võetakse korraga 5 mesilast. Prepeareerimisvanni asetatakse ka alused preparaaside paigutamiseks. Fosforisisaldus määratakse järgmistes organites: skeletis, peas, rindmikulihastes, südames, kesksooles, meepõies ja tiibades. Vastavad organid viiest mesilasest asetatakse ühele alusele. Uurimiseks võetud materjal kaalutakse. Niisked bioloogilised koed neelavad harilikult tugevasti

β-kiirgust, sellepärast on neid vaja eelnevalt kuivatada kuivatuskapis. Väliskelett puhastatakse lihaste jäämustest, kaalutakse ja asetatakse fosfortiiglites muhvelahju 1-2 tunniks.

Valmis kuivatatud ja peenendatud preparaadid viiakse mõõtmisruumi, kus määratakse kõige esmalt foon, pärast seda aga järjekorras preparaadid. Mõõtmistulemused kantakse vastavasse tabelisse. Saadud andmetest selgub fosfori omastamine

erinevate kehaosade poolt.

T88 12. NEELDUMISE UURIMINE BIOLOOGILISTES

KUDEDES.

β - osakeste läbitungimisvõime bioloogilistest kudedest on üsna piiratud. Nõrk läbitungivus on tingitud peamiselt kudedete rikkalikust vee-sisaldusest, mis põhjustabki paksemate preparaate mõõtmisel vigu. Preparaadisese neeldumise ulatuse kindlaksmääramiseks valmistatakse mesilaste tagakehast erineva paksusega preparaadid (10, 20, 30, 40 ja 50 mg raskused). Kaalutud materjal peenendatakse ja asetatakse ühtlase kihina võrdse suurusega alustele. Aluse suuruseks võetakse tavaliselt 1 x 1 cm. Preparaadid valmistatakse võimalikult kiiresti, et neid saaks mõõta enne, kui nad jõuaksid kuivada. Aktiivsust mõõdetakse alumiiniumloendaja AC-2 abil 5% täpsusega. Mõõtmistulemused kantakse alljärgnevasse tabelisse:

Preparaadi kaal mg-des	Loendatud impulsside arv		Arvutuslik loendus- kiirus
	t minuti jooksul	1 minuti jook- sul foonita	
10			
20			
30			
40			
50			

Lahter "arvutuslik loenduskiirus" täidetakse arvestusega, et preparaadi aktiivsus suureneb proportsionaalselt selle kaalu suurenemisega.

Erinevused "arvutusliku loenduskiiruse" ja eksperimentaalselt määratu vahel ongi kudedes neelduvuse näitajaks.

Saadud andmetest koostatakse graafik. Abstsissiteljele kantakse uuritava preparaadi raskus mg-des, ordinaatteljele eksperimentaalne ja "arvutuslik loenduskiirus". Nii saame graafikul 2 kõverat.

Järgnevalt kuivatatakse kõik uuritud preparaadid ja mõdetakse uuesti. Koostatakse uus graafik. Andmete analüüsist selgub erinevus neelduvuses eksperimentaalsete ja arvutuslike andmete vahel kuivatatud ja niiskete preparaatide mõtmisel.

Neeldumist võib uurida ka vees. Loendaja alla paigutatakse alumiiniumist alus, kuhu valatakse 0,25 cm³ radioaktiivset lahust P³²-ga, mis sisaldab 0,01-0,05 mCu/cm³.

Järgnevalt määratakse lahuse aktiivsus iga 10 minuti mõõdumisel ühe tunni jooksul või, veelgi parem, kuni vee täieliku auramiseni. Mõõtmistulemused, mis näitavad P³² β-kiirguse neeldumist vees, kantakse alljärgnevasse tabelisse:

Katse algusest mõõdunud aeg minutites	Impulsside arv	
	1 minuti jooksul	1 minuti jooksul foonita

T88 13. FOSFORI OMASTAMINE VEES ELAVATE
ORGANISMIDE POOLT.

Vees elavad koos mitmesugused eri liiki organismid. Siin võime kergesti jälgida fosfori omastamise erinevusi organismidel.

