

KARTULI UJUVUSE MUUTUMINE SOOLALAHUSES

Eksperimentaalse töö juhendi ja jooniste koostaja: Ülle Kikas
Tartu Ülikool, Teaduskool

TEADUSLIK TAUST

Kartuli peamised koostisained on vesi ja tärklis, lisaks valgud, vitamiinid, aminohapped jm. Tärklist on kartulis 10 ÷ 16 %, kokku kuivainet 15 ÷ 22 %. Tärkliseterade suurus on 22 ÷ 30 µm. Tärklise **tihedus** on märgatavalt suurem vee tihedusest ning tärklisesisalduse suurenemisega suureneb ka kartuli tihedus.

Kartul koosneb rakkudest. Rakkude ja neid ümbritseva keskkonna vahel toimub molekulide liikumine. Hapniku, süsihappegaasi, vee, toitainete ja jääkainete molekulid läbivad rakumembraani (difusioon). **Osmoos** on veemolekulide liikumine läbi rakumembraani (difusiooni eriliik). Vesi liigub läbi membraani mõlemas suunas, kuid eelistatult nii, et ühtlustuksid vee kontsentratsioonid mõlemal pool raku seina. Teised molekulid, nagu valgud, suhkrud, DNA, RNA jm on rakumembraani läbimiseks liiga suured.

- Kui vee kontsentratsioon raku ümber on suurem kui raku sees (ehk kui vees lahustunud aine kontsentratsioon raku ümber on väiksem kui raku sees), siis liigub vesi raku sisse (nt närtsinud taimede kastmisel puhta veega nad tõusevad ja silenevad)
- Kui vee kontsentratsioon raku ümber on väiksem kui raku sees (ehk kui vees lahustunud aine kontsentratsioon raku ümber on suurem kui raku sees), siis liigub vesi rakkudest välja (nt siirupis seisnud puuviljad tõmbuvad väikeseks).

Meie paneme katses kartuliviilud ujuma soolalahusesse, mille tihedus on suurem kui kartuliviiludel (mida näitab viilude ujumine). Aja möödudes hakkavad viilud üksteise järel põhja vajuma. **Ujuvuse** kaotust saab selgitada Archimedese seaduse abil.

Archimedese seaduse järgi mõjub vedelikus asuvale kehale üleslükkejõud, mis on võrdne selle keha poolt väljatõrjutud vedeliku kaaluga. Meie juhul on ujuva keha kaal:

$$F_g = m_{\text{kartul}} \times g = \rho_{\text{kartul}} \times g \times V_{\text{kartul}};$$

ning üleslükkejõud:

$$F_{\text{üleslüke}} = m_{\text{lahus}} \times V_{\text{lahus}} = \rho_{\text{lahus}} \times g \times V_{\text{lahus}},$$

kusjuures väljatõrjutud soolalahuse ruumala on võrdne vees ujuva kartuli ruumalaga.

TÖÖJUHEND

TÖÖ EESMÄRK: Ujutada erinevate mõõtmetega kartuliviile 17%-lises soolalahuses. Uurida, kuidas viilude veepinnal püsimise aeg sõltub viilu mõõtmetest ja selgitada välja, miks kartuliviilud põhja vajuvad.

VAJALIKUD VAHENDID

- 1 toores kartul papptaldrikul;
- väike terav nuga;
- 200 ml plasttops kraaniveega;
- 0,7 liitrit 17%-list NaCl lahust (kannus);
- 5 plasttopsi 200 ml;
- mm paber A5;
- plastkarp kaalumiseks;
- elektrooniline kaal;
- NaCl lahuste tiheduste tabel (LISA 1);
- kontoritarbeid: marker, joonlaud, pliiats;
- stopper;
- paberkäterätt.

TÖÖ KÄIK

A. Kartuli tiheduse võrdlemine vee tihedusega

Pane terve kartul kraaniveega täidetud topsi.

Võrdle kartuli tihedust vee tihedusega. Võta kartul veest välja ja kuivata paberkäterätiga.

Küsi õpetajalt uuritava kartulisordi tiheduse väärtus ja märgi see **Exceli tabelisse**.

Juhis õpetajale: mõõtke eelnevalt üle uuritava kartulisordi 3-5 mugula keskmine tihedus või leidke tihedus allikatest.

Valmistage ette ja tehke kättesaadavaks Exceli tabel andmete sisestamiseks. IT-s võimekad õpilased võiksid tabeli ise koostada näidistabeli põhjal.

B. Lõika kartul risttahukaks ning lõika sellest **erineva paksusega**, kuid umbes **ühesuuruse pindalaga** (~ 2×2 cm) viilud. Lõikelauana kasuta papptaldrikut. Vali välja 5 kartuliviilu, millest kõige õhem võiks olla ca 0,5 mm ning kõige paksem kuni 3 mm. Kartuliviilude pind peaks olema võimalikult ühtlane, sinna ei tohi märkida numbreid ega teha sisselõikeid.

C. Paiguta viilud paksuse järjekorras millimeeterpaberile ja märgi nende kõrvale järjekorranumbrid. Soovi korral lõika viilude põhi ruudukujuliseks, sest siis on põhja pindala lihtne arvutada.

