वनस्पति कोशिकाओं एवं ऊतकों के जल-सम्बन्ध

डा. आर.सी. भाटिया

H
581.31
B 469 V

ध्य प्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल

H
581.31
B 469 V

अकादमी के कुछ विज्ञान-विषयक प्रकाशन

1.	उच्च प्रायोगिक भौतिकी	श्री देवेन्द्रसहाय सक्सेना
2.	विद्युत एवं चुम्बकत्व	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
3.	इलेक्ट्रान वॉल्व प्रवर्धक	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
4.	सैद्धांतिक यांत्रिकी	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
5.	स्पेक्ट्रम-विज्ञान के मूलतत्व	डा० अम्बिकाप्रसाद सक्सेना
6.	ऊष्मागतिकी	एनरिको फर्मी– अनु० : श्री सन्तोषकुमार जैन
7.	आपेक्षिकता का सिद्धांत	सी० मोलर– अनु० श्री डी० एस० पाराशर
8.	द्रव्य के सामान्य गुणधर्म	प्रो० विजयेन्द्रकुमार श्रीवास्तव
9.	भौतिकशास्त्र–आधार एवं सीमाएँ	गेमो एण्ड क्लिवीलैण्ड– अनु० डा० बिहारीलाल रावत
10.	ब्रायोफाइटा	श्री रामकृष्ण श्रीवास्तव
11.	प्रायोगिक वनस्पति विज्ञान भाग–1	श्री सोमकान्त शर्मा
12.	वाइरस	डा० राजेन्द्रनाथ गुप्ता
13.	कवक	श्री बृजवल्लभ अग्रवाल
14.	क्रिप्टोगैमीय वनस्पति-विज्ञान भाग 1–2	गिलबर्ट एम० स्मिथ– अनु० : डा० लल्लनप्रसाद मल्ल
15.	आर्थिक वनस्पति विज्ञान	डा० मुरलीधर अग्रवाल
16.	प्रायोगिक वनस्पति विज्ञान भाग–2	डा० एल० पी० मल्ल
17.	वनस्पति फासिल विज्ञान	डा० शिवदयाल सक्सेना
18.	पादपीय उपापचय	डा० विनोदबिहारी शर्मा
19.	सामान्य जीव-विज्ञान	डा० डी० आर० शर्मा
20.	सामान्य प्राणी-विज्ञान	स्टोरर एवं युसिन्जर अ[illegible]
21.	भारत का सैन्य इतिहास	स[illegible] अ[illegible]
22.	नवीन युद्ध पद्धति	वि[illegible] अ[illegible]

Library IIAS, Shimla
H 581.31 B 469 V
00043588

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल

वनस्पति कोशिकाओं एवं ऊतकों के जल सम्बन्ध

(Water relations of Plant-Cells and Tissues)

लेखक

डॉ. आर. सी. भाटिया

शासकीय विज्ञान महाविद्यालय

ग्वालियर.

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल

प्रकाशक
मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी,
९७, मालवीय नगर,
भोपाल

संस्करण
1972

Library IIAS, Shimla
H 581.31 B 469 Y
00043588

H
581.31
B469Y

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी

INDIAN INSTITUTE OF ADVANCED STUDY
Acc. No. 43588
Date 23.8.73
SIMLA

मूल्य
३ रु. ५० पैसे

मुद्रक
सत्प्रचार प्रेस,
इन्दौर

प्राक्कथन

इस वात पर सभी शिक्षा-शास्त्री एकमत हैं कि मात्रभापा के माध्यम से दी गयी शिक्षा छात्रों के सर्वांगीण विकास एवं मौलिक चिन्तन की अभिवृद्धि में अधिक सहायक होती है। इसी कारण स्वतान्त्र्य आन्दोलन के समय एवं उसके पूर्व ही स्वामी श्रद्धानन्द, रवीन्द्रनाथ टेगोर एवं महात्मा गांधी जैसे देशमान्य नेताओं ने मातृभापा के माध्यम से शिक्षा देने की दृष्टि से शिक्षा-संस्थाएँ स्थापित की। स्वतंत्रता-प्राप्ति के बाद भी देश में शिक्षा-सम्बन्धी जो कमीशन या समितियाँ नियुक्त की गयी, उन्होंने एकमत से इस सिद्धान्त का अनुमोदन किया।

इस दिशा में सवसे वड़ी वाधा थी—श्रेष्ठ पाठ्य-ग्रन्थों का अभाव। हम सब जानते हैं कि न केवल विज्ञान और तकनीक, अपितु मानविकी के क्षेत्र में भी विश्व में इतनी तीव्रता से नये अनुसन्धानों और चिन्तनों का आगमन हो रहा है कि यदि उसे ठीक ढंग से गृहित न किया गया तो मातृभापा के माध्यम से शिक्षा पाने वाले अंचलो के पिछड़ जाने की आशंका है। भारत सरकार के शिक्षा मंत्रालय ने इस वात का अनुभव किया और भारत की क्षेत्रीय भाषाओं में विश्वविद्यालयीन स्तर पर उत्कृष्ट पाठ्य-ग्रन्थ तैयार करने के लिए समुचित आर्थिक दायित्व स्वीकार किया। केन्द्रीय शिक्षा-मंत्रालय की यह योजना उसके शत्प्रतिशत अनुदान से राज्य अकादमियों द्वारा कार्यान्वित की जा रही है। मध्यप्रदेश में हिन्दी ग्रन्थ अकादमी की स्थापना इसी उद्देश्य से की गयी है।

अकादमी विश्वविद्यालयीन स्तर की मौलिक पुस्तकों के निर्माण के साथ, विश्व की विभिन्न भाषाओं में बिखरे हुए ज्ञान को हिन्दी के माध्यम से प्राध्यापकों एवं विद्यार्थियों को उपलब्ध करा रही है। इस योजना के साथ राज्य के सभी महाविद्यालय तथा विश्वविद्यालय सम्वद्ध हैं। मेरा विश्वास है कि सभी शिक्षा-शास्त्री एवं शिक्षाप्रेमी इस योजना को प्रोत्साहित करेंगें। प्राध्यापकों से मेरा अनुरोध है कि वे ग्रन्थों को छात्रों तक पहुँचाने में सहयोग प्रदान करें जिससे बिना और विलम्व के विश्वविद्यालयों में सभी विषयों के शिक्षण का माध्यम हिन्दी बन सके।

जगदीश नारायण अवस्थी

शिक्षा मंत्री

अध्यक्ष : मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी

प्रस्तावना

वनस्पति–कोशिकाओं (CELLS) एवं ऊतकों (TISSUES) के जल-सम्बन्ध का अध्ययन वनस्पति-विज्ञान के स्नातक एवं स्नातकोत्तर विद्यार्थियों के लिए आवश्यक है। यह अध्ययन शरीर-क्रिया-विज्ञान (PHYSIOLOGY) एवं परिस्थिति-विज्ञान (ECOLOGY) का महत्वपूर्ण अंग है। जल अधिकतर ऊतकों का घटक है अतः इसमें शरीर-क्रिया-विज्ञान का प्रत्येक पक्ष समाविष्ट हो जाता है। कोशिकाओं के जल-सम्बन्धों को 19वीं शताब्दी के मध्य के पूर्व विशेष महत्व नहीं दिया जाता था। वैज्ञानिकों ने इनकी अपेक्षा पौधों के संश्लिष्ट व्यवहार की ही अधिकतर चर्चा की थी किन्तु अब इस में पर्याप्त खोज हो चुकी है और कोशिकाओं के जल-सम्बन्धों के अध्ययन ने महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त कर लिया है। इस दिशा में पेफर आदि वैज्ञानिकों की खोजें अविस्मरणीय है।

डा. भाटिया की प्रस्तुत पुस्तक में इस विषय पर व्यापक रूप से विचार किया गया है। विषय को स्पष्ट करने के लिए लेखक ने पुस्तक को सात भागों में विभक्त किया है :—

१—परिचय एवं इतिहास

२—अन्तःशोषण

३—परासरणी

४—वनस्पति के परासरणी परिमाण

५—जीव-द्रव्य-कुंचन

६—वनस्पति—कोशिकाओं और ऊतकों में जल-सन्तुलन

७—जल का संचलन

इस प्रकार पुस्तक में विषय से सम्बन्धित प्रायः सभी पक्षों का विवेचन आ गया है। अनभ्यस्त पारिभाषिक शब्दों के प्रचुर प्रयोग के कारण सम्भव है, प्रारम्भ में पुस्तक कुछ कठिन प्रतीत हो किन्तु एक बार शब्दावली से परिचित हो जाने के पश्चात् इस कठिनाई पर सरलता से विजय प्राप्त की जा सकेगी। शास्त्र हो या विज्ञान अथवा तान्त्रिकी, सभी की अपनी विशिष्ट शब्दावली होती है और प्रत्येक भाषा की यह शब्दावली सामान्य प्रचलित भाषा से कठिनतर होती है। यों भी सामान्य भाषा और शास्त्र-भाषा में अन्तर होता है। फिर भी इस कठिनाई को कम करने के लिए पारिभाषिक हिन्दी शब्दों

के ग्रागे कोष्ठक में उनके पर्यायवाची शव्द दे दिये गये हैं। इससे छात्र दोनों भाषाओं के शव्दों से परिचित होंगे। पुस्तक के ग्रन्त में ग्रंग्रेजी-हिन्दी ग्रौर हिन्दी-अंग्रेजी परिभाषिक शव्दावली दे दी गई है जिससे पाठक को वहुत सहायता मिलेगी।

ग्राशा है डा० भाटिया की इस कृति को वनस्पति-विज्ञान-जगत में उचित प्रोत्तसाहन प्राप्त होगा।

प्रभुदयालु अग्निहोत्री

संचालक

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी

विषय सूची

प्राक्कथन — पृष्ठ

प्रस्तावना

अध्याय 1–प्रस्तावना एवं इतिहास — 1–10

(Introduction and History)

वनस्पति कोशिकाओं की झिल्लियाँ

(The membranes of plant cells)

कोशिका झिल्लियों की पारगम्यता

(Permeability of the cell membranes)

अध्याय 2–अंतःशोषण (Imbibition) — 11–19

परिभाषा एवं व्याख्या

(Definition and explanation)

अंतः शोषण की गतिकी

(Dynamics of imbibition)

अंतः शोषण में आयतन परिवर्तन

(Volume changes in imbibition)

अंतः शोषण के उर्जा सम्बन्ध

(Energy relations of imbibition)

अंतः शोषण पर परासरणी प्रभाव

(Osmotic effect on imbibition)

अंतः शोषित दाब

(Imbibition Pressure)

अंतः शोषण के परिमाणात्मक दृष्टिकोण

(Quantitative aspects of imbibition)

अंतः शोषण दाब का मापन

(Measurement of imbibition)

अध्याय 3–परासरण (Osmosis) — 20–36

मोलर एवं मोलल विलयन

(Molar and Molar solutions)

परिभाषा एवं व्याख्या
(Definition and explanation)

परासरणी सान्द्रता मापने की विधियां
(Methods of measuring osmotic concentr-
ation)

वाष्प दाव अवनमन विधि
(Vapour pressure lowering method)

हिमांकमापी विधि
(Cryscopic method)

जीवद्रव्यकुंचनी विधि
(Plasmolytic method)

जीवद्रव्यदूरात्मक विधि
(Plasmometric method)

अध्याय 4–**वनस्पति कोशिकाओं की परासरणी परिभाषा** 37–57
(Osmotic quantities of plant cells)

परिभाषा एवं व्याख्या
(Definition and explanation)

स्फीति दाब
(Turgor pressure)

भित्ति दाब
(Wall pressure)

विसरण दाव
(Diffusion pressure)

विसरण दाब न्यूनता
(Diffusion pressure dificit)

वि दा न्यू का मापन
(Measurement of DPD)

गतिक विचार
(Dynamic considerations)

अध्याय 5–जीवद्रव्यकुंचन (Plasmolysis) 58–63
परिभाषा एवं व्याख्या
(Definition and explanation)
जीवद्रव्यकुंचन ग्राकृतियाँ
(Plasmolysis forms)
ग्रपसामान्य जीवद्रव्यकुंचन
(Abnormal plasmolysis)

अध्याय 6–वनस्पति कोशिकाओं और ऊतकों में जल सन्तुलन 64–73
(Water balance in plant cells and tissues)
परिभाषा एवं व्याख्या
(Definition and explanation)
कोशिकाग्रों ग्रौर ऊतकों में जल की ग्रवस्था
(State of water in cells and tissues)
कोशिकाग्रों में जल धारण रखने के बल
(Water holding forces in cells)
कोशिकीय अंशों का जलयोजन
(Hydration of cellular constituents)
जल सन्तुलन को प्रभावित करने वाले कारक
(Factors affecting water balance)

अध्याय 7–जल का संचलन (Movement of water) 74–81
जल का परासरणी संचलन
(Osmotic movement of water)
जल का ग्रपरासरणी संचलन
(Non osmotic movement of water)
ग्रंत: शोषित संचलन
(Imbibitional movement)
उपापचयी संचलन
(Metabolic movement)
विद्युत परासरणी संचलन
(Electre–osmotic movement)

निर्देशों की सूची
(Bibliography)

शब्दावली (हिन्दी-अंग्रेजी)
(Glossary Hindi-English)

शब्दावली (अंग्रेजी-हिन्दी)
(Glossary English-Hindi)

अध्याय I

प्रस्तावना एवं इतिहास
(Introduction and History)

कोशिकाओं (Cells) और ऊतकों (Tissues) के जल सम्बन्धों का अध्ययन शरीर क्रियाविज्ञानिओं (Physiologists) और परिस्थिति-विज्ञानिओं (Ecologists) का प्रमुख ध्येय है। चूंकि अधिकतर ऊतकों का मुख्य घटक (Constituent) जल ही होता है, अतः शरीरक्रियाविज्ञान (Physiology) का प्रत्येक पक्ष इसमें सम्मिलित हो जाता है । यह भी ध्यान देने योग्य वात है कि अधिकतर तनु विलयनों के भौतिक रसायन (Physical Chemistry of dilute solutions) के आदि (early) सिद्धान्त (principles) जीवविज्ञानिओं द्वारा प्रथम अवसर में दिये गये आँकड़ों पर ही आधारित किये गये हैं।

जहाँ तक कोशिकाओं के जल-सम्बन्धों का प्रश्न है, उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य से पहले का कार्य कोई विशेष महत्व नहीं रखता। स्टीफेन हेल (Stephen Hale–1738) ने कोशिकाओं और ऊतकों के, जल-सम्बन्धों की अपेक्षा सम्पूर्ण पौधे के संश्लिष्ट (integrated) व्यवहार पर ही अधिक चर्चा की थी। उन्होंने वाष्पोत्सर्जन (transpiration) के कारण होने वाले मूलीयदाव (root pressure) और चूषण (suction) की घटना (Phenomenon) को प्रदर्शित किया। इसके अलावा उन्होंने उन भागों, जिनके द्वारा जल और विलेयों का अभिगमन (transport) होता है, को खोज निकालने के लिए वलयन-रीति (ringing technique) को प्रस्तावित किया।

जन्तु-थैली से बनी झिल्लियों (membranes) से होकर परासरण (osmosis) के वास्तविक खोजकर्ता नोलेट (1478) माने जाते हैं। परन्तु इस सम्बन्ध में सबसे पहला नाम ड्यूट्रोचेट (Dutrochet 1837–1872) का लिया जाता है। उन्होंने कोशिका को परासरणमापी (osmometer) की भाँति माना है। इसमें जीवद्रव्य (protoplasm) रिक्तिका (vacuolar) रस (sap) को वाह्य विलयन (external solution) से पृथक् करते हुए, 'निष्क्रिय विभेदक पारगम्य झिल्ली (passive differentially permeable membrane) की भाँति कार्य करता है।

उन्होंने जल के संचलन (movement) को केवल परासरणी (osmotic) प्रवणताओं (gradients) के कारणवश ही होना माना। यह क्रिया जीवद्रव्यी (protoplasmic) झिल्लियों की सक्रियता (activity) की सहायता के विना होती है। उन्होंने परासरण (osmosis) और असंगत परासरण (anomalous osmosis) प्रक्रमों (processes) को भी खोज निकाला। असंगत परासरण (anomalous osmosis) समस्त सम्भावनाओं में अधिक प्रचलित घटना है, क्योंकि इसमें आदर्श (ideal) परासरणी–प्रणाली (osmotic system) की श्रावश्यकताएँ पूर्ण नहीं होतीं। डयूट्रोचेट ने यह दिखलाया कि यदि एक जन्तु-थैली (annimal bladder) में जल परिवद्ध (enclose) कर उसे श्रम्ल (acid) विलयन (solution) में रख दिया जाये, तो जल एवं अम्ल-थैली के अन्दर शुद्ध जल प्रावस्था (phase) में एक आधिक्य (excess) द्रवस्थैतिक दाब (hydrostatic pressure) उत्पन्न करते हुए विसरित (diffuse) होंगे। यह प्रक्रम (process) आजकल ऋणात्मक असंगत परासरण (negative anomalous osmosis) के नाम से पुकारा जाता है।