T88 läbiviimiseks asetatakse 2-3 liitrise mahuga akvaariumi põhja liivakiht ja täidetakse akvaarium veega. Vette

pannakse kasvama vesikatku taimi, kalu ja teisi elusorganisme. Katse alguses valatakse vette radioaktiivset fosforit 0,5-1 mCu ühe liitri vee kohta. Pärast seda segatakse vesi hästi läbi ja võetakse proovid pipetiga erinevatest kohtadest vee aktiivsuse määramiseks. Preparaatide valmistamiseks asetatakse alumiiniumalustele filterpaberi tükikesed, kleepides need liimiga kinni. Faberile tilgutatakse pipetist 0,5 cm³ akvaariumist võetud vett, jaotades seda võimalikult ühtlaselt kogu paberile. Pärast kuivamist kasutatakse neid pabereid töö juures järgmistel päevadel. Fosfori jagunemist akvaariumi asustavate elusorganismide vahel hakatakse uurima juba järgmisel päeval pärast katse rajamist.

Preparaadid valmistatakse kõikidest akvaariumis asuvatest objektidest, mille aktiivsuse vastu huvi tuntakse. Nendest võetakse proov kindla kaaluga, millest valmistatakse preparaat. Seoses vees asuvate elusorganismide väikese kaaluga on nende fosforisisalduse uurimine erinevates osades küllaltki raske läbi viia. Sellepärast määratakse nendes summaarset fosforisisaldust. Mõõtmistäpsuse tõstmiseks tuleb uuritav materjal hästi peenendada ja paigutada mõõtmiseks alusele võimalikult ühtlase kihina.

Preparaadid kuivatatakse ja nende aktiivsus määratakse alumiiniumloendajaga AC-2 kümne minuti jooksul.

Mõõtmistulemused kantakse alljärgnevasse tabelisse:

Preparaadi nimetus	Kaal mg-des	Impulsside arv		Absoluutne aktiivsus mCu	1 g raskuse preparaadi aktiivsus mCu/g
		t minuti jooksul	1 minuti jooksul foonita		

Mõõtmistulemuste omavaheliseks võrdlemiseks kasutatakse 1 g raskuse preparaadi aktiivsust.

Määrates katse rajamisel vee absoluutse aktiivsuse, võime välja selgitada, kui palju on kasutatud radioaktiivset fosforit vees elavate organismide poolt.

TÜS 14. AINEVAHETUSE UURIMINE RADIOAKTIIVSETE ISOTOOPIDE KASUTAMISE ABIL.

Määratud aatomeid kasutatakse laialdaselt ainevahetuse uurimiseks. Katse läbiviimise skeem oleneb igakord uurimise ülesandest ja uuritava objekti iseärasustest. Uurides näiteks ainevahetuse intensiivsust erineva valgustustugevuse juures, kasutatakse alljärgnevat meetodikat: 50-100 milliliitri mahuga katsenõudesse valatakse võrdseis kogustes vett ja asetatakse sinna veetaimed. Edaspidiste arvutuste lihtsustamiseks on otstarbekohane paigutada mõlemasse katsenõusse ühesuguse kaaluga taimed ning lisada radioaktiivset kaaliumi K^{42} sisaldavat lahust 0,5-0,7 mCu. Pärast seda viiakse üks katsenõu taimedega pimedasse, teist aga valgustatakse 500 W lambiga. Soojuse mõju kõrvaldamiseks asetatakse lambi ja taime vahele veefilter, kus veekihi paksus on 5-8 cm. Ekspositsioonaja mõõdumisel, mis kestab 1,5-2 tundi, võetakse mõlemast katseklaasist proovid, millest tehakse preparaadid. Enne mõõtmist tuleb need hästi kuivatada. Preparaatide aktiivsust mõõdetakse alumiiniumloendaja AC-2 abil. Andmed kantakse alljärgnevasse tabelisse:

Katse tingi- mused	Preparaa- di nime- tus	Impulsside arv		Preparaadi absoluutne aktiivsus mCu	1 g prepa- raadi ab- soluutne aktiivsus mCu/g
		t minuti jooksul	1 minuti jooksul foonita		

Arvestades vee mahtu, taime kaalu ja veele lisatud iso-
toobi kogust, määratakse omastatud kaaliumi kogus taime poolt
pimedas ja valguse käes kasvamisel. Tõõ õigsust kontrollitak-
se järgmiselt: üldine sisseviidud K^{42} hulk võrdub K^{42} hulk
vees + K^{42} hulk taimes.