D. Kirjuta markeriga viiele 200 ml plasttopsile järjekorranumbrid ja vala 17%-line keedusoola lahus ligikaudu võrdsetes kogustes läbipaistvatesse plasttopsidesse.

E. Kaalu kartuliviilud (plastkarbis) ära ja märgi **viilude massid** arvutisse **Exceli tabelisse** „Kartuliviilude ujumine“.

F. Viilude täispindalade arvutamiseks mõõda joonlauaga kahe **külje pikkused ja viilu paksus** ning märgi **Exceli tabelisse**.

Juhis õpetajale: valmistage ette tabel, milles on valemid kartuliviilude täispindala ning viilude täispindala ja massi suhte arvutamiseks. Kui õpilased on IT-s võimekad, siis laske neil endil valemid tabelisse kirjutada.

G. Esita tööhüpotees selle kohta, millises järjekorras hakkavad kartuliviilud soolalahuses põhja vajuma ja kirjuta see Exceli tabelisse.

H. Kukuta viilud korruga topsidesse ja pane stopper tööle.

I. Oota topse jälgides, millal kartuliviilud kaotavad ujuvuse ja hakkavad soolvees põhja vajuma ja märgi **Exceli tabelisse iga viilu jaoks aeg**, millal ta puudutab põhja.

J. Tabeli andmete põhjal saad arvutis **graafiku**, mis kujutab kartuliviilude põhjavajumiseks kulunud aja sõltuvust kartuliviilu täispindala ja massi suhtest.

Juhis õpetajale: valmistada ette graafik, mis tabeli andmete täitmisel näitab kartuliviilu ujumise aja sõltuvust viilude täispindala ja massi suhtest. Kui õpilased on IT-s võimekad, siis laske neil endil graafik joonistada.

JÄRELDUSED JA ANALÜÜS

Kirjelda

Millise kartuli omaduse muutumise tõttu kaotasid kartuliviilud ujuvuse?

Milline protsess seda muutust põhjustas?

Kui suur oli kartuliviilude tihedus, kui nad hakkasid vajuma (kasuta lahuste tiheduste tabelit)?

Kuipalju kartuliviilu tihedus muutus võrreldes esialgsega (terve kartuli keskmise tihedusega)?

Kas Sinu esialgne hüpotees uppumise järjekorra kohta osutus tõseks?

Põhjenda viilude mõõtmete kaudu, miks viilud vajusid põhja just sellises järjekorras!

Võrdle oma graafikut kaasõpilaste graafikutega. Analüüsi erinevusi (ujumise ajad, viilude mõõtmed, graafiku kuju). Millistel katse sammudel ja millistel põhjustel erinevused võisid tekkida?

**Naatriumkloriidi lahuse tihedus
sõltuvalt lahuse %-lisest kontsentratsioonist (temperatuuril 20°C)**

Massi %	Tihedus [g/cm ³]	Massi %	Tihedus [g/cm ³]	Massi %	Tihedus [g/cm ³]
0,10	0,9989	3,60	1,0239	9,20	1,0647
0,20	0,9997	3,70	1,0246	9,40	1,0662
0,30	1,0004	3,80	1,0254	9,60	1,0677
0,40	1,0011	3,90	1,0261	9,80	1,0692
0,50	1,0018	4,00	1,0268	10,00	1,0707
0,60	1,0025	4,10	1,0275	10,50	1,0744
0,70	1,0032	4,20	1,0282	11,00	1,0781
0,80	1,0039	4,30	1,0290	11,50	1,0819
0,90	1,0046	4,40	1,0297	12,00	1,0857
1,00	1,0053	4,50	1,0304	12,50	1,0894
1,10	1,0060	4,60	1,0311	13,00	1,0932
1,20	1,0068	4,70	1,0318	13,50	1,0970
1,30	1,0075	4,80	1,0326	14,00	1,1008
1,40	1,0082	4,90	1,0333	14,50	1,1047
1,50	1,0089	5,00	1,0340	15,00	1,1085
1,60	1,0096	5,20	1,0355	16,00	1,1162
1,70	1,0103	5,40	1,0369	17,00	1,1240
1,80	1,0110	5,60	1,0384	18,00	1,1319
1,90	1,0117	5,80	1,0398	19,00	1,1398
2,00	1,0125	6,00	1,0413	20,00	1,1478
2,10	1,0132	6,20	1,0427	21,00	1,1558
2,20	1,0139	6,40	1,0442	22,00	1,1640
2,30	1,0146	6,60	1,0456	23,00	1,1721
2,40	1,0153	6,80	1,0471	24,00	1,1804
2,50	1,0160	7,00	1,0486	25,00	1,1887
2,60	1,0168	7,20	1,0500	26,00	1,1972
2,70	1,0175	7,40	1,0515		
2,80	1,0182	7,60	1,0530		
2,90	1,0189	7,80	1,0544		
3,00	1,0196	8,00	1,0559		
3,10	1,0203	8,20	1,0574		
3,20	1,0211	8,40	1,0588		
3,30	1,0218	8,60	1,0603		
3,40	1,0225	8,80	1,0618		
3,50	1,0232	9,00	1,0633		