इसी प्रकार जन्तु थैलियों से जब शर्करा विलयन को परिवद्ध (enclose) किया जाता है, तब जल श्रन्दर की ओर विसरण (diffuse) करता है और शर्करा (sugar) वाहर की ओर विसरण करती है। डयूट्रोचेट ने यह सोचा था कि जल के अंतःपरासरण (endosmose) एवं शर्करा के वहिःपरासरण (exosmose) के संयोजन (combination) इस क्रियाविधि के श्रावश्यक घटक (components) होंगे जो कि पौधों द्वारा जल के श्रवशोषण को समझा सकेंगे। परन्तु उसके विचारों की श्रालोचना निःसंदेह इस श्राधार पर की गयी कि पौधों में श्रावश्यक वहिःपरासरण (exosmose) का निरूपण (demonstration) सम्भव नहीं था। श्रतः उसके विचार श्राज केवल ऐतिहासिक महत्व के ही हैं। डयूट्रोचेट ने परासरण (osmsis) शब्द की खोज की, और जिसकी ठीक-ठीक परिभाषा ने संकट उपस्थित कर दिया है। श्रव सवसे श्रच्छा यही समझा जाता है कि इस शब्द का उपयोग "झिल्ली से होकर विसरण" तात्पर्य में ही किया जाये।

श्राधुनिक ऐतिहासिक प्रावस्था (phase) का प्रारम्भ पेफर (Pfeffer-1877) के कार्य द्वारा माना जा सकता है। इसकी सफलता का श्रेय ट्रोवे (Traube–1867) को दिया जाता हैं, क्योंकि इन्होंने कापर फेरोसाइ-

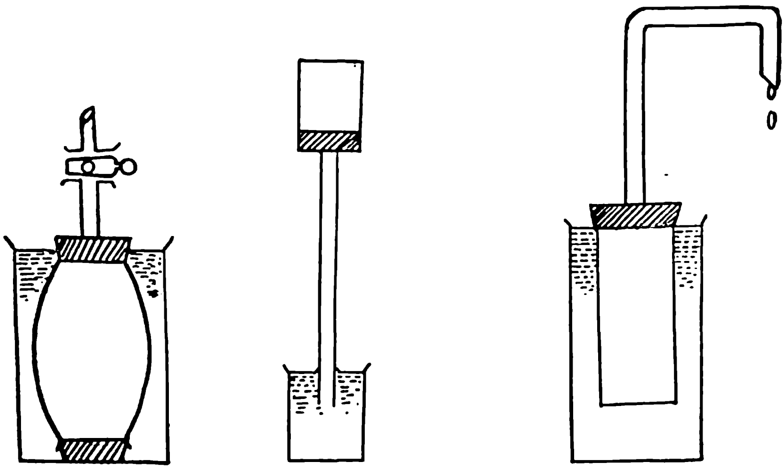
नाइड (copper ferrocyanide) जैल (gel) की आपेक्षिकी (relatively) वरणात्मक (selective) अर्धपारगम्य (semipermeable) झिल्ली की खोज की थी। पेफर ने सरंध्र पात्र (porous pot) की भित्तियों में इस प्रकार की झिल्लियों को अवक्षेपित (precipitate) किया। पेफर ने सुक्रोज (sucrose) विलयनों की सान्द्रताओं (concentrations) के परिसर (range) के परासरणी दाबों को निर्धारित किया। यह कार्य वनस्पति-शरीर-क्रियाविज्ञान एवं भौतिक-रसायन विज्ञान दोनों के इतिहास में विशेष महत्व रखता है। उस समय उपयोग में लायी गयी उपलब्ध विधियों की यथार्थता की सीमा के भीतर ही परासरणी दाब और परम-ताप (absolute temperature) एवं परासरणी दाब और सान्द्रता (concentration) के मध्य समानुपातिक सम्बन्धों को प्रदर्शित किया गया। इन प्रयोगों की सहायता से वैन्ट होफ (Van't Hoff) तनु-विलयनों (delute solution) के अणुगति सिद्धान्त को (kinetic-theory) प्रतिपादित करने में समर्थ हुए और गैस नियम समीकरण (gas law equation) की अनुप्रयोज्यता (applicability) दिखला सके।

$$PV = nRT$$

जबकि P = परासरणी दाब, वायुमण्डलों में।
V = विलायक (solvent) का आयतन लीटर में।
n = V लीटर में विलय के मोल्स की संख्या
R = गैस नियतांक (gas constant) का मान
T = परम-ताप (absolute temperature)

स्टाइल्स और जोरगेन्सन (Stiles and Jorgenson–1917) ने यह देखा कि आलू के ऊतकों के द्वारा जल अंतर्ग्रहण का Q_{10} करीब 3 था, जो एक साधारण विसरण प्रक्रिया के लिए बहुत उच्च मान है। अर्सप्रंग (Ursprung–1929) ने यह दावा किया कि अंतस्त्वचा (endodermis) एक चूषण पम्प और लघुकरण-वाल्व (reduction-valve) की भाँति कार्य करती है। उसने यह पाया कि अंतस्त्वचा में वाह्य सतह (outer surface) की अपेक्षा आन्तरिक सतह (internal–surfac) पर विसरण दाब न्यूनता (Diffusion pressure deficit) है अतः उसने यह माना कि मूल के रंभ (stele) में जल के बलपूर्वक प्रविष्ट होने का यही कारण है। यदि इस प्रकार का अन्तर दोनों सतहों में होता है, तब यह केवल अंतस्त्वचा कोशिकाओं (endodermal cells) द्वारा उत्पन्न

उपापचयी-ऊर्जा (metabolic energy) के व्यय के द्वारा ही पोषित किया जा सकता है। आधुनिक वर्षों में बहुत से अन्वेषकों ने यह सुझाया है, कि जल-संचलन-क्रिया का कम से कम कुछ भाग तो विद्युत-परासरणी (electro-osmotic) प्रक्रिया (process) हो सकता है। इसका कारण कोशिका-झिल्ली के दोनों ओर विद्युत विभवों का अन्तर होना है। विभव (potential) में प्रभावी अन्तर केवल ऊर्जा – व्यय के द्वारा ही पोषित किये जा सकते हैं।



(क) (ख) (ग)

चित्र १.

चित्र १– प्रस्तावित क्रियाविधियों (mechanisms) के मॉडल

(क) स्फीत (turgid) कोशिका की दृढ़ता (rigidity) की तुलना विलयन से भरी चर्म-पत्र-नली (parchment tube) से की गयी है, जो विलायक (solvent) में निमज्जित है। (ख) वाष्पोत्सर्जन करते हुए (transpiring) प्ररोह (shoot) की तुलना जल से भरे हुए अरंध्र पात्र से की गयी है। पात्र के पृष्ठ (surface) से वाष्पोत्सर्जन (transpiration) द्वारा जलाशय (reservoir) से काफी मात्रा में जल ऊपर खींचा जाता है। (ग) एक अल्प पारगम्य झिल्ली सहित विलयन से भरे एक सरंध्र-पात्र को विलायक के बर्तन में रखा जाता है, और फिर दाब के उत्पन्न होने एवं विलयन के बहिर्वाह (outflow) की तुलना रिसाव (exudation) एवं मूल-दाब (root-pressure) से की गयी।

पेफर एवं अन्य लोगों के कार्य से ही वनस्पति कोशिकाओं एवं ऊतकों के जल-सम्वन्धों के चिर-सम्मत दृष्टिकोण का जन्म हुआ। इस विचार के आधार पर प्रत्येक प्रकार के वनस्पति ऊतक-तत्त्व (element) प्रभावपूर्वक आपेक्षिकी साधारण अजीवित मॉडल द्वारा प्रतिस्थापित (replace) किये जा सकते हैं। इस चित्र के वनाने में बेनेट क्लार्क (Bennet Clark –1959) ने डी व्रीस (De Vries), डिक्सन और जोली (Dixon and Joly–1894) आस्केनसाई (Askenasy –1895), रेनर (Renner –1915) और अर्सप्रंग एवं ब्लम (Ursprung and Blum –1930) आदि अनेक अन्वेषकों से सहायता ली है।

यांत्रिक (mechanical) मॉडल से सामान्यत: स्फीत (turgid) पैरेन्काइमा (parenchyma) कोशिका, वाष्पोत्सर्जन करते हुए प्ररोह (shoot), और बिन्दुस्राव (guttation) या मूल दाब (root-pressure) दिखलाती हुई मूल-प्रणाली (root system) को चित्र–१ के आरेखों (diagrams) द्वारा समझाया गया है। ये चित्र सरल एवं स्वत: स्पष्ट हैं।

वनस्पति कोशिकाओं की झिल्लियाँ :

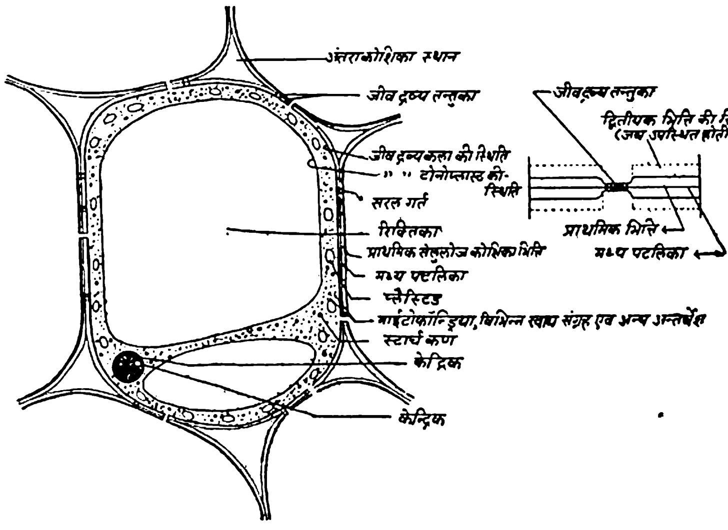
(The membranes of plant–cells)

संरचना एवं गुणों की दृष्टि से वनस्पति कोशिकाओं की झिल्लियाँ अजीवित झिल्लियों की अपेक्षा अधिक जटिल होती हैं। कुछ थोड़े से अपवादों को छोड़कर प्रत्येक वनस्पति कोशिका का जीवद्रव्य (protoplasm) एक दृढ़ (rigid) भित्ति, जो झिल्ली की भाँति कार्य करती है, से परिवद्ध (enclose) रहता है। यह भित्ति बहुत-सी परतों की बनी होती है, और प्रत्येक परत का स्वयं एक जटिल (complex) संगठन (organization) होता है। एक कोशिका के अन्दर-जाने वाले अथवा बाहर-निकलने वाले समस्त पदार्थ इस भित्ति से होकर गुजरते हैं। एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक पदार्थों के संचलन का विवरण करते समय हमको स्वयं भित्ति की संरचना (structure) के अतिरिक्त जीव-द्रव्य-तन्तुओं (plasmoderms) के कार्य का भी विचार करना चाहिए। समस्त प्रौढ़ (old) वनस्पति कोशिकाओं की कोशिका-भित्ति का अस्तर (lining) बनाती हुई कोशिकाद्रव्य की एक परत (layer) होती है। कोशिकाद्रव्य अथवा उसके भाग एक द्वितीय परत बनाते हैं, जिसमें से होकर कि पदार्थों को एक कोशिका की रिक्तिका (vacuole) के अन्दर या बाहर जाते समय बेधन (penetrate) करना चाहिए। सैद्धांतिक

(theoretical) और प्रयोगात्मक (experimental) परीक्षण इस दृष्टि-कोण का समर्थन करते हैं, कि कोशिकाद्रव्य की दो सीमाकारी (limiting) परतों के भौतिक-रासायनिक (physico-chemical) गुण मध्यवर्ती कोशिका-द्रव्य से पृथक होते हैं, और ये स्पष्ट पृथक् झिल्लियाँ मानी जा सकती हैं। कोशिका-भित्ति की समीपवर्ती कोशिकाद्रव्यी (cytoplasmic) झिल्ली जीवद्रव्यकला (plasmalemma) कहलाती है, और रिक्तिका (vacuole) को परिवद्ध करने वाली झिल्ली टोनोप्लास्ट (tonoplast) या रिक्तिका झिल्ली (vacuolar membrane) कहलाती है। कोशिकाद्रव्य और कोशिका-भित्ति एवं कोशिकाद्रव्य और रिक्तिका के मध्य की सीमाएँ अंतरा-पृष्ठ (interfaces) गठित करती हैं, अतः कुछ विशिष्ट जीवद्रव्यी अवयव (ingradients) सम्भवतः कोशिकाद्रव्य के अंतरंग (interior) की अपेक्षा अंतरापृष्ठ (interfaces) पर अधिशोषित (adsorbed) हो जाते हैं। केवल इसी कारण अंतरंग (interior) कोशिकाद्रव्य कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों से भिन्न गुण रखता है। अनेक प्रकार के प्रयोगात्मक अन्वेषण (investigations) इस परिकल्पना (hypothesis) का समर्थन करते हैं। जीवद्रव्य एक प्रकार के पदार्थ की परत से विलेपित (coated) रहता है, जो जल में अघुलनशील होती है। यही कारण है कि जीवद्रव्य जल के साथ अमिश्रणीय (immiscible) होता है।

जीवद्रव्यकला (plasmalemma) और टोनोप्लास्ट का संघटन (constitution) मध्यवर्ती कोशिकाद्रव्य से भिन्न होता है। इसके प्रमाण के लिए एक सूक्ष्म-पिपेट (micro-pipette) की सहायता से कुछ विशिष्ट विषहीन (nontoxic) रंजक (dyes) कोशिकाद्रव्य में अंतःक्षेपित (inject) कर दिये जाते हैं, जहाँ से वे शीघ्रतापूर्वक फैल जाते हैं। हम यह देखते हैं कि ये रंजक (dyes) जीवद्रव्यकला (plasmalemma) या टोनोप्लास्ट से होकर नहीं गुजरते। इससे यह सिद्ध होता है कि जीवद्रव्यकला एवं टोनोप्लास्ट का संघटन मध्यवर्ती कोशिकाद्रव्य से भिन्न होता है। कोशिका-द्रव्यी झिल्लियों की उपस्थिति वारीक कांच की सुइयों द्वारा जीवित जीवद्रव्य (protoplasm) के हेर-फेर (manipulation) से भी प्रदर्शित की जा सकती है। चेम्बर्स एवं होफलर (Chambers and Hofler 1931)–एक जीवद्रव्यकुचित (plasmolysed) जीवद्रव्यक (proto-plast) को उसकी कोशिका-भित्ति से बाहर निकालना और रिक्तिका से जीवद्रव्य को इस प्रकार अलग करना अब सम्भव हो गया है। अधिकतर प्रमाण ये दिखलाते हैं कि टोनोप्लास्ट और सम्भवतः जीवद्रव्यकला भी पतली द्रव्य

परतें हैं, जो जल के साथ अमिश्रणीय (immiscible) होती हैं। विभिन्न यौगिकों के लिए एक कोशिका की पारगम्यता कोशिका-भित्ति और कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों की पारगम्यता पर ही निर्भर होती है। किसी पदार्थ को एक कोशिका में प्रवेश पाने के लिए सर्वप्रथम कोशिका-भित्तियों की विभिन्न परतों से होकर गुजरना पड़ता है। इसके पश्चात उसे अंतरंग (interior) कोशिका-द्रव्य से होकर, और अंत में रिक्तिका में प्रवेश करने से पहिले टोनोप्लास्ट से होकर गुजरना पड़ता है। यद्यपि कुछ अन्वेषक वनस्पति कोशिकाओं की समस्त पारगम्यता की घटनाओं को कोशिका द्रव्य से सम्बन्धित करते हैं, परन्तु प्रमाण कुछ इस प्रकार के हैं कि जीवद्रव्यकला और टोनोप्लास्ट पृथक झिल्लियों के रूप में विभेदक पारगम्यता (differential permeability) के गुण के साथ विद्यमान रहते हैं।