Ainevahetust võib hõlpsasti uurida ka putukate abil. Tõõ
ajal omastavad skeleti lihased organismist suurel hulgal kaa-
liumi. Selle tõendiks on lihtne kasutada alljärgnevat meetodi-
kat. Puurides asetsevatele mesilastele antakse kärjetükil ra-
dioaktiivset kaaliumi sisaldavat suhkrulahust arvestusega 0,1
 μCu iga mesilase kohta. 5 minutit pärast sööda vastuvõtmist
asetatakse üks puur mesilastega heledasti valgustatud kohta,
teine aga pimedasse ruumi. Pimedas ruumis rahunevad mesilased
kiiresti. Valguse käes on nad aga ärritatud ja lendlevad in-
tensiivselt. Pärast ühe tunni möödumist surmatakse mesilased
eetriaaurudega mõlemas puuris üheaegselt ja valmistatakse rind-
mikulihasdest ühesuguse kaaluga preparaadid mõlemast puurist
võetud mesilastest.

Preparaadid kuivatatakse ja nende radioaktiivsus määra-
takse alumiiniumloendajaga AC-2, kandes mõõtmistulemused järg-
misse tabelisse:

Preparaadi nimetus	Kaal mg-des	Impulsside arv		Preparaadi absoluutne aktiivsus mCu	Absoluutne aktiivsus arvestatuna 0,1 mg lihas-te kaalu kohta mCu
		t minuti jooksul	1 minuti jooksul foonita		

T88 15. JOODI JAOTUMINE ROTI KEHAS.

T88 läbiviimiseks kasutatakse radioaktiivset isotoopi J^{131} . Katsealune loom fikseeritakse selili asendis kõhuga ülespoole ja süstitakse naha alla 3-5 $\mu\text{Cu } J^{131}$ sisaldavat lahust, järgnevalt paigutatakse loom loendaja MC-4 toru alla ja liigutatakse teda edasi nii, et all oleksid järjekorras tema mõlemad käpad, rind, kõht ja kael. Nimetatud kehaosade aktiivsuse määramine viiakse läbi iga tunni järele kogu tööpäeva kestel. Mõõtmise lõppemisel vabastatakse rott ja korratakse mõõtmist veel järgmisel kahel päeval. Mõõtmistulemused kantakse järgmisse tabelisse:

Mõõdetava kehaosa nimetus	Impulsside arv			
	1 tunni pärast		2 tunni pärast	3 tunni pärast jne.
	t min. jooksul	1 min. jooksul foonita		

Erinevate kehaosade aktiivsus määratakse 5% täpsusega, saadud mõõtmistulemuste alusel jõutakse järeldusele, millises

kehaosas ja missuguse ajavahemiku jooksul kogunes maksimaalne joodi hulk ja kui kaua see seal säilis.

TÜS 16. TAIMEDE RADIOAUTOGRAMMIDE SAAMINE.

Radioaktiivsete ainete sisalduse uurimiseks peale radio-meeter E-2 kasutatakse autograafilist meetodit. Viimane põhjendub radioaktiivsel lagunemisel tekkiva kiirguse kasutamisel, mis avaldab samasugust mõju fotoemulsioonile kui valgus. Radioautograafide valmistamiseks taimedest asetatakse uuritav radioaktiivset ainet sisaldav objekt fotoplaadile või röntgenfilmile. Mida vähem on radioaktiivset ainet uuritavas objektis, seda pikem eksponeerimise aeg on nõutav. Pärast eksponeerimise lõppu ilmutatakse fotoplaad või film, kinnitatakse ja pestakse nagu harilikult voolavas vees. Negatiivil on need kohad, kus taimes paiknes radioaktiivset isotoopi rohkem, tumedamad. Negatiivil olevat kujutist nimetatakse taime autoradiogrammiks. Vajaduse korral võib autoradiogrammi kopeerida fotopaberile nagu iga teist tavalist negatiivi ja see annab ülevaatliku ettekujutuse radioaktiivse aine paiknemisest.

Keemiliste elementide liikumise ja ladestumise uurimine taimedes on suure tähtsusega. Üks vajalikemaid elemente on fosfor, mis kuulub taimekudede koostisse; suurtes kogustes on teda loomade luudes ja taimedel viljades ning seemnetes. Fosfori liikumise uurimiseks organismis võib kasutada edukalt radioautograafilist meetodit. Viimasel on rida eeliseid:

1. Võimaldab avastada väga väikesi radioaktiivsete isotoopide hulki taimedes, mis ei ole võimalik radiomeeter

F -2-ga töötades. Väikese radioaktiivsete isotoopide koguseid sisaldavate taimede pikaajalisel eksponeerimisel (mõnikord isegi mitu päeva või nädalat) saadakse ülevaatlik autogramm.

2. Autoradiograafilise meetodiga registreeritakse 50% vabanevast radioaktiivsest kiirgusest, sel juhul, kui foto-emulsioonikiht asub hästi tihedalt taimede vastas, ja 100%, kui fotoplaadid asuvad mõlemal uuritava objekti küljel. Autoradiograafiline meetod võimaldab avastada radioaktiivsete isotoopide lokalisatsiooni taime ja looma kudedes ja rakkudes. Sellepärast võib seda meetodit kasutada mikropreparaatide uurimiseks (historadiograafia).

3. Autoradiograafilisel meetodil saadud uurimistulemused on hästi skilmitatavad ja kergesti edasiantavad trükitehnikas.

Autoradiograafilise meetodi rakendamise puuduseks on aga asjaolu, et meie ei saa täpselt määrata radioaktiivse aine hulka, mis on sattunud rakkudesse või ühte või teise organi ossa. Mõnevõrra aitavad seda puudust kõrvaldada viimasel ajal kasutusele võetud kindla aktiivsusega etaloonid. Praktiliseks autoradiogrammide valmistamiseks taimedest kastetakse neid uuritava radioaktiivse aine lahusega. Taimed võivad kasvada kas vesikultuuridena mullas või liivas. Uurides näiteks radioaktiivse fosfori P^{32} paiknemist taimedes, võetakse seda $3 \mu\text{Cu}$ iga uuritava taime kohta. Kui taime välispind (lehed, varred ja juur kokku) on ligikaudu 100 cm^2 , võib arvestada taime sattunud fosfori hulka alljärgnevalt: 2-3 päeva jooksul omastab taim umbes $\frac{1}{3}$ kasvukeskkonnas olevast fosforist (s.o. käesoleval juhul $1 \mu\text{Cu}$). Kui fosfor jaguneks ühtlaselt kogu taimes, siis oleks iga cm^2 suuruses taimeosas $0,01 \mu\text{Cu } P^{32}$.

Niisugune radioaktiivse aine sisaldus võimaldab saada häid radioautogramme 3-6 tunnilise eksponeerimise järele. Pikemaajalise eksponeerimise võimaluse korral võib töötada ka väiksemate radioaktiivsete isotoopide kogustega. Täpsemate andmete saamiseks radioaktiivsete ainete paiknemise kohta asetatakse koos uuritavate taimedega fotoplaadile ka radioaktiivsed etaloonid. Viimased valmistatakse selleks otstarbeks 1 cm² suurusest filterpaberi tükist, kuhu kantakse täpselt määratud hulk radioaktiivset ainet. Kässoleval juhul, mil uuritavas taimes on iga cm² kohta 0,01 $\mu\text{Cu P}^{32}$, valmistatakse 5 etalooni, mille aktiivsus on 0,001; 0,01; 0,05 ja 0,1 μCu . Etaloonide valmistamisel jaotatakse radioaktiivne aine ühtlaselt kogu pinnale. Autoradiogrammi valmistamiseks uuritavatest taimedest võetakse need kasvukeskkonnast välja, pestakse jooksvas vees 5 minutit välise saastumise ja mulla või liiva osakeste eemaldamiseks. Seejärel asetatakse taimed filterpaberi vahele kuivama, nii nagu seda tehakse taimede herbariseerimisel. Hästi tasase välispinnaga taimede saamiseks võetakse klaasplaat, asetatakse sellele kaks kihti filterpaberit ja pannakse peale hoolikalt sirgutõmmatud taim. Pealt kaetakse taim filterpaberiga ja asetatakse kuivatuskappi 2-3 tunniks kuivama. Kiiremini võib taime radiogrammi valmistamiseks ette valmistada, kuivatades neid läbi filterpaberi triikrauaga. Taim peab olema hästi kuiv, muidu võib niiskus avaldada mõju emulsioonikihile. Kuivatatud taim asetatakse filmile või fotoplaadile eksponeerimiseks. Peale eksponeerimiseks ettenähtud aja möödumist töödeldakse fotoplaat või film keemikaalidega ja autoradiogramm ongi valmis.