चित्र २—साधारण प्रकाश सूक्ष्मदर्शी (light-microscope) में एक पैरेन्काइमा कोशिका की संरचनाओं को दिखलाते हुए आरेख। दूसरा चित्र एक साधारण गर्त (simple pit) की बनावट को समझाता है।

कोशिका-भित्तियों की पारगम्यता :
(Permeability of cell membranes)

सामान्यतः, जैसा कि अधिकतर पैरेन्काइमेटस ऊतकों में पाया जाता है, कोशिका-भित्तियाँ सेलुलोस एवं पेक्टिक यौगिकों की बनी होती हैं और जल

एवं विलेयों के लिए पूर्णतः पारगम्य होती हैं। जल और विलेय सम्भवतः जलस्नेही (hydrophilic) अंतरामिसेली (intermicellar) पदार्थ से होकर इस प्रकार की भित्तियों को वेधते हैं। लिग्निफाइड भित्तियाँ भी जल एवं विलेयों के लिए पूर्णतः पारगम्य होती हैं परन्तु वह कोशिका-भित्तियाँ जिन में सुवेरिन (suberin) और क्यूटिन (cutin) समुचित मात्राओं में उपस्थित रहते हैं, जल और विलेयों दोनों के लिए कम पारगम्य होती हैं।

अधिकतर पैरेन्काइमेटस कोशिकाओं की भित्तियों के विपरीत. कोशिका-द्रव्यी झिल्लियाँ एक उच्च डिग्री की विभेदक पारगम्यता (differential permeability) प्रदर्शित करती हैं। यहाँ कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों का तात्पर्य झिल्लियों की सम्पूर्ण कोशिकाद्रव्यी प्रणाली अर्थात जीवद्रव्यकला + अंतरंग कोशिकाद्रव्य + टोनोप्लास्ट से है। यथार्थ में वहुत से पदार्थ वनस्पति कोशिकाओं में प्रवेश करते समय कोशिकाद्रव्य में किसी न किसी प्रकार हस्तक्षेपित (intercepted) किये जाकर उपयोग में लाये जाते हैं और इस प्रकार टोनोप्लस्ट से होकर समुचित मात्राओं में विसरित नहीं होते। इसी भाँति कोशिकाद्रव्य में संश्लेपित (synthesized) यौगिक टोनोप्लास्ट को विना पार किये कोशिका से वाहर निकल सकते हैं। अतः जीवद्रव्यकला झिल्लियों को कोशिकाद्रव्यी प्रणालियों में प्रायः अत्यधिक महत्वपूर्ण इकाई माना जाता है। यद्यपि यह स्वीकार करना चाहिए कि पदार्थ जीवद्रव्यकला को विना पार किये हुए जीवद्रव्यतन्तु से गुजर कर एक कोशिका से दूसरी कोशिका की ओर गति कर सकते हैं।

विशिष्ट पदार्थों के लिए कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों की पारगम्यता के वारे में वहुत कम व्यापक वक्तव्य दिये जा सकते हैं, जो कि समस्त या अधिकतर कोशिकाओं के लिए उपयुक्त हों। इस प्रकार का एक वक्तव्य यह है कि कोशिका-द्रव्य सामान्यतः जल के लिए आपेक्षिक पारगम्य होता है और अमोनिया जैसे सूक्ष्म अणुओं के लिए भी पारगम्य होता है। शरीर क्रियात्मक महत्व के अधिकतर विलेयों के लिए, जैसे–शर्करा, विद्युत अपघट्य (electrolytes), एवं अमीनो अम्लों इत्यादि के लिए कोशिका द्रव्यी झिल्लियों की पारगम्यता वहुत परिवर्तन-शील प्रतीत होती है। उदाहरणतः अनेक प्रकार की कोशिकाओं का अध्ययन करने से यह ज्ञात होता है कि कोशिकाद्रव्यी झिल्लियाँ सुक्रोज और अन्य शर्कराओं के लिए आपेक्षिक अपारगम्य (impermeable) होती हैं (Bonte-1934)।

अत: विशिष्ट पदार्थों के लिए कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों की पारगम्यता का गुण निश्चित नहीं होता और यह एक प्रकार की कोशिका से दूसरे प्रकार की कोशिका में भिन्न होता है। कोशिकाद्रव्यी झिल्लियों की पारगम्यता कोशिका की श्रायु, श्रवस्थिति (location), वातावरणीय परिस्थितियों एवं श्रन्य कारकों के साथ उसी कोशिका में परिवर्तित करती है। पाठकों को कोशिका झिल्लियाँ एवं उनके पारगम्यता के सिद्धान्त का विस्तृत विवरण जानने के लिए डेवसन और डैनयली (Davson and Danielli–1952) फ्रे विसलिंग (Frey Wyssling–1953) एवं वरजिन (Virgin–1953) के लेख पढ़ने चाहिए। इधर के वर्षों में पारगम्यता के और श्रधिक जटिल सिद्धान्त सामने आये हैं जो इसको कोशिका झिल्लियों के भौतिक श्रभिलक्षणों (physical characteristics) की अपेक्षा उपापचयी (metabolic) सक्रियता के साथ श्रधिक समीप से जोड़ते हैं। उदाहरणत: रोजेनवर्ग और विलब्रांड (Rosenberg and Wilbrando–1952) पारगम्यता को एन्जाइम (enzyme) सक्रियता और वाहक (carrier) श्रणुओं के संश्लेषण (synthesis) से सम्वन्धित करते हैं। गोल्डएकर (Goldacre–1952) ने यह वतलाया कि जल और विलेयों का झिल्लियों से होकर अभिगमन (transport) प्रोटीन श्रणुओं की श्रधिशोषित (absorbed) क्षमता में परिवर्तन पर निर्भर करता है; जिसका कारण प्रोटीन श्रणुओं का वलन (folding) और श्रवलन (unfolding) होना है। जल एवं विलेयों की पारगम्यता उपापचयी सक्रियता में परिवर्तन और वातावरण के विभिन्न भौतिक एवं रासायनिक कारकों द्वारा प्रभावित की जाती है। इसका कारण यह है कि पारगम्यता कोशिका-द्रव्य द्वारा नियंत्रित की जाती है जो कि जलयोजित (hydrated) प्रोटीन श्रणुओं के जटिल ढाँचे एवं श्रधिक जटिल पृष्ठ स्तरों का वना होता है। इस जटिल प्रणाली की संगठित (organised) संरचना, श्वसन द्वारा निर्मुक्त-ऊर्जा (released energy) के व्यय द्वारा पोषित की जाती है, और इसलिए प्रत्यक्ष या श्रप्रत्यक्ष रूप से उन कारकों द्वारा प्रभावित की जाती है जो उपापचयी-प्रक्रमों (metabolic processes) वैद्युत-आवेश (electrical charge) या जलयोजन (hydration) को प्रभावित करते हैं। व्रोनर और हैसमेन (Brauner and Hasman –1952) ने यह वतलाया कि आक्सिन (auxin) श्वसन को प्रभावित कर जल पारगम्यता को प्रभावित करते हैं। यह भी सम्भव है कि श्वसन-निरोधक (respiration inhibitors) पारगम्यता एवं जल की ऊपर उठने (uptake) की दर को श्रप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित कर सकते हैं। माध्यम के pH में परिवर्तन जीवद्रव्यी और श्रजीवद्रव्यी (non-protoplasmic)

झिल्लियों दोनों की जल पारगम्यता को प्रभावित करता है। सीमेन (Seeman–1950) ने यह पाया कि अनेक शैवाल (algae) और जलीय पौधों में जल की पारगम्यता pH 7 से ऊपर और नीचे के मानों पर घटती है।

——

अध्याय 2

अंतःशोषण

(Imbibition)

परिभाषा एवं व्याख्या :

अगर एक मुट्ठी भर मटर या सेम के बीजों को जल में डाल दिया जाय तो कुछ ही घंटों में वह फूले हुए दिखाई देते हैं। किसी अन्य जाति के बीज, जिनमें बीजावरण (seed-coat) जल के लिए अपारगम्य (impermeable) नहीं होता, जब जल के सम्पर्क में लाये जाते हैं तब वह इसी प्रकार फूल जाते हैं। बहुत से अन्य पदार्थ भी इसी प्रकार जल में निमज्जित (immerse) करने पर फूलते हैं, उदाहरणतः स्टार्च, सेल्यूलोज, ऐगार (agar), जिलेटिन (gelatin) आदि । कुछ पदार्थ अन्य द्रवों में निमज्जित करने पर इसी प्रकार फूलते हैं। ये समस्त घटनाएँ अंतःशोषण क्रिया के उदाहरण हैं। अंतःशोषण क्रिया में पदार्थों में जल-प्रवेश की मात्रा प्रायः उस फूलने वाले पदार्थ के शुष्क भार से अनुपात में कहीं अधिक होती है। उदाहरणतः एक शुष्क कैल्प वृंत (kelp stipe) का टुकड़ा स्वयं के जल के भार से पन्द्रह गुना अधिक जल का अवशोषण कर सकता है।

जल का वाष्प एवं द्रव दोनों ही स्थितियों में अंतःशोषण किया जा सकता है। आर्द्र (damp) मौसम में दरवाजों एवं लकड़ी के अन्य कामों का फूलना इस घटना का परिचित उदाहरण है। वनस्पति संरचनाएँ यदि जल अंश में अधिक निम्न होती हैं, तब वे जल वाष्प का भी अंतःशोषण कर सकती हैं– वायु-शुष्क-बीजों का जल अंश सामान्यतः वायुमंडल के वाष्प-दाब (vapour pressure) के साथ घट-बढ़ सकता है (Barton-1941)।

वनस्पति कोशिकाओं में प्राथमिक (primary) और द्वितीयक (secondary) कोशिकाभित्तियाँ पेक्टिक (pectic) पदार्थों और सेल्यूलोज (cellulose) की बनी होती हैं जो जलस्नेही (hydrophilic) कोलाइड हैं। यह कोलाइड जल की बड़ी मात्राओं का अंतःशोषण करते हैं। तरुण (young) अरिक्तिकायुत (unvacuolated) कोशिकाओं और मृत (dead) कोशिकाओं में जल का अवशोषण मुख्यतः अंतः शोषण के कारण होता है। इस क्रिया में काफी दाब उत्पन्न होता है। यह दाब इतना अधिक होता है

कि शुष्क वीजों को खोपड़ी की हड्डियों की सीवन (suture) में डालकर जल देने पर उनको वह पृथक कर देता है। इसी भाँति शुष्क वीजों से भरे हुए टीन में यदि किसी तरह जल ग्रन्दर प्रवेश कर जाता है, तो यह फटकर खुल जाता है।

अंत:शोषण के कारण फूलने से अंत:शोषक के ग्रायतन में वृद्धि होती है। परन्तु यह वृद्धि उस जल के आयतन से कम होती है जो अंत:शोषित हुग्रा है। दूसरे शब्दों में अंत:शोषक और जल का ग्रन्तिम ग्रायतन अंत:शोषित पदार्थ और जल के प्रारम्भिक ग्रायतनों के योग से कम होता है। इसका ग्रर्थ है कि अंत:शोषण की अवधि में फूलने के साथ कुछ संपीडन (compression) भी होता है, जिसके परिणामस्वरूप ऊर्जा मुक्त होती है। यह घटना गेहूँ के ग्राटे को गूंदते समय देखी जा सकती है।

वहुत से पदार्थ, जो वनस्पति कोशिकाओं में पाये जाते हैं ग्रथवा उनका कोई भाग वनाते हैं, प्रबल जलस्नेही होते हैं। उदाहरणत: जीवद्रव्य स्वयं, खाद्य प्रोटीन, गोंद (gums), पेन्टोसन (pentosans), स्टार्च, एवं सेल्यूलोज़। जव ये पदार्थ जल के सम्पर्क में ग्राते हैं, तव जल का ग्रवशोषण करते समय फूलते हैं और जल त्यागते समय सिकुड़ते हैं। इन सव पदार्थों द्वारा जल अवशोषण या त्यागने की विधि परासरण से भिन्न है, क्योंकि यहाँ इस विधि में विभेदक पारगम्यता दिखलाती हुई किसी झिल्ली की ग्रावश्यकता नहीं पड़ती और पदार्थ जल में केवल ग्रांशिक रूप से घुले रहते हैं। इस प्रकार जल का ग्रवशोषण एवं कोलांइडी पदार्थो का फूलना सामान्यतः अंत:शोषण कहलाता है।

अंत:शोषण की गतिकी :

(Dynamics of imbibition)

सामान्यतः अंत:शोपण मूल रूप से विसरण क्रिया मानी जाती है, परन्तु केशिका (Capillary) घटना भी सम्भवत: इसमें सम्मिलित (involve) रहती है। अंत:शोपण करते हुए पदार्थ प्राय: सूक्ष्म (minute) उपसूक्ष्मदर्शीय (sub-microscopic) केशिकाओं से पारगमित (permeated) रहते हैं। यह ज्ञात करना ग्रसम्भव है कि कितना द्रव विसरण द्वारा, और कितना अदृश्य छिद्रों से होकर केशिका-संचालन के द्वारा प्रवेश करता है। यद्यपि मूल रूप से अत:शोषण का कारण बाह्य माध्यम में द्रव और अंत:शोषक में द्रव के मध्य विसरण-दाब में ग्रन्तर माना जा सकता है। अंत:शोषण करते हुए पदार्थ में जल का संचलन तव तक जारी

रहता है जब तक कि अंत:शोषक में द्रव बाह्य माध्यम में द्रव की अपेक्षा कम रहता है। जिस प्रकार विसरण और परासरणी घटनाओं में देखा जाता है, उसी प्रकार यहाँ पर भी, उस समय जब प्रणाली के दोनो भागों में जल के विसरण दाव एक समान मान ग्रहण कर लेते हैं, एक संतुलन की स्थिति पहुँच जाती है।

यह आवश्यक नहीं कि जो पदार्थ जल का अंत:शोषण करता है, वह अन्य द्रव का भी अंत:शोषण करेगा। उदाहरणतः शुष्क कैल्प वृन्त (kelp stipe) जल में निमज्जित करने पर तीव्रता से फूलता है, परन्तु ईथर या अन्य कार्बनिक द्रवों में निमज्जित करने पर नहीं फूलता है। इसके ठीक विरुद्ध रबर का एक टुकड़ा जल का अंत:शोषण नहीं करता, परन्तु वह द्रव या वाष्प स्थिति में ईथर और अन्य कार्बनिक योगिकों के सम्पर्क में आने पर उन्हें अच्छी तरह अंत:शोषित कर सकता है। प्रत्यक्ष रूप से अंत:शोषण होने के लिए एक अंत:शोषक में द्रव और उसके चारों तरफ के माध्यम के बीच विसरण दावों में अन्तर ही केवल एक आवश्यकता नहीं होती, परन्तु अंत:शोषक के अणु और अंत:शोषित द्रव के बीच कुछ विशिष्ट आकर्षक बल भी उपस्थित रहने चाहिए। इस अंत:शोषण-प्रक्रिया (process) के लिए यदि समस्त आवश्यक परिस्थितियाँ पूरी कर भी दी जायें, तब भी इन विशिष्ट आकर्षणों की अनुपस्थिति में यह क्रिया नहीं हो सकती।

अंत:शोषित जल एवं अंत:शोषक के बीच भौतिकीय सम्बन्ध नि:संदेह जटिल होते हैं। किसी भी प्रणाली में अंत:शोषित जल की स्थूलता (bulk) सम्भवत: अणुओं या मिसेलों (micelles) पर अधिशोषित (adsorbed) रहती है। यह मिसेल अंत:शोषण करते हुए पदार्थ की संरचनात्मक इकाइयों (structural units) का गठन करते हैं। वे भौतिक सम्बन्ध, जो कोलाइडी प्रणालियों में अधिशोषित जल एवं अधिशोषण करते हुए कणों के बीच विद्यमान रहते हैं, वे ही भौतिक सम्बन्ध अंत:शोषित जल एवं एक अंत:शोषक के इकाई कणों में पाये जाते हैं। यह जल इस प्रकार चित्रित किया जा सकता है कि वास्तव में वह विलयन के अन्दर अधिशोषण करते हुए कणों में हो अथवा एक से लेकर अनेक आणविक परतों की सतह पर एक कवच (shell) की तरह अधिशोषित हो। ये एक या दोनो अवस्थाएँ अनेक प्रणालियों में पायी जा सकती हैं। परन्तु द्वितीय अवस्था अधिक ठीक प्रतीत होती है। अंत:-शोषित जल का कुछ भाग सूक्ष्म उपसूक्ष्मदर्शीय (sub-microscopic)

कोशिकाओं में प्रवेश करके स्थान ग्रहण कर सकता है। ये कोशिकाएँ अंतः-शोषक के घटक अणुओं या मिसलों में फैली रहती हैं। अंतःशोषण के परिणाम-स्वरूप प्रायः एक प्रणाली वन जाती है जो अपने अनिवार्य गुणों में एक जैल (gel) की भाँति मानी जा सकती है। अंतःशोषित जल वाली प्रणाली में और एक प्रत्यास्थ (elastic) जैल में जल की भौतिक स्थिति निःसंदेह वहुत कुछ समान होती है।

अंतःशोषण में आयतन-परिवर्तन :

(Volume changes in imbibition)

यह हमको भली-भाँति ज्ञात है कि अंतःशोषण की अवधि में अंतः-शोषक का आयतन सदैव वढ़ता है। यद्यपि सम्पूर्ण प्रणाली का अन्तिम आयतन (द्रव+अंतःशोषक), द्रव और अंतःशोषण करते हुए पदार्थ के प्राथमिक आयतनों के योग से सदैव कम होता है। दूसरे शब्दों में इस प्रणाली अर्थात अंतःशोषण प्रक्रिया की अवधि में अंतिम-आयतन में संकुचन होता है। जैसा कि संदेह किया जा सकता है, यह आयतन में संकुचन मुख्यतः द्रव द्वारा अंतः-शोषण करते हुए द्रव के पदार्थ में द्रव द्वारा सूक्ष्म स्थानों की अधिष्ठानता (occupancy) के कारण नहीं होता। यद्यपि कुछ प्रणालियों में सम्भवतः इस विधि द्वारा भी आयतन में संकुचन का एक भाग हो सकता है। वास्त-विकता यह है कि अधिशोषित जल-अणु अधिशोषण करते हुए पृष्ठों के साथ-साथ निश्चित रूप से अभिविन्यस्त (oriented) रहते हैं और इसलिए स्वतंत्र अवस्था की अपेक्षा कम स्थान घेरते हैं। यह अधिशोषित जल के संपीडन (compression) के तुल्यांकी होता है, अतः इसका घनत्व स्वतंत्र जल की अपेक्षा अधिक होता है।

अंतःशोषण के ऊर्जा सम्बन्धः

(Energy relations of imbibition)

अंतःशोषण प्रक्रिया के परिणामस्वरूप सदैव ऊष्मा (heat) उत्पन्न होती है। अंतःशोषण की अवधि में ऊष्मा का उत्पन्न होना सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है। हम देखते हैं कि शुष्क स्टार्च को जल अंतःशोषण करने के लिए जब एक केलोरीमीटर में रख दिया जाता है, तव तापमान में परिवर्तन होता है।

सारणी 1 – शुष्क स्टार्च के अंत:शोषण की ऊष्मा
(रोडेवाल्ड के आँकड़े 1897)

प्रतिशत जल अंत:शोषित	ऊष्मा उत्पत्ति ग्राम केलारी प्रति ग्राम स्टार्च
0.23	28.11
2.39	22.60
6.27	15.17
11.65	8.43
15.68	5.21
19.52	2.91

जल-अणु अंत:शोषित किये जाते हैं, जिसके फलस्वरूप उनकी गतिक ऊर्जा का एक बड़ा भाग विलुप्त हो जाता है। यह गतिक (dynamic) ऊर्जा फिर से प्रणाली में ऊष्मा ऊर्जा के रूप में आ जाती है। अंत:शोषण की प्रक्रिया में अनिवार्य ऊर्जा परिवर्तन इस प्रकार होता है। अधिशोषित अणु-गतिक ऊर्जा की हानि करते हैं और यह ऊर्जा प्रणाली के दूसरे अणुओं को स्थानांतरित हो जाती है। इन अणुओं द्वारा बढ़ायी हुई गतिज सक्रियता तापमान में वृद्धि के कारण होती है। उपर्युक्त सारणी में दिखलाया गया है कि सबसे अधिक ऊष्मा की उत्पत्ति अंत:शोषण की प्राथमिक अवस्थाओं में होती है, क्योंकि अंत:-शोषित जल के प्रथम अणुओं का एक बड़ा भाग, उन अणुओं की अपेक्षा जो अंत:शोषक में बाद में प्रवेश करते हैं, अधिक दृढ़ता से अधिशोषित किया जाता है।

शल (Shull–1920) ने जैन्थियम (xanthium) के बीजों पर प्रयोग द्वारा यह ज्ञात किया कि अंत:शोषण की दर तापमान की वृद्धि के साथ-साथ बढ़ती है।

अंत:शोषण पर परासरणी प्रभाव :
(Osmotic effect on imbibition)

अंत:शोषण के द्वारा जल किसी पदार्थ में केवल उसी समय गति करता है, जबकि जल का विसरण-दाब अंत:शोषक में जल के विसरण-दाब से अधिक हो जाता है। एक विलयन का परासरणी दाब उस विलयन की विसरण-दाब-न्यूनता का माप होता है क्योंकि विलेयों की उपस्थिति से ही इसके

परिणाम निकाले जाते हैं। अतः परासरणी दाव का परिमाण (magnitude) अंत:शोषण की दर एवं एक अंत:शोषक के संतुलित जल-अंश दोनों को प्रभावित करता है।

शल ने जेन्थियम पेनसिलवानिकम (xanthium penncylvanicum) के वीजों में अंत:शोषण पर परासरणी प्रभावों के कुछ प्रयोग किये और उनके परिणामों के आधार पर सामान्य नियम बनाये। उस विलयन के परासरणी दाब में वृद्धि करने पर जिसमें कि बीज निमज्जित किये गये हैं, अंत:शोषण द्वारा धारण की गयी जलमात्रा संतुलन विन्दु पर (शुष्क भार का प्रति इकाई) घटती जाती है। चूंकि संतुलन पर अंत:शोषण करते हुए पदार्थ में जल एवं परिवारक (surrounding) द्रव में जल के विसरण दाब समान होने चाहिए अतः अंत:शोषण पर इस परासरणी प्रभाव के लिए यह आधार प्रत्यक्ष है। यद्यपि परासरणी दाब एवं अंत:शोपित जल की मात्रा के वीच का सम्बन्ध पूर्णतया समानुपाती नहीं होता फिर भी किसी अंत:शोषक में जल की प्रथम वृद्धियाँ क्रमश: वाद में अंत:शोपित वृद्धियों की अपेक्षा कहीं अधिक भयंकर रूप से महा वलों (greater forces) द्वारा धारण कर ली जाती हैं।

अंत:शोषित दाब :

(Imbibition pressure)

यदि किसी फूलते हुए अंत शोषक को चारों ओर से सीमित कर दिया जाये तव वह प्राय: अतिशय (enormous) परिमाण के दाव डालता है। उदाहरणत: शुष्क वीजों से भरे वन्द टीन में यदि जल डाल दिया जाये तव कुछ समय पश्चात् टीन फट जायेगा।

अंत:शोषण दाव का पद यद्यपि अंतःशोषण की अवधि में उत्पन्न हुए वास्तविक-दाव का अभिधान (designation) नहीं है, परन्तु उसका अर्थ परासरणी दाव के अर्थ के अनुरूप (analogous) ही है, जो अंतःशोषक के कुछ विशिष्ट गुणों को वतलाता है। इस अर्थ में उपयोग में लाया गया अंत:शोषण दाव विभव (potential) अधिकतम दाव (maximum pressure) की एक सूची है, जो कि अंत:शोषण के कारण अंत:शोपक में उत्पन्न हो सकता है। इसके अतिरिक्त अंत:शोषण दाव अंत:शोषक में जल के विसरण दाव न्यूनता की भी एक सूची है जब तक कि उसके स्वतंत्र प्रसरण (expansion) में किसी तरह की वाधा नहीं डाली जाती। एक विलयन में दिये हुए विलेय की मात्रा के अनुपात में जल की जितनी अधिक मात्रा उपस्थित होगी, उतना ही

परासरणी-दाव कम होगा। इसी भाँति एक अंत:शोषक में दिये हुए अंत:शोषण करते हुए पदार्थ के अनुपात में जितनी अधिक जल की मात्रा उपस्थित होगी उतना ही अंत:शोषण दाव कम होगा। उदाहरणत:, वायु-शुष्क मटर के बीज, आधे फूले हुए मटरों के बींजों की अपेक्षा अधिक अंत:शोषण दाब रखते हैं। उच्चतम फूलने की अवस्था में पहुँचे हुए मटर के बीजों का अंत:शोषण दाव शून्य होता है।

परासरण के कारण उत्पन्न हुए दावों की भाँति वह वास्तविक दाव जो कि अंत:शोषण के कारण उत्पन्न होते हैं, तर्कानुसार (logically) स्फीति-दाव (turgor pressure) कहे जा सकते हैं। अंत:शोषक में केवल उसी समय स्फीति-दाव उत्पन्न होता है, जबकि अंत:शोषक का पूर्ण रूप से फूलना किसी तरह रोक लिया जाये जैसे कि एक अप्रत्यास्थ (inelastic) भित्ति में परिबद्धन (enclosure) द्वारा रोका जा सकता है।

अंत:शोषण के परिमाणात्मक दृष्टिकोण : (Quantitative aspects of imbibition)

एक अंत:–शोषक में जल की विसरण-दाब-न्यूनता अंत:शोषण-दाब में से स्फीति दाब को घटाने पर समान होती है। यह ठीक उसी प्रकार से होता है जिस प्रकार परासरणी प्रणाली में जल की विसरण-दाव-न्यूनता, परासरणी दाव में से स्फीति दाव को घटाने पर समान होती है। यह सम्बन्ध निम्नांकित समीकरण में अभिव्यक्त किया गया है–

विसरण दाब न्यूनता = अंतिम दाव–स्फीति दाब

चूंकि एक असीमित अंत:शोषक में कोई स्फीति दाव उत्पन्न नहीं होता अत: इस प्रकार की प्रणालियों के लिए यह समीकरण इस प्रकार सरल किया जा सकता है–

वि. दा. न्यू. = अं. दा.

यदि एक 100 वायु अंत:शोषण दाब वाले अंत:शोषक को शुद्ध जल में निमज्जित किया जाये तब अंत:शोषक में जल की प्रारम्भिक विसरण-दाब-न्यूनता 100 वायु होगी। संतुलन ग्रहण करने पर अंत:शोषक में अंत:–शोषण-दाव एवं जल की विसरण-दाब-न्यूनता दोनों शून्य हो जाते हैं। यदि इस-प्रकार के अंत:शोषक को एक ऐसे विलयन में निमज्जित किया जाये जिसका परासरणी दाव 20 वायु हो, तव संतुलन ग्रहण करने पर अंत:शोषक में अंत:-शोषण-दाव एवं जल की विसरण-दाब न्यूनता दोनों 20 वायु होंगे। असीमित

अंतः शोषकों में, उनके जल की विसरण दाव न्यूनताओं के साथ वाह्य विलयनों के जल का संतुलन केवल अतःशोषण दावों में समायोजनों (adjustments) के द्वारा ही हो सकता है।

यदि एक अंतःशोषक जिसका प्रारम्भिक अंतःशोषण दाव १०० वायु हो और उसको एक अप्रत्यास्थ (inelastic) जल पारगम्य भित्ति में परिवद्ध करके शुद्ध जल में निमज्जित कर दिया जाये तब संतुलन आने पर अंतः-शोधक में जल की विसरण-दाव-न्यूनता शून्य हो जायेगी। इसका कारण अंतः-शोषण-दाव का ह्रास (decrease) होना नहीं है, परन्तु 100 वायु के स्फीति-दाव का उत्पन्न होना है। यदि इस अंतःशोषण करती हुई प्रणाली के वाहर शुद्ध जल के स्थान पर 20 वायु परासणी दाव का विलयन प्रतिस्थापित (substitute) कर दिया जाये तब अंतःशोषक में जल की विसरण-दाव-न्यूनता संतुलन पर 20 वायु हो जायेगी। इसका कारण अंतः-शोषण-दाव में ह्रास होना नहीं है, अपितु 80 वायु के स्फीति-दाव का उत्पन्न होना है।

अंतःशोषण दाव का मापन :
(Measurement of imbibition pressure)

अंतःशोषण-दाव को दो विभिन्न विधियों से मापा जाता है। प्रथम विधि में अंतःशोषण की अवधि में उत्पन्न हुए दाव का एक यांत्रिक दाव के साधन द्वारा प्रतिसंतुलन (counterbalance) किया जाता है। इस विधि का उपयोग रेनके (Reinke–1879) ने किया था। उसने धातु के एक खोखले वेलन (cylinder) में लेमिनिरिआ (laminaria) के पत्रों (fronds) की शुष्क चक्रिकाएँ (discs) भर दीं और इनके ऊपर एक धातु पिस्टन को जिसके ऊपरी सिरे पर प्लेटफार्म लगा था निविष्ट (insert) कर दिया। इसके पश्चात जल को शुष्क चक्रिकाओं के सम्पर्क में लाया गया। इस कैल्प (kelp) के फूलने को रोकने के लिए बिल्कुल पर्याप्त संहति (mass) के भारों को प्लेटफार्म पर रखने पर उस उत्पन्न हुए दाव को मापा गया। यह दाव जो अंतःशोषण के वरावर होता है, अंतःशोषक में जल की विसरण-दाव-न्यूनता को शून्य पर रखता है और इस तरह अंतःशोषक में जल के किसी भी संचालन को रोकता है।

परासरणी विधि द्वारा भी अंतःशोषण-दाव मापा जा सकता है। इस विधि के अनुसार उस आवश्यक विलयन को ज्ञात किया जाता है जिसमें विसरण

दाब न्यूनता (परासरणी दाब), अंतःशोषक में जल के किसी भी संचालन को रोकने के लिए पर्याप्त होती है। इस प्रकार के विलयन का परासरणी-दाब, अंतःशोषक के अंतःशोषण-दाब के बराबर होता है। इस तरह सरलता-पूर्वक अंतःशोषक में जल की विसरण-दाब-न्यूनता ज्ञात की जा सकती है। इन परिस्थितियों में, स्फीति-दाब के अभाव में विसरण-दाब-न्यूनता, अंतः-शोषण दाब के बराबर होती है अर्थात वायु शुष्क बीजों का अंतःशोषण दाब लगभग 1000 वायु तक की सीमा को स्पर्श कर सकता है।

——

अध्याय 3

परासरण
(OSMOSIS)

कोशिका का जल विभिन्न प्रावस्थाओं में, जैसे– रिक्तिका, माइटोकान्ड्रिया, प्लैस्टिड केन्द्रक (nucleus) सहित जीवद्रव्यक (protoplast) और कोशिका भित्ति में स्पष्ट रूप से बँटा रहता है। कोशिका का यह जल कोशिकाद्रव्यी (cytoplasmic) अन्तर्वेशन (inclusion) का ही एक भाग होता है। जल, जो कोशिका का मुख्य घटक होता है, इन विभिन्न प्रावस्थाओं में परासरणी और अंत:शोषित वलों के संयोग से जकड़ा रहता है।

एक प्रावस्था (phase) से दूसरी प्रावस्था में अथवा वातावरण में जल का गमन जल की सक्रियता (activity) अथवा विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जा (specific free energy) पर निर्भर रहता है। तनु विलयनों के भौतिक रसायन-विज्ञान के प्राथमिक अनुसन्धान गैसों के अणुगति सिद्धान्त के साथ विकसित समानताओं के आधार पर किये गये थे। इन से उत्पन्न वनस्पति ऊतकों के जल सम्बन्ध भी ऊष्मा गतिक (thermodynamics) आधार की अपेक्षा उपर्युक्त आधार पर ही अभिव्यक्त किये गये हैं।

प्रारम्भिक वनस्पति-शरीर-क्रियात्मक-अनुसधांनों में पौधों के अन्दर जल का संचलन केवल परासरणी दाब के अन्तर से ही सम्बन्धित माना जाता था। कोशिकांतर्वस्तु (cell-contents) के द्रवस्थैतिक दावों (hydrostatic pressures) की महत्ता और इसके साथ जल की या वाष्प-दाव की सक्रियता को पहले अभिमान्यता नहीं दी गयी थी।

यदि 10 प्रतिशत शर्करा का विलयन एक सिलेन्डर के तल में रख दिया जाये और इसके ऊपर सावधानी से शुद्ध जल की परत रख दी जाये, तब विसरण के नियमों के अनुसार, शर्करा उच्च शर्करा सान्द्रता से निम्न शर्करा सान्द्रता (0 प्रतिशत) की ओर जाने की कोशिश करेगी और जल नीचे की ओर एक उच्च जल सान्द्रता (100 प्रतिशत) से निम्न सान्द्रता (90 प्रतिशत) की ओर विसरण करेगा। यदि हम एक विभेदक (differentially) पारगम्य झिल्ली इन दोनों सतहों के वीच रख दें और यदि यह झिल्ली केवल जल को अपने में होकर विसरण की अनुमति दे, तब जल झिल्ली में से होकर निम्न शर्करा अंश (0 प्रतिशत) की दिशा कि अपेक्षा उस तरफ अधिक तेजी से गुजरेगा जिस तरफ उच्च शर्करा अंश है। इसके परिणामस्वरूप जल उच्च शर्करा अंश की ओर आयतन में वृद्धि करेगा और यदि प्रसार (expansion) में बाधा उत्पन्न की जाये तो एक दाव उत्पन्न होगा। यह जल (या अन्य किसी विलायक)

का विसरण एक विभेदक पारगम्य झिल्ली से गुजरकर परासरणी-दाव या वस्तुतः स्फीति-दाव कहलाता है।

झिल्ली के एक तरफ जितनी अधिक शर्करा की सान्द्रता होगी, उतनी ही जल की सान्द्रता कम होगी। अतः विसरण के नियमों के अनुसार जल की प्रवृति विलयन की ओर विसरण करने की अधिक होगी और दाब भी अधिक उत्पन्न होगा। यहाँ हमने जल के विसरण के बारे में कहा है कि जल के उच्च सान्द्रता वाले भाग से जल के निम्न सान्द्रता वाले भाग की ओर विसरण होता है। यहाँ पर हम इस को स्पष्ट करना चाहते हैं कि जल का विसरण अन्य पदार्थों के विसरण से किसी भी प्रकार भिन्न नहीं होता। इसके वाद जव भी हम उच्च या निम्न सान्द्रताओं वाले विलयनों के वारे में कहेंगे, हमारा तात्पर्य विलेय की उच्च या निम्न सान्द्रता से ही होगा अतः उच्च सान्द्रता का विलयन विलीन द्रव्यों (dissolved materials) के उच्च अंश एवं जल के निम्न अंश रखता है।

मोलर एवं मोलल विलयन:
(Molar and Molal Solutions)

उपर्युक्त दृष्टान्तों में सरलता के लिए सान्द्रता के प्रतिशत का उपयोग किया गया था। परन्तु यह पाया गया कि जब एक झिल्ली को जल विलयन से भरकर शुद्ध जल में निमज्जित किया जाता है, तव जो दाव उत्पन्न होता है वह साधारण परिस्थितियों में विलेय कणों के आकार एवं भार की अपेक्षा दिये हुए जल के भार की विलेय संख्या के निकटतम समानुपाती होता है। अतः हम केवल प्रतिशत सान्द्रता जानकर यह भविष्यवाणी नहीं कर सकते कि कितना दाब उत्पन्न होगा। यदि एक झिल्ली में दूसरी झिल्ली की अपेक्षा दुगने कणों वाला विलयन है, तव उनको शुद्ध जल में निमज्जित करने पर पहली झिल्ली पर दूसरी झिल्ली की अपेक्षा दुगना परासरणी दाब (स्फीति दाब) होगा। यहाँ पर यह याद रखना महत्वपूर्ण है कि परासरणी दाव, विलयन में कणों की संख्या के समानुपाती होता हैं, और कणों के प्रकार (kinds), भार (weight) अथवा आकार (size) से स्वतंत्र होता है। एक विलयन जिसमें वहुत से विलेयों का मिश्रण है, वही दाव होगा जितना कि एक विलयन में एक अकेले विलेय का होता है, यदि विलीन कणों की पूर्ण संख्या अनुपात, विलायक कणों की संख्या के बराबर हो।

विभिन्न विलयनों और उनसे उत्पन्न हुए दाबों की तुलना करने के लिए, जो कि परासरणी कोष्ठों में उन विलयनों को रखने पर उत्पन्न होते हैं, यह आवश्यक है कि विभिन्न पदार्थों के समान भारों में उपस्थित आनुपातिक कणों की संख्या को जाना जाये। इन समानुपाती कणों की संख्या को ज्ञात करने के

INDIAN INSTITUTE OF ADVANCED STUDY
Acc. No. 43588
Date

लिए उनके समानुपाती भागों को जानना आवश्यक है। चूंकि आणविक भार, अणुओं के समानुपाती भार बतलाते हैं अतः आणविक अथवा प्रभाजी (fractional) आणविक विलयनों का उपयोग रीति के अनुसार है।

एक मोलर-विलयन या आयतन आणविक-विलयन वह विलयन है; जिसमें विलेय के उतने ही ग्राम प्रति लीटर विलयन में घुले रहते हैं, जितना विलीन् पदार्थ का आणविक भार होता है। दूसरी तरफ मोलल विलयन या भार आणविक विलयन (weight molecular solution) वह विलयन है, जिसमें उतने ही ग्राम विलेय के 1000 ग्राम जल में घुले रहते हैं जितना कि पदार्थ का आणविक भार होता है। इस प्रकार के मोलल विलयन परासरणी झिल्लियों में उत्पन्न दावों की भविष्यवाणी करने के लिए अधिक यथार्थ होते हैं, परन्तु इनका सरलतापूर्वक हेर-फेर नहीं किया जा सकता।

यह हमको भली-भाँति विदित है कि किसी पदार्थ का आणविक भार परमाणु भारों के योग के बराबर होता है। उदाहरणतः गन्ने की शर्करा ($C_{12}H_{22}O_{11}$) में 12 अणु कार्बन के, 22 हाइड्रोजन के, और 11 अणु आक्सीजन के होते है, अतः आणविक भार 342.296 होता है। इसी प्रकार ग्लूकोस ($C_6H_{12}O_6$) का आणविक भार 180.096, और हाइड्रेटेड मेगनिसियम क्लोराइड (Mgcl $_2$, $6H_2O$) का आणविक भार 203.34 होता है। निम्नांकित सारणी द्वारा यह बात और अधिक स्पष्ट हो जाती है।

सारणी–२

गन्ने की शर्करा				मेगनिसियम क्लोराइड (हाइड्रेटेड)			
तत्व	परमाणु भार	परमाणुओं की संख्या	भार	तत्व	परमाणु भार	परमाणुओं की संख्या	भार
C	12.01	12	144.12	Mg	24.32	1	24.32
H	1.008	22	22.176	cl	35.46	2	70.92
O	16	11	176	H	1.008	12	12.096
				O	16	6	96
आणविक भार			342.296	आणविक भार			203.336

उत्पन्न हुआ परासरणी दाव विलयन में कणों की संख्या के समानुपाती होता है और गन्ने की शर्करा के कण (यहाँ पर अणु) करीव-करीव ग्लूकोज के कणों से दुगने भारी होते हैं, अतः उतना दाव उत्पन्न करने के लिए जितना कि एक दिये हुए ग्लूकोज के भार में उत्पन्न होता है, गन्ने की शर्करा के विलयन में दुगने भार की शर्करा का उपयोग करना पड़ेगा। इसी प्रकार ग्लूकोज का **दसांश** N/10 **विलयन** अर्थात 0.1 मो ग्लूकोज उतना ही दाव उत्पन्न करेगा जितना कि स्यूक्रोज (Sucrose) का **दसांश** N/10 **विलयन** करता है क्योंकि दोनों विलयनों में कणों की संख्या समान होती है परन्तु ग्लूकोज के विलयन में 18.1 ग्राम अणु प्रति ली०र और स्यूक्रोज का विलयन 34.2 ग्राम अणु प्रति लीटर होंगे।

जव कुछ पदार्थ विशेष रूप ले अकार्वनिक लवण जल में घोले जाते हैं, तव परासरणी सान्द्रताएँ एवं उत्पन्न हुए दाव सामान्यतः उस आशा से अधिक पाये जाते हैं जिसकी कि हम विलयन में अणुओं की संख्या से करते हैं। इसका कारण यह है कि विलयन में कुछ अणु दो या अधिक कण बनाते हुए आयनित (ionize) अर्थात वियोजित (dissociate) हो जाते हैं। एक लवण का अणु, जैसे सोडियमक्लोराइड (Nacl), दो विद्युत आवेशित (electrically charged) कण, जो इनमें से आयन्स कहलाते हैं बनाते हुए विलयन में वियोजित हो जाता है। इनमें से एक आयन (Na^+) धनात्मक आवेश रखता है और धनायन (cation) कहलाता है, क्योंकि यह विद्युत विभव (electric potential) में अन्तर के प्रभाव में कैथोड (cathode) की तरफ गति करता है। दूसरा आयन (Cl^-) ऋणात्मक आवेश रखता है और ऋणायन (anion) कहलाता है और विद्युत विभव में अन्तर के प्रभाव में एनोड (anode) की तरफ गति करता है। इस प्रकार जव लवण जल में घोले जाते हैं तव प्रत्येक अणु एक कण की तरह व्यवहार करने की अपेक्षा, दो या अधिक कण वना सकता है, और इसी कारण विलयन द्वारा उत्पन्न परासरणी दाव क्रमशः बढ़ जाते हैं। एक लवण, जैसे—मेगनीशियम क्लोराइड ($Mgcl_2$) अथवा पोटेशियम सल्फेट (K_2SO_4), जल में तीन कण वनाते हुए वियोजित होता है ($Mg^{++} + cl^- + cl^-$ अथवा $K^+ + K^+ + SO_4^-$)। वह पदार्थ जो इस तरह विद्युतआवेशित आयन बनाते हुए वियोजित होते हैं कुछ अपघट्य(electrolytes) कहलाते हैं। विशिष्ट परिस्थितियों में आयनों पर आवेशों की किस्म (kind) एवं संख्या परासरण पर प्रभाव डालती है, परन्तु इस प्रभाव को हम ध्यान में नहीं लायेंगे।

परिभाषा एवं व्याख्या :
(Defination and Explanation)

परासरण की ठीक ढंग से परिभाषा झिल्ली से होकर विसरण ही मुख्यतः मानी जाती है। यहाँ पर यह ध्यान देने योग्य बात है कि यह साधारणतः उन प्रकरणों में ही उपयोग में लायी जाती है, जहाँ झिल्ली से होकर नेट फ्लक्स (Net Flux) होता है। यह झिल्ली के विरुद्ध पक्षों की प्रावस्थाओं (phases) में विभिन्न सक्रियता अथवा वाष्प-दाव के कारण होता है। दूसरे शब्दों में परासरण एक परिस्थिति है जो कि झिल्ली में एक सक्रियता ग्रेडियन्ट (activity gradient) लाती है। परासरण या जल का विसरण सिद्धान्तः विलेय के समान ही होता है। जीवित कोशिका झिल्लियों में यह स्पष्ट है कि विलेयो का स्थानांतर एक साधारण विसरण प्रक्रम (process) नहीं होता, जैसा कि कोलोइड़ी झिल्ली में होकर पाया जा सकता है। यह अभी तक एक विवाद का विषय है कि जल का गमन एक सादा परासरण है अथवा इसके अलावा सक्रिय या अपरासरणी गमन है।

ब्रोन्सटेड (Bronsted–1938) के अनुसार परासरणी दाव वह अतिरिक्त द्रवस्थैतिक दाब है जो विलयन में विलायक के रासायनिक विभव (chemical potential) को उसी तापमान पर शुद्ध विलायक के समान करने के लिऐ लगाना पड़ता है। इस प्रकार की परिभाषा कि परासरणी दाव वह उच्चतम दाव है जो कि अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा परिवद्ध विलयन में उत्पन्न होता है, नितान्त असंतोषजनक है।

परासरण की क्रिया का एक मानसिक चित्र वनाने में निम्नांकित विवाद सहायक हो सकता है। स्यूक्रोज का एक मोलल विलयन उदाहरणतः 1000 ग्राम (55.5 ग्राम) जल में 342.296 ग्राम (1 ग्राम) शर्करा के होते हैं। अर्थात शर्करा के एक मोलल विलयन में प्रत्येक शर्करा के अणु के लिए जल के 55.5 अणु या विलयन (शर्करा + जल) के 56.5 अणु होते हैं। विलयन के किसी भाग में अथवा सतह पर जल की सान्द्रता इस अनुपात के बरावर होती है 55.5/56.5 (अर्थात 0.9823 या 98.23 प्रतिशत)। एक ही तापमान पर एक विलयन का वास्तविक वाष्प-दाव शुद्ध विलायक के वाष्प-दाब के बरावर होता है, और विलयन में जल के मोल प्रभाज का द्योतक है। यह रोल्ट का नियम (Roalt's law) कहलाता है। जल का मोल प्रभाज (mole fraction) वह अनुपात होता है जो प्रति लीटर शुद्ध जल के ग्राम मोल्स की

संख्या और जल के ग्राम मोल्स की संख्या एवं विलयन में विलेय के ग्राम मोल्स की संख्या के योग के बीच होता है।

परासरणी घटना में सबसे महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि एक विलीन पदार्थ की उपस्थिति, सक्रियता अथवा विलायक के विसरण-दाब को कम करती है। इस प्रकार की परिस्थिति में जब समस्त बाह्य-दाब एक समान होते हैं, जल की सक्रियता या विसरण-दाब झिल्ली से विलयन की ओर की अपेक्षा शुद्ध जल की ओर अधिक होता है। अतः जल विरुद्ध दिशा की अपेक्षा विलयन में अधिक तेजी से गति करता है और इस प्रकार विलयन की तरफ आयतन एवं दाब बढ़ाता है। विलयन की तरफ दाब बढ़ा हुआ है, और यह बढ़ा हुआ दाब जल को वापस स्वतंत्र जल की तरफ जाने के लिए बल लगाता है अतः जल निम्न सक्रियता से विलयन की ओर विसरण करता रहेगा। यह विसरण उस समय तक होता रहेगा जब तक कि यांत्रिक (mechanical) अथवा द्रवस्थैतिक (hydrostatic) दाब बृहत्तर सक्रियता अथवा शुद्ध जल के विसरण के दाब को प्रतिसंतुलित करने के लिए पर्याप्त नहीं हो जाता। अंत में दोनों दिशाओं में जल का संचलन समान हो जाता है, परन्तु दोनों तरफ की सान्द्रताएँ एक समान नहीं होंगी।

कुछ वैज्ञानिकों द्वारा यह दावा किया गया है कि चूँकि जल दोनों दिशाओं में समानतापूर्वक गति कर रहा है, अतः वह दाब पूर्ण रूप से विलेय अणुओं द्वारा झिल्ली पर बमबारी के कारण होता है। परन्तु वास्तविक दाब निसन्देह विलेय एवं विलायक दोनों के द्वारा भित्ति पर बमबारी होने से होता है। इस बमबारी का कारण जल के उच्चतर विसरण दाब वाले क्षेत्र से जल का आन्तरिक विसरण होना है।

परासरणी सान्द्रता मापने की विधियाँ:

(Methods of measuring Osmotic concentration)

(1) बाष्प–दाब अवनमन विधि—

(Vapour pressure lowering method)

हम यह जानते हैं कि विलेयों की उपस्थिति वाष्प दाब को निम्न करती हैं एवं जल के क्वथनांक (boiling point) का उत्थान (raise) करती है। एक विलयन का वाष्प दाब अथवा क्वथनांक (boiling point) ज्ञात करने पर उसकी सान्द्रता ज्ञात की जा सकती है। अवाष्प शील

(non volatile) विद्युत अनपघट्य (non–electrolyte) के एक ग्राम आणविक विलयन द्वारा जल का क्वथनांक 0.52° से. उत्थित (raised) किया जा सकता है। वनस्पनि ऊतकों की परासरणी सान्द्रताएँ मापने के लिए यह विधि बहुत कम ही उपयोग में लायी जाती है। यद्यपि इस विधि के रूपान्तर कुछ लोगों द्वारा उपयोग में लाये गये हैं।

इनमें से एक रूपान्तर में ज्ञात और अज्ञात विलयनों के आपेक्षिक वाष्प दावों की तुलना, प्रत्येक की एक बूंद केशिका नली में रखकर द्रव के स्तम्भ (column) की लम्बाई में परिवर्तन प्रेक्षण (observe) कर की जाती है। किसी एक समान तापमान पर जल दुर्बलतर (weaker) विलयन से प्रबलतर (stronger) विलयन की ओर धीरे-धीरे प्रवाह करेगा और इसके फलस्वरूप नलिका (tube) के अन्दर दोनों स्तम्भों (columns) की लम्बाई में परिवर्तन होगा।

ये कार्यविधियाँ (procedures) जो वनस्पति तरलों (fluids) या संवर्ध (culture) विलयनों के परासरणी दावों को निर्धारण (determination) करने के लिए उपयोग में लायी जाती हैं, व्यापक रूप से परासरणी दाव के साथ विलयनों के अणुसंख्य (colligative) गुणों पर आधारित की गयी हैं। इनमें से एक कार्यविधि वाष्प दाव या हिमांक का अवनमन है जो रौल्ट के नियम पर आधारित है। यह नियम बतलाता है कि वाष्प दाव में कमी, विलेय के मोल प्रभाज के समानुपाती होती है।

$$\frac{(P_0 - P)}{P} = \frac{n_2}{(n_1 - n_2)}$$

जबकि P_0 और P क्रमशः विलायक और विलयन के वाष्प दाव हैं। n_1 एवं n_2 क्रमशः विलायक एवं विलेय के अणुओं की संख्या है।

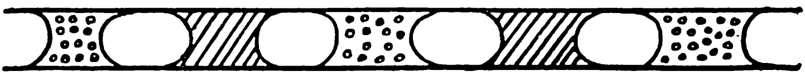
जब कोई यह कल्पना करता है कि विलायक वाष्प गैस के नियमों का पालन करता है और विलायक का आंशिक (partial) आणविक आयतन (V_0) दाव से स्वतंत्र होता, है तब वह यह सम्बन्ध पाता है–

परासरणी दाव, $P = \frac{RT}{V_0} \, l n \, \frac{P_0}{P}$

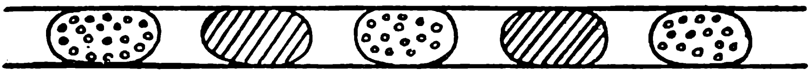
वाष्प दाव कम करने की विधियाँ सामान्यतः प्रयोगात्मक (experimental) पदार्थ के वाष्प दाव का उन विलयनों के साथ

जिनका परासरणी दाव ज्ञात है, तुलना करने के लिए विश्वसनीय विधियाँ हैं।

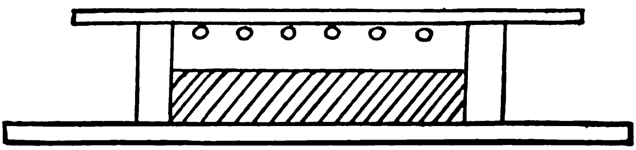
बारगर (Barger–1904) ने एक विधि प्रस्तावित की जिसको अर्सप्रंग (Ursprung) एवं अन्य दूसरों ने रूपांतरित किया। यह विधि प्रयोगात्मक विलयन एवं ज्ञात परासरणी दाव के मानक (standard) विलयनों के स्तम्भों की लम्बाई में परिवर्तन को मापने के ऊपर निर्भर करती है जैसा चित्र में दिखलाया गया है। यह विधि आजकल अधिक सरल है, क्योंकि इसमें केशिकाओं (capillaries) की अंतर्सतह (inside) सिलिकोन (silicone) से लेपित (coated) की जा सकती हैं, और नलिकाओं को भरने में अधिक परिशुद्धता (precesion) संभव है।



(क)



(ख)



(ग)

चित्र 3

चित्र – बारगर विधि के अनुसार वाष्प दावों (परासरणी दावों) की तुलना करने के लिए भरी हुई नलिकाएँ। ज्ञात विलयन को बिन्दुकित

और अज्ञात विलयन को विकर्ण छायित (diagonal shading) किया गया है। (क) अलेपित (uncoated) नलिका (ख) सिलिकोन लेपित (ग) अर्सप्रंग का परिवर्त (variant) जिसमें अज्ञात के ऊपरवाले छोटे कोष्ठ में ज्ञात विलयनों की श्रेणी (series) हैं। यह अज्ञात एक विलयन अथवा ऊतक हो सकता है।

वाल्डस और जौहन्सटन (Baldes and Johnston) की विधि में भी यही सिद्धान्त लागू होता है। यहाँ दो वैद्युत युग्म (thermocouples) इस प्रकार फिट किये जाते हैं ताकि उनमें छोटे लूप प्राप्त हो सकें और जिनमें क्रमशः प्रयोगात्मक विलयन एवं आसवित (distilled) जल की एक-एक बूंद रख दी गयी हो। लूपों को धारण किये हुये होल्डर को एक आर्द्र (moist) कोष्ठ में रख दिया जाता है, और जल विलयन की बूंद में संघनित हो जाता है। जब एक स्थायी दशा (steady state) पहुँच जाती है, ताप-वैद्युत-युग्म (thermocouples)धारामापी (galvano meter) से जोड़ दिये जाते हैं, और जो विक्षेप (deflection) दिखलायी देता है वह विलयन के परासरणी दाव के समानुपाती होता है। अंशशोधन (calibration) ज्ञात परासरणी दाव के विलयनों के उपयोग पर आधारित रहता है।

स्पेनर (Spanner–1951) ने एक विधि खोजी जो कि वाष्प दाब और वि दा न्यू या चूषण दाव के सम्बन्ध पर निर्भर करती है। इस विधि में पेलटियर प्रभाव (peltier effect) अथवा ,ताप-वैद्युतयुग्म से होकर धारा (current) प्रवाह करते समय उसको ठंडा रखने की विधि का उपयोग किया गया। स्पेनर के उपकरण में यह शीतलन, संधि (junction) पर ओस निक्षेप (deposit) करता है। चूंकि ओसांक (dew point) व्यापक जल वाष्प दाव पर निर्भर करता है, अतः इसका आकलन (estimate) कर लेते हैं। इसके पश्चात् वायुमंडल के विरुद्ध ज्ञात परासरणी दाब के विलयनों पर वायुमंडल के संतुलन के विपरीत धारामापी के पाठ्यांकों का अंशशोधन कर लिया जाता है। यथार्थतः क्षमता में यह विधि अत्यधिक बहुमूल्य है, फिर भी इसका उपयोग कम किया गया है। सिद्धान्तः इस विधि को पौधों में लगी हुई (in situ) ऊतकों की विसरण दाब न्यूनतायें ज्ञात करने के उपयोग में लाया जा सकता हैं। वाल्डस और जौहन्सटन की विधि वास्तव में केवल निचोड़े हुये विलयनों की वि दा न्यू अर्थात उनका परासरणी दाव ज्ञात करने के लिए ही उपयुक्त है।

हिमांकमापी विधि :
(Cryoscopic method)

उपयोग में लायी जाने वाली वहुप्रचलित विधि हिमांकमापन (cryoscopy) है। हम जानते हैं कि विलेय की उपस्थिति जल का हिमांक कम करती है। यह कमी विलयन में कणों की संख्या में समानुपाती होती है। एक विलयन का हिमांक निर्धारित करके, उसकी सान्द्रता निर्धारित करना सम्भव है। अतः वह परासरणी दाव भी ज्ञात किया जा सकता है, जो कि परासरण की वास्तविक परिस्थितियों में उत्पन्न होगा । एक विलयन, जिसकी परासरणी सान्द्रता 1 मोलल के बराबर है—1·86° से. के तापमान पर जमता है । यदि एक विशिष्ट विलयन–0.93 °से. पर जमता हुआ पाया जावे, तव उस विलयन में 0.5 मोलल के वरावर सान्द्रता होगी और एक परासरणी कोष्ठ में 0° से. पर 11.2 वायु का दाव उत्पन्न कर सकता है।

एक विलयन के हिमांक पर द्रव और ठोस प्रावस्थाओं दोनों पर जल के वाष्प दाव समान होते हैं। तनु विलयनों और शुद्ध जल के लिए वाष्प दाव, तापमान वक्र (curves) करीव=करीव समानान्तर होते है। अतः $\Delta T / \Delta P$ = स्थिरांक K (जहाँ ΔT = हिमांक अवनमन और ΔP = वाष्प दाव निम्न करना) । इसको रोल्ट समीकरण में प्रतिस्थापित (substitute) करने पर –

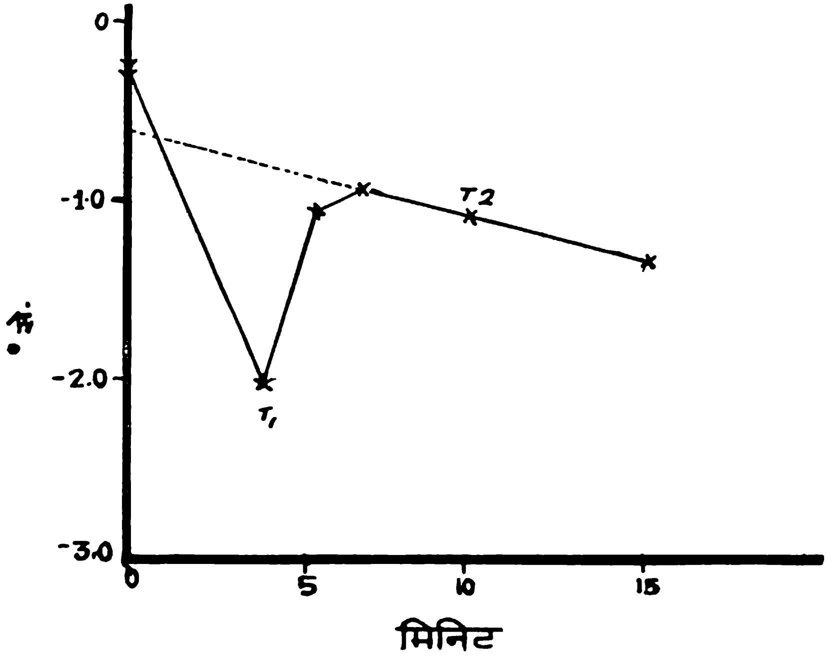
$$\Delta T = K P_0 \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

एक अवियोजित (undissociated) विलेय के K का मूल्य 1.86° से. प्रति मोल होता है। 0.° से. पर परासरणी दाव (P) तव इस सम्बन्ध द्वारा दिया जाता है।

$$P = \frac{\Delta T}{22.4 \times 1.86} = 12.04 \, \Delta T$$

एक छोटी नली में एक विलयन रख दिया जाता है; जिसका हिमांक ज्ञात करना है। अव एक बड़ी नली में इस छोटी नली को रख देते हैं, जिसके चारों ओर हिमकारी मिश्रण भर दिया जाता है। तापमान धीरे-धीरे गिरना प्रारम्भ होता है। विलयन को लगातार विलोडित (stirred) रक्खा जाता है, और क्रिस्टलीकरण (crystallization) के

क्षण अथवा बर्फ के अलग होने के समय तापमान चढ़ता है, जैसा कि चित्र में दिखलाया गया है।



चित्र ४

चित्र 4 – एक विलयन को ठंडा करने की अवधि में समय के साथ तापमान का परिवर्तन। T_1 पर बर्फ जमती है। T_2 से वापिस बहिर्वेशन (entrapolation) करने पर वास्तविक हिमांक का आकलन (estimate) होता है।

निम्नतम तापमान (T_1) और बर्फ बनने के बाद का तापमान (T_2) उपलब्ध करना आवश्यक है। चूंकि सामान्यत: कुछ अतिशीतलन (supercooling) हो जाता है, अत: तापमान T_2 पहुँचने के समय वह विलयन मौलिक (original) विलयन की अपेक्षा अधिक सान्द्रित (concentrated) होता है। हेरिस और गोर्टनर (Harris and Gortner–1914) द्वारा सुझाया गया संशोधन (correction) तथ्य पर आधारित

है कि अतिशीतलन की प्रति डिग्री के लिए लगभग जल का 1/80 भाग ठोस बनता है। अतः वह सत्य अवनमन $\triangle T$ दिया जाता है। —

$$\triangle T = \frac{T_2 - (T_2 - T_1)}{80 \times T_2}$$

शीतलन विलयन में हिम को क्रिस्टल रखने पर अतिशीतलन त्रुटियाँ वहुलता (frequently) से प्राय: विलोपित (eliminate) की जा सकती हैं। वेनेट क्लार्क (Bennett–Clark 1959) ने यह बतलाया कि सिलवर आयोडाइड भी हिम क्रिस्टल की भांति कार्य कर सकता है।

यह विधि व्यापक रूप से विभिन्न वनस्पति रसों की परासरणी सान्द्रताएं निर्धारित करने के लिऐ उपयोग में लायी गयी है, यद्यपि रस का संघटन (composition) परिवर्तन किये विना उसको निकालने में निःसंदेह काफी कठिनाई होती है। यह पाया गया है कि कोशिकारस (cell sap) निचोड़ने के लिए कोशिकाओं को हिमकारी विधि अथवा अन्य किसी निर्दिष्ट विधि द्वारा निर्जीव करना ही सर्वोत्तम है, ताकि जीवद्रव्यी (protoplasmic) झिल्ली नष्ट की जा सके, वरना यह निष्कर्षण (entraction) में हस्तक्षेप करेगी।

वस्तुतः अवशेष (residue) में से रस को अलग करना आवश्यक नहीं है, क्योंकि जमे हुए या द्रवसंमर्दित (macerated) ऊतकों का हिमांक सीधा (directly) निर्धारित (determine) किया जा सकता है। चूंकि अधिकतर प्रत्येक निर्धारण के लिए 2 मिली. या इससे अधिक रस अथवा गूदेदार द्रव्यमान (pulpy mass) का होना आवश्यक होता है। अतः एक अकेली कोशिका की सान्द्रता सामान्यतः इस विधि द्वारा निर्धारित नहीं की जा सकती। इसके अतिरिक्त जव इस विधि का उपयोग किया जाता है, तव कोशिका भित्तियाँ, अंतराकोशिकी स्थान (intercellular spaces), मृत कोशिकायें और विभिन्न सान्द्रताओं वाली कोशिकाओं से जल अथवा विलयन समस्त एक साथ मिश्रित करने पड़ते हैं। अनेकों अन्वेषकों द्वारा इस विधि का रूपान्तर उपयोग में लाया गया है जिसमें रस का निष्कर्षण नहीं होता।

इस विधि में अविकल (intact) ऊतक का वैद्युत विधियों द्वारा हिमांक मापा जाता है, जिसके लिए हिमकारी ऊतक में ताप-वैद्युत-युग्म

(thermocouples) लगा दिये जाते हैं। इस विधि में यह लाभ है कि बहुत से नमूनों (samples) के पाठ्यांक (readings) बहुत से ताप-वैद्युत-युग्मों के समुच्चयों (sets) और एक बहुस्विच (multiple switch) के उपयोग द्वारा शीघ्रतापूर्वक लिये जा सकते हैं। सामान्यतः यह विधि जीवित ऊतक को सान्द्रता का भिन्न माप देती है। क्योंकि अनेकों अन्वेषकों ने यह दिखलाया है कि यह हिमांक अवनमन अधिकतर ऊतकों को निर्जीव करने अथवा रस निष्कर्षण करने के पश्चात लिये हुए हिमांक अवनमन की अपेक्षा अधिक होता है। इसका कारण यह है कि जीवित कोशिकाओं के अवशीतलन (undercooling) की अधिक संभावना रहती है: क्योंकि आन्तरिक वर्फ वनने में जीवद्रव्यी झिल्ली वाधा डालती है।

जीवद्रव्यकुंचनी विधि :
(Plasmolytic method)

डिव्रीस (Devries–1884) ने सर्व प्रथम जीवद्रव्यकुंचनी विधि का उपयोग किया। जीवद्रव्यकुंचनी आँकड़े, रिक्तिका रस (vacuolar sap) के परासरणी दावों की गणना करने के लिए प्रयुक्त होते हैं। कुछ विशिष्ठ प्रकरणों में कोशिकांतर्वस्तुओं (Cell contents) का आधिक्य द्रवस्थैतिक दाव (excess hydrostatic pressure) मापने के भी उपयोग में लाये जाते हैं। रिक्तिका परासरणी दाव के निर्धारण के लिए मुख्यतः दो जीवद्रव्यकुंचनी विधियाँ हैं, (क) सीमांत (limiting) जीवद्रव्य-कुंचन विधि (ख) जीवद्रव्य-दूरात्मक (plasmometric) विधि।

(क) सीमांत जीवद्रव्य कुंचनी विधिः
(Limiting plasmolytic method)

सर्वप्रथम किसी एक ऊतक के टुकड़े को ज्ञात सान्द्रता वाले विलयन में (जैसे अविषैला (nontoxic) शर्करा विलयन) रख दिया जाता है। यदि ज्ञात विलयन की सान्द्रता ऊतक के अन्दर कोशिकारस की सान्द्रता की अपेक्षा उच्चतर होती है, तो जल ऊतक से, कोशिका झिल्ली द्वारा अधिक सान्द्रता वाले बाह्य विलयन की ओर बाहर निकल आता है। इस जल की हानि (loss) के कारण, कोशिकांतर्वस्तुएँ (cell contents) कोशिका-भित्तियों से दूर सिकुड़ जावेंगी, और इनके विरुद्ध कोई दाव नहीं डालेंगीं। इस सिकुड़ने को जिसके फलस्वरूप भित्ति से जीवद्रव्यक अपनयन (withdrawl) करता है, जीवद्रव्यकुंचन कहते हैं। जब भित्ति से जीवद्रव्य

इस प्रकार खींच लिया जाता है, तब भित्ति के विरुद्ध वह कोई दाब नहीं डालता। इस समय बाह्य विलयन एवं आन्तरिक विलयन की परासरणी सान्द्रता समान होती है।

मान लीजिये कि वह ज्ञात विलयन जो कि भित्ति से जीवद्रव्य को अलग रखता है, 0.4 मो. सान्द्रता का है। अतः वास्तव में मौलिक (original) कोशिकारस 0.4 मो. की अपेक्षा कम सान्द्रता रखेगा। क्योंकि जल ने कोशिका से विलयन की तरफ संचलन किया है और भित्ति के विरुद्ध कोई दाब नहीं है। अगर इसी प्रकार की ऊतक को हम 0.36 मो. विलयन में रखते हैं और ऊतक की कोशिकाएँ जीवद्रव्यकुंचित नहीं होतीं, तब हम यह समझ जायेंगे कि कोशिकारस की सान्द्रता 0.36 मो. से अधिक है। इस प्रकार विलयनों की एक श्रेणी को परीक्षण करके, एक इस प्रकार के विलयन को खोज निकालना सम्भव है, जो कि कोशिकारस से थोड़ा-सा प्रबलतर (stronger) हो, और जो कि थोड़ा-सा जीवद्रव्यकुंचन पैदा करे। इसी प्रकार, इस प्रकार का विलयन भी पाना सम्भव है, जो थोड़ा-सा दुर्बलतर (weaker) हो और जो जीवद्रव्यकुंचन पैदा नहीं करे। इस प्रकार की कोशिकाओं वाले ऊतकों को कल्पित करते हुए यह विलयन क्रमशः 0.39 और 0.37 मो० होंगे। इस परिस्थिति में कोशिकारस की सान्द्रता इन दोनों विलयनों के मध्य में होगी, जो कि इनका औसत लेकर निकाली जा सकती है अर्थात 0.38 मो०। यह देहली (threshold) सान्द्रता अथवा प्रारम्भी (incipient) जीवद्रव्यकुंचन पर की सान्द्रता कहलाती है। यहाँ पर यह याद रखना महत्वपूर्ण है कि प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन के इस विन्दु पर भित्ति के विरुद्ध कोई दाब नहीं होता और स्फीति (turgor) शून्य होता है।

यह पूर्णतः सत्य है कि इस विधि द्वारा दृढ़तापूर्वक हम किसी एक कोशिका के परासरणी दाव का मूल्यांकन नहीं कर सकते। क्योंकि इसके लिए हमको कल्पित एक समान कोशिकाओं की समष्टि (population) की आवश्यकता होती है। अतः एक कोशिका का परासरणी दाव निकालने के लिए हम समष्टि का माध्य परासरणी दाब निकालते हैं, जो कि एक अकेली कोशिका के परासरणी दाब को करीब-करीब ठीक ही बतलाता है। कोशिकाओं की समष्टि का माध्य (mean) परासरणी दाब आकलन करने के लिए सर्वप्रथम इन कोशिकाओं की समष्टि को ज्ञात परासरणी दाबों वाली विलयनों की एक श्रेणी में रखकर उस बाह्य विलयन का परासरणी

दाब ज्ञात कर लेते हैं। जिसमें कोशिकाएँ प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन दिखलाती हैं। इन प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन दिखलाने वाली कोशिकाओं का प्रतिशत ज्ञात कर लिया जाता है। इसी प्रकार कोशिकाओं की समष्टि के प्रत्येक नमूने का प्रतिशत अलग-अलग ज्ञात कर लेते हैं, और परिणामों को ग्राफ पर आलेख कर माध्य निकाल लिया जाता है, जो कि करीब-करीब एक अकेली कोशिका के परासरणी दाब को बतलायेगा।

चूंकि एक विद्युत अनपघट्य का आण्विक विलयन आदर्श रूप में 0° से. पर 22.4 वायु परासरणी दाब डालने के योग्य होता है, अतः हम यह परिकलन (calculate) कर सकते हैं कि कोशिका को आसवित (distilled) जल में रखने पर कितना परासरणी दाब उत्पन्न होगा। उस तापमान के लिए, जिस पर पाठ्यांक (readings) लिये गये हैं, संशोधन करना आवश्यक होता है। यह मानते हुए कि पाठ्यांक 0° सें. पर लिये गऐ हैं, अधिकतम दाब $0.38 \times 22.4 = 8.51$ वायु होगा। हमको यह स्पष्ट रूप से समझ लेना चाहिए कि यदि 0° सें. पर एक कोशिका उसी आयतन पर (और इसलिए उसी सान्द्रता पर) आसवित जल के साथ सम्पर्क में रह चुकी है, तब यह विद्यमान रह सकने वाला अधिकतम दाब होता है। यद्यपि यह कोशिका में उपस्थित वास्तविक विद्यमान दाब नहीं होता।

कोशिकाओं की परासरणी सान्द्रताएँ निर्धारित करने के लिए जीवद्रव्यकुंचनी विधि पूर्णतः ठीक नहीं है, क्योंकि यहाँ अनेकों प्रकार से त्रुटियाँ होने की सम्भावना रहती है। इन त्रुटियों को दूर करने के लिए कुछ संशोधन भी किये जाते हैं। कुछ प्रमुख त्रुटियाँ निम्नांकित हैं :–

(क) जैसा कि हम को ज्ञात है कि समस्त प्रकार की जीवित कोशिकाओं की कोशिका भित्तियाँ विभिन्न अंशों में प्रत्यास्थ (elastic) होती हैं, तब जैसे-जैसे कोशिका की स्फीति गिरेगी उसके साथ-साथ उसका आयतन भी गिरेगा। इसके फलस्वरूप जैसे-जैसे जीवद्रव्यकुंचन की अवस्था समीप आयेगी कोशिकांतर्वस्तु की सान्द्रता बढ़ेगी। इस सान्द्रता में परिवर्तन को संशोधित करने के लिए मौलिक (original) आयतन एवं प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन की अवस्था पर अन्तिम आयतन (जहाँ कि सान्द्रता ज्ञात रहती है) को जानना आवश्यक है। यह संशोधन इस प्रकार है। सामान्य (normal) सान्द्रता = प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन पर

सान्द्रता गुणित प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन पर आयतन / सामान्य कोशिका का आयतन।

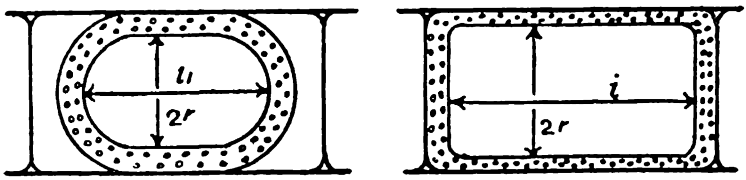
$$C_n = C_i (V_i / V_n)$$

जबकि C = सान्द्रता, V = आयतन, n = सामान्य, और i = प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन।

(ख) जैसे ही नहलाने वाले विलयन (bathing solution) की सान्द्रता, कोशिका के प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन पर पहुँचती है, विसरण प्रवणता इतनी अल्प हो जाती है कि जीवद्रव्यकुंचन प्रत्यक्ष होने के पहिले ही काफी समय व्यतीत हो चुका होता है। कुछ लोगों ने इस समय को मानकीकृत (standardize) किया है, जो जीवद्रव्यकुंचन होने के लिये 20/30 मिनट होता है'। जल की पारगम्यता में अन्तरों के कारण यद्यपि इस प्रकार के मानकीकरण पर निर्भर रहना ठीक नहीं है।

(ग) कोशिकाओं को जीवद्रव्यकुंचन करती हुई सान्द्रताओं में लम्बी अवधि तक रखने के कारण उनकी आन्तरिक सान्द्रता में परिवर्तन आ जाते हैं, जो आन्तरिक रूपन्तरण के कारण पैदा होते हैं। उदाहरणतः स्टार्च का शर्करा में परिवर्तन या इसके विपरीत शर्करा का स्टार्च में परिवर्तन।

इन सब कठिनाइयों के बावजूद भी जीवद्रव्यकुंचनी विधि में अनेक लाभ हैं। और अन्य विधियों की अपेक्षा यह अधिक श्रेष्ठ है।



चित्र 5 जीवद्रव्यदूरात्मक विधि का उपयोग करते समय उत्पन्न विस्तार, जो एक बेलनाकार कोशिका के रिक्तिका परासरणी दाब की गणना करने के लिए आवश्यक होते हैं।

(ख) जीवद्रव्य-दूरात्मक विधि–
(Plasmometric method)

यह विधि कल्पित गैस नियम सम्बन्ध की मान्यता पर सीधे आधारित है (PV = RT)। यह उस समय अनुप्रयोज्य (applicable) है, जब प्रारम्भिक कोशिका रिक्तिका का आयतन और ज्ञात परासरणी दाव के विलयन में जीवद्रव्यकुंचन के बाद का आयतन उपलब्ध करना सम्भव हो। यह सम्बन्ध Pt = Pp Vp/Vt से दर्शाया जाता है, यदि गैस नियम वैध है। व्यापक रूप से यह विधि केवल विचारसंगत (reasonable) यथार्थता के साथ बेलनाकार या गोलाकार (spherical) कोशिकाओं में केवल उस समय लागू की जा सकती है, जब कि जीवद्रव्यकुंचन का आकार उत्तल (convex) हो, जैसा कि चित्र 5 (पृष्ठ 35) में दिखलाया गया है।

अध्याय 4

वनस्पति-कोशिकाओं के परासरणी परिमाण
(Osmotic quantities of plant-cells)

परिभाषा एवं व्याख्या:
(Definition and explanation)

हम यह जानते हैं कि पौधों में कोशिका से कोशिका तक जल की गति परासरणी और अंत:शोषित क्रियाविधियों द्वारा प्रेरित की जाती है। इस जल की गति की व्याख्या तीन प्रकार के भौतिकीय परिमाणों—परासरणी दाब, स्फीति दाब और विसरण दाब न्यूनता, में उचित रीति से की जा सकती है। इन तीनों परिमाणों में से कोई भी एक अकेला परिमाण पर्याप्त रूप से एक वनस्पति कोशिका के जल सम्बन्धों की व्याख्या नहीं कर सकता, जिस प्रकार कि विसरणता क्रिया-विधि द्वारा की जा सकती है। एक कोशिका के जल सम्बन्धों का सम्पूर्ण मूल्यांकन (evaluation) करने के लिए तीनों का परिमाण (magnitude) जानना आवश्यक है।

स्फीति दाब:
(Turgor pressure)

जब एक श्लथ–अवस्था वाली रिक्तिकायुत (vacuolate) वनस्पति कोशिका को जल अथवा अल्प-परासरी (hypotonic) विलयन में निमज्जित किया जाता है, तो जल, कोशिका में परासरण द्वारा प्रवेश करता है। जल के कोशिका में गमन के कारण एक दाब उत्पन्न होता है, जो सम्पूर्ण कोशिका-रस में फैला रहता है। यह दाब जीवद्रव्य के विरुद्ध और फिर कोशिका भित्ति के विरुद्ध प्रयास करता है। यह वास्तविक दाब जो कि इस प्रकार की कोशिका में उत्पन्न होता है, स्फीति दाब कहलाता है। दूसरे शब्दों में वह वास्तविक दाब जो कि विशुद्ध भौतिक परासरण प्रणाली में उत्पन्न होता है, स्फीति-दाब कहलाता है। उदाहरणत: एक स्यूक्रोज के विलयन को एक कोलोडियन या सेलुफेन (collodion or celluphane) झिल्ली में परिबद्ध करके जल में निमज्जित करने पर उसमें स्फीति-दाब उत्पन्न हो जाता है। स्फीति-दाब परासरण प्रणालियों में कभी-कभी ऋणात्मक मान में भी होते हैं, जो कि निम्नांकित विवाद से स्पष्ट हो जायेगा। स्फीति दाब शब्द का उपयोग, उस दाब के लिए भी हो सकता है, जो

कि वन्द प्रणालियों में हुई अंत:शोषण की क्रिया के कारण उत्पन्न होता है, जैसा कि विभिन्न प्रकार की वनस्पति कोशिकाओं में पाया जाता है।

अधिमान्यता (preferably) से परासरण दाव का पद (term) उस वास्तविक दाव को इंगित करने के उपयोग में नहीं लाया जाता, जो परासरणी प्रणालियों में उत्पन्न होता है, क्योंकि इससे भ्रन्ति हो सकती है। इस पद का सर्व-श्रेष्ठ उपयोग विलयन के कुछ विशिष्ट गुणों की सूची (index) के तौर पर किया जाता है. मेयर (Meyer–1945)। उदाहरणतः वीकर में लटका हुआ स्यूक्रोज का जलीय (aqueous) विलयन 25° से. पर 15 वायु. का परासरणी दाव रखते हुए दिखलाया जा सकता है। यहाँ पर यह बिल्कुल स्पष्ट है कि परासरण संदर्भ में यह विलयन कोई वास्तविक दाव नहीं डाल रहा है। यह सूची विलयन को दो तरह से लक्षित करती है।

(1) यदि एक विलयन को एक परिपूर्ण परासरणी प्रणाली में 25° से. पर शुद्ध जल के साथ संतुलन में आने दिया जाये, तव यह सूची इस विलयन में उत्पन्न होने वाले विभव अधिकतम स्फीति दाव का मूल्यांकन करती है। इस दाव को प्राप्त करने के लिए आदर्श परिस्थितियों का उपस्थित होना अत्यन्त ही आवश्यक है, उदाहरणार्थ विलयन एक ऐसी पारगम्य झिल्ली के अन्दर ही वन्द हो, जिसमें से केवल विलायक ही गुजर सकता हो, (ख) झिल्ली को शुद्ध जल में ही निमज्जित करना चाहिए, (ग) दाव संतुलन को विलयन की आवश्यकता से अधिक तनुकरण (dilution) के विना उत्पन्न करना चाहिए।

(1) एक जलीय विलयन का परासरणी दाव एक प्रकार की सूची है, जो परिमाणात्मक रूप में उस परिमाण को इंगित करता है, जिसके द्वारा विलयन में जल का विसरण दाव शुद्ध जल की अपेक्षा कम होता है। इसका कारण विलयन में विलेयों की उपस्थिति है। दूसरे शब्दों में एक विलयन का परासरणी दाव विलयन में जल की विसरण-दाब-न्यूनता के परिमाण की एक सूची है।

एक दिये हुए विलयन का एक दिये हुए तापक्रम पर एक अद्वितीय (unique) परासरणी दाब (प दा) होता है। परन्तु उसका स्फीति-दाव (स्फीदा) परिवर्तित (vary) हो सकता है, और यह परिवर्तन (variation) उन परिस्थितियों पर निर्भर करता है, जिनमें कि उस विलयन को रखा गया है। बहुत-सी वनस्पति-कोशिकाओं में स्फी दा बढ़ता हुआ दिखायी दे सकता है, जबकि प दा घट रहा हो।

हम यह जानते हैं कि एक कोशिका की परासरणी सान्द्रता उसकी स्फीति (turgor) को परिकलन करने के लिए सम्पूर्ण जानकारी नहीं देती है, क्योंकि वास्तविक ग्रान्तरिक दाब जो कि स्फीति के लिए उत्तरदायी होता है, केवल झिल्ली के ग्रन्दर वाले विलयन की सान्द्रता पर ही निर्भर नहीं करता, वरन जल के बाह्य संभरण (enternal supply) की प्राप्यता पर भी निर्भर करता है। यह जल का बाह्य संभरण जल की मात्रा (amount) एवं विलेयों और कोलाइंडी पदार्थ की उपस्थिति एवं सान्द्रता के द्वारा प्रभावित किया जाता है।

उदाहरणतः एक पारगम्य झिल्ली लगी हुई कोशिका जिसमें से होकर कि केवल जल गुजर सके, को लिया गया और उसकी परासरणी सान्द्रता 1.0 मो० रक्खी गयी। इस कोशिका को शुद्ध जल में निमज्जित करके संतुलन में ग्राने दिया गया। ग्रब यह कोशिका 1.0 मो.या $0°$ से. पर 22.4 वायु. के बराबर स्फीति दाब ग्रहण करेगी। इसी कोशिका को यदि शुद्ध जल की ग्रपेक्षा 0.3 मो. विलयन में रख दिया जाये, तब यह 0.7 मो. के बराबर स्फीति-दाब ग्रहण करेगी। ग्रतः वास्तविक स्फीति-दाब ज्ञात करने के लिए बाह्य और ग्रान्तरिक सान्द्रताओं का ग्रन्तर ज्ञात कर लेना चाहिए। इसी प्रकार यदि इस कोशिका को 1.0 मो. विलयन में रख दिया जाये, तब स्फीति दाब शून्य हो जावेगा। यहाँ पर यह बतलाना ग्रावश्यक है कि इन उदाहरणों में कोशिका भित्ति को दृढ़ (rigid) माना गया है, ग्रतः कोशिका के ग्रायतन में परिवर्तन नहीं होता और इसी कारण उसकी सान्द्रता भी स्थिर (constant) रहती है।

वनस्पति कोशिकाओं का सीधे (direct) स्फीति-दाब मापने की कोई भी संतोषजनक विधि नहीं है। निम्नांकित सूत्र द्वारा स्फीति दाब की गणना की जा सकती है, यदि हमको परासरणी-दाब एवं विसरण-दाब न्यूनता ज्ञात हो।

स्फी दा = प दा – वि दा न्यू

$$TP = OP - DPD$$

भित्ति दाब:
(Wall pressure)

जब एक कोशिका में स्फीति-दाब विद्यमान रहता है, तब कोशिका की भित्तियों का ग्रान्तरिक भाग इस स्फीति-दाब के विरुद्ध कार्य करता है, और एक प्रकार का दाब डालता है। इस प्रकार के दाब को जो कि कोशिकांत-वस्तुओं (cell contents) के विरुद्ध प्रभाव डालता है, भित्ति कहते हैं। जब स्फीति-दाब ऋणात्मक होता है, ग्रर्थात् जबकि कोशिका रस तनाव में होता है, तब भित्ति दाब भी ऋणात्मक होता है।

प्राय: वनस्पति ऊतक में एक कोशिका उन चारों ओर की कोशिकाओं द्वारा संपीडन में रहती है, जो उसके चारों तरफ पायी जाती हैं। इस संपीडन (compression) से एक दाव उत्पन्न होता है, जोकि कोशिका का भित्ति दाव बढ़ाता है, जिसके फलस्वरूप कोशिका का स्फीति दाव भी वढ़ जाता है। अतः इस प्रकार की कोशिका उस वि दा न्यू (DPD) की अपेक्षा जो कि ऊतक में से इस कोशिका को वियुक्त (isolate) कर लेने पर उत्पन्न होगी, एक निम्न विसरण दाव न्यूनता ग्रहण कर लेती है।

मूल भौतिक सिद्धान्तों के आधार पर साधारणत: यह माना जाता है कि एक कोशिका के स्फी दा और भि दा के कांतिमान समान एवं सम्मुखी (oppositely) दिष्ट (directed) होते हैं। एक कोशिका में, जो संतुलन अवस्था में है, यह स्थिति प्राप्त करना कठिन नहीं है। लेकिन गतिक अवस्थाओं में जिनमें जल एक कोशिका द्वारा ग्रहण अथवा लुप्त किया गया हो, इस कल्पना की वैधता (validity) संदेहास्पद होती है। इस संदेह का मुख्य आधार यह है कि हमने साधारणत: यह कल्पना कर रक्खी है, कि स्फी दा एक प्रकार का चालन बल (driving force) होता है; जो कोशिका को जल अवशोषण करने के बाद फुला देता है। इस दृष्टिकोण के कारण बहुत अधिक भ्रम और विवाद पैदा हो गया है, क्योंकि स्फी दा के प्रभाव में कोशिका का प्रसार, प्रदर्शित करना बहुत कठिन होता है।

बर्संट्रोम (Burstrom-1948), ब्रोयर (Broyer-1950), एलजियस (Algeus-1951), हाइजिन एवं जैनेरयूड (Hygen and Kjenne rud) (1952) आदि ने यह तर्क दिया है कि एक कोशिका केवल उसी समय फूलती है, जबकि उसका स्फी दा उसके भित्ति दाव से अवश्य ही थोड़ा-सा अधिक हो। दूसरे अन्वेषक जैसे थोड़े (Thoday-1950), स्पेनर (Spanner-1952), वैदरले (Weatherley-1952), और हायन्स (Haines-1953 आदि इस सहमति के हैं कि स्फी दा और भित्ति दाव सदैव गतिक एवं स्थिर अवस्थाओं में समान रहने चाहिए। ये तर्क या विवाद अनावश्यक प्रतीत होते हैं, क्योंकि यह प्रत्यक्ष गलत धारणाओं पर आधारित हैं। मेयर (Meyer-1956), थोड़े (Thoday-1952), और हायन्स (Haines-1953) के विचार अधिक उपयुक्त और ठीक माने जाते हैं। इनके विचार के अनुसार कोशिका विस्तार का चालन बल विसरण दाब-न्यूनता प्रवणता (gradient) होता है, जो कि एक कोशिका और उसकी प्रणाली में पायी जाती है। यही धारणा बर्स, ट्रोम

(Burstrom-1948)की भी प्रतीत होती है; जिन्होंने कि दुर्भाग्यवश इस प्रकरण को वि दा न्यू प्रवणता के स्थान पर स्फी दा शब्द के गलत उपयोग द्वारा अव्यवस्थित कर दिया है। यद्यपि स्फीति-दाब का दूसरे अर्थों में उचित उपयोग भलीभाँति सिद्ध हो चुका है।

स्फीति दाब और कोशिका का फूलना दोनों जल के प्रवेश के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं। यह कहना गलत है कि कोशिका फूलने के कारण स्फीति दाव उत्पन्न होता है। भित्ति दाव भी जल के प्रवेश के परिणामस्वरूप उत्पन्न होता है और एक दृष्टि से स्फी दा को ही दूसरी तरह स्पष्ट करता है। इस सन्दर्भ में यह वास्तविकता महत्वपूर्ण है कि वि दा न्यू प्रवणता कोशिका फूलने के प्रारम्भ में सबसे अधिक होती है, और इसका मान कोशिका फूलने के बाद शून्य तक गिर जाता है।

विसरण दाब :
(Diffusion pressure)

समस्त-विसरणीय घटनाओं (Diffusional phenomenon) को समझने के लिए (परासरण और अंतःशोषण को छोड़कर) विसरण-दाव एक मूल आधार है, जिसको सर्व प्रथम ज्ञात कर लेना अति आवश्यक है। एक गैस में विसरण दाब, आंशिक-दाव (partial pressure) का पर्यायवाची माना जा सकता है। गैसों में विसरण, अधिक विसरण-दाव वाले भाग से निम्न विसरण दाब वाले भाग की ओर होता है। द्रवों में भी विसरण-दाब (वि. दा.) पाया जाता है। यह कहना कि विसरण के कारण विसरण-दाव होता है, सर्वथा अनुचित एवं गलत है। तथ्य यह है कि विसरण-दाव के कारण, विसरण होता है। जिस प्रकार कि गैसों में विसरण दाब होता है, उसी प्रकार द्रव और विलेयों में भी विसरण-दाव होता है। अतः विसरण दाव एक पदार्थ का वह भौतिक गुण है, जो उसके विसरण के लिए उत्तरदायी होता है, जबकि अन्य प्रभाव युक्त परिस्थितियाँ इस प्रक्रिया (process) में कोई बाधा उपस्थित न करें। एक पदार्थ का विसरण केवल उसी स्थिति में होता है, जबकि उसके दो समीपवर्ती भागों के विसरण दाबों में अन्तर पाया जाये। इन परिस्थितियों में उस पदार्थ के अणु एक भाग से, दूसरे भाग में गमन कर सकते हैं।

जब एक पदार्थ जल में घोला जाता है, तब उस जल का विसरण-दाब ठीक उसी तापक्रम और दाब पर आसुत (distilled) जल की अपेक्षा घट (decrease) जाता है। दूसरे शब्दों में विलेय आयनों या अणुओं द्वारा विलायक को तनु करने से उसके विसरण दाब में न्यूनीकरण (reduction) हो

जाता है। इसके अतिरिक्त विलेय कणों का जितना अधिक अनुपात उपस्थित होगा, उतना ही अधिक विलायक के विसरण दाव में न्यूनीकरण हो जावेगा। अतः एक विलयन में, उसके विलायक का विसरण-दाब, विलेय कणों के तीन कारकों द्वारा प्रभावित किया जा सकता है, तापमान, दाब और अनुपात। यह विलेय कणों के कारक, विलायक-अणुओं को प्रभावित करते हैं जो विलायक के विसरण-दाव पर प्रभाव डालते हैं। आयन्स, अणु और कोलाइडल मिसिल्स (colloidal miscelles) सब समान रूप से जल के विसरण-दाव को प्रभावित करते हैं।

किसी भी विसरणीय परासरणी या अंत:शोषित प्रणाली में विसरण की दिशा, विसरण करते हुए पदार्थ के अधिक विसरण दाव वाले भाग से कम विसरण-दाव वाले भाग की ओर होती है। दूसरी ओर विसरण की दर अनेक कारकों–वि. दा. प्रवणता की मात्रा, तापमान एवं प्रत्येक व्यक्तिगत विसरित कणों के द्रव्यमान और आयतन द्वारा प्रभावित होती है। इसके अतिरिक्त उस माध्यम के गुणों का भी विसरण की दर पर प्रभाव पड़ता है, जिसमें से विसरण होता है।

किसी भी पदार्थ चाहे वह गैस, द्रव या विलेय कुछ भी हो, का विसरण, सदैव विसरण दाव प्रवणता के साथ-साथ होता है। सामान्यत: यह प्रवणता जितनी अधिक गहरी होगी, उतनी ही तेजी से विसरण हो सकेगा। विसरित पदार्थों में प्रवणता के दो सिरों पर जितना अधिक विसरण दाव में अन्तर होगा, प्रवणता उतनी ही प्रबल होगी।

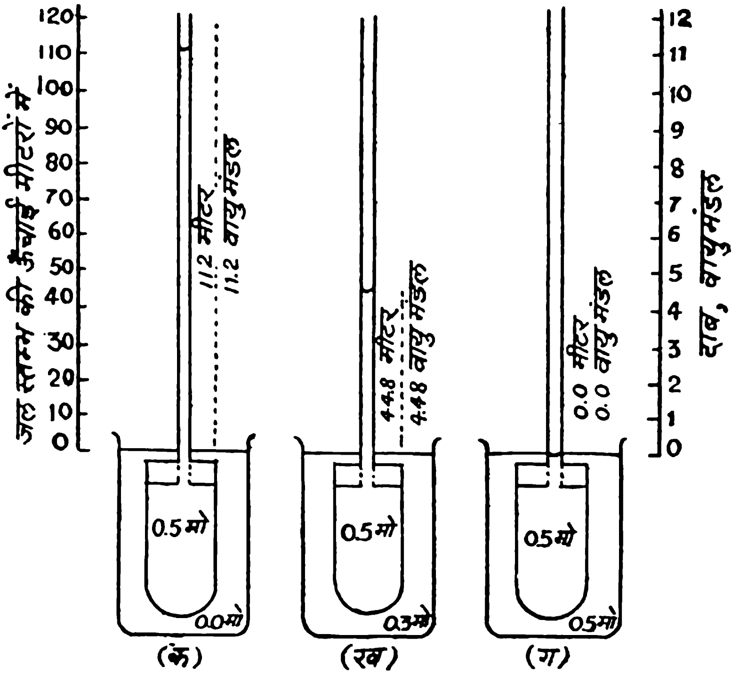
विसरण दाब न्यूनता:

एक कोशिका अथवा ऊतक की परासरणी सान्द्रता का ज्ञान उस कोशिका या ऊतक की स्फीति के बारे में सम्पूर्ण जानकारी नहीं देता। यही नहीं वह यह सूचना देने में भी असमर्थ रहता है कि किस बल या शक्ति के द्वारा वह कोशिका, अन्य कोशिका या ज्ञात सान्द्रता वाले विलयन से जल-अवशोषण करने में समर्थ है। उदाहरणत: एक कोशिका या ऊतक में उच्च परासरण सान्द्रता 1.0 मो.) हो सकती है, और शुद्ध जल में रखने पर भी और अधिक जल लेने एवं अपनी स्फीति बढ़ाने में पूर्णत: असफल रह सकती है। इसका कारण यह है कि उस जल के, जिसके साथ वह गतिक परासरणी संतुलन में आगया है, पूर्व सम्पर्क के द्वारा पहिले ही उच्च दाव ग्रहण कर चुका होता है। अतः किसी कोशिका के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर कार्यरत वह वल, जल का अतिरिक्त अवशोषण करता है, विसरण दाब न्यूनता या चूषण बल (Suction force) कहलाता है।

वास्तव में विसरण-दाव-न्यूनता, कोशिका के चूषण वल, स्फीति-न्यूनता अथवा स्फीति-दाब-न्यूनता को इंगित करता है। यह बल कोशिका के वास्तविक उपस्थित स्फीति दाव और उस उच्चतम दाव, जो कि कोशिका को शुद्ध जल में रखने से उत्पन्न होता है, के अन्तर के बराबर होता है। यहाँ हम यह मानते हैं कि कोशिका के आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता।

जैसा कि अभी वतलाया गया है कि वि. दा. न्यू. अथवा चूषण बल प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगे वल का माप है जो कि एक कोशिका द्वारा जल का अवशोषण करता है। उदाहरणतः एक कोशिका जिसका कि चूषण बल 0.3 मो. है, किसी भी विलयन से जल का अवशोषण कर सकता है, जिसकी कि सान्द्रता 0.3 मो. से कम है, और जो किसी झिल्ली द्वारा परिवद्ध नहीं है। यह कोशिका किसी अन्य कोशिका या ऊतक, जिसका कि चूषण वल 0.3 मो. से कम है, से भी जल का अवशोषण कर सकता है। इसके अतिरिक्त कोई भी कोशिका जिसका कि चूषण-वल अथवा स्फीति न्यूनता ०.3 मो. है किसी भी कोशिका अथवा विलयन जिसका चूषण वल या स्फीति न्यूनता 0.3 मो. से अधिक है, के संपर्क में आने पर जल का त्याग करेगी। यहाँ हम यह तथ्य स्पष्ट कर देना चाहते हैं कि कोशिका की परासरणी सान्द्रता अथवा स्फीति-दाब से इस क्रिया का कोई सम्वन्ध नहीं है। दूसरे शब्दों में हम यह कह सकते हैं कि किसी कोशिका का चूषण बल या स्फीति न्यूनता उसकी योग्यता अथवा जल से संघर्ष करने की शक्ति का माप है।

चित्र 6 पर विचार करने से उपरोक्त विवाद अधिक स्पष्ट किया जा सकता है। इस चित्र में एक दृढ़ (rigid) परासरणी कोष्ठ एक ऐसी पारगम्य झिल्ली के साथ दिखाया गया है, जिसमें से केवल जल गुजर सकता है। इस कोष्ठ में 0.5 मो. का विलयन है और इसके बाहर शुद्ध जल भरा हुआ है। पहिले चित्र (क) में परासरण की क्रिया द्वारा जल प्रवेश कर गया है, जिसने नली का स्तम्भ चरम सीमा तक पहुँचा दिया है। कहने का तात्पर्य यह है कि विलयन स्तम्भ में उस ऊँचाई तक चढ़ेगा, जहाँ तक ऊँचाई का दाव विलयन में अतिरिक्त विसरण द्वारा जल के नेट संचलन को रोकेगा। यह मानते हुए कि द्रव का आपेक्षिक घनत्व एक होता है, एक आदर्श विलयन के लिए यह दाब 0^0 से. पर 11.2 वायु. होता है अथवा अधिकतम ऊँचाई 11.2 मीटर होती है। हम यह भी मानते हैं कि झिल्ली में विलयन का आयतन इतना अधिक होता है और नली का व्यास इतना छोटा होता है कि झिल्ली में विलयन का कोई विशेष तनुकरण नहीं होता। इस परासरण कोष्ठ (क) में चूषण बल या स्फीति न्यूनता शून्य है, अतः इसमें और अधिक जल प्रवेश नहीं करेगा। यदि शुद्ध जल के बीकर