VII. KIRJANDUS.

- Аглинцев К.К., Основы дозиметрии ионизирующих излучений, Изд. 2, Гостехиздат, 1957.
- Бойд Дж. А., Авторадиография в биологии и медицине, /Перев. с англ./ И.Л. 1957.
- Верховская И.Н., Габелова Н.А. и др. /под ред. А.М. Кизина/, Метод меченых атомов в биологии, Изд. МГУ, 1955.
- Иванов И.И., Модестов В.Н. и др., Радиоактивные изотопы в медицине и биологии, Медгиз, 1955.
- Калугин К.С. и Маркелов Б.В. /под ред. В.А. Модестова/, Практическое пособие по работе с дозиметрическими приборами, Медгиз, 1954.
- Колье О.Р., Руководство к практическим занятиям по применению меченых атомов в биологии, Изд. МГУ, 1960.
- Комар С., Радиоактивные изотопы в биологии и сельском хозяйстве. /Перев. с англ./, И.Л. 1957.
- Несмеянов А.Н., Лапицкий А.В., Руденко Н.Н., Получение радиоактивных изотопов, Гостехиздат, 1954.
- Соколов А.В., Сердобольский И.П., Применение изотопа фосфора в агрохимических исследованиях, Изд. АН СССР, 1954.

SISUKORD.

	Lk.
EESSÕNA	3
I. NÕUDED RADIOAKTIIVSETE AINETEGA TÖÖTAMISE LABORA- TOORIUMI, VENTILATSIOONI JA APARATUURI SUHTES.....	5
II. REEGLID RADIOAKTIIVSETE AINETEGA TÖÖTAMISEKS	7
III. INDIVIDUAALNE KAITSE	9
IV. SANITAARNE INSTRUKTAAŽ ^v JA MEDITSIINILINE KONTROLL ..	10
V. DOSIMEETRILINE KONTROLL	11
VI. PRAKTILISED TÖÖD	11
T88 1. Radiomeeter F-2 Umberloendaja t88 kontrolli- mine ja loendaja karakteristika (plato) mää- ramine	11
T88 2. T88pinge ja fooni määramine	14
T88 3. Preparaadi absoluutse aktiivsuse mõõtmine ...	15
T88 4. Statistilise fluktuatsiooni suuruse määramine	17
T88 5. Radiomeetri lahutusaja määramine	18
T88 6. Suhtelise ruuminurga α määramine	20
T88 7. Neeldumiskoeffitsiendi k määramine	20
T88 8. Koeffitsiendi s määramine	23
T88 9. Peegeldumise koeffitsiendi q määramine	24
T88 10. Parandus loendaja efektiivsuse e arvel	25
T88 11. Fosfori jaotumise uurimine mesilaste organis- mis	26
T88 12. Neeldumise uurimine bioloogilistes kudedes ..	30
T88 13. Fosfori omastamine vees elavate organismide poolt	31
T88 14. Ainevahetuse uurimine radioaktiivsete isotoo- pide kasutamise abil	33
T88 15. Joodi jaotumine roti kehas	35
T88 16. Taimede radioautogrammide saamine	36
VII. KIRJANDUS	39

Hind rbl. 0.75
1961.a. - rbl.0.08

A-23518

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00348885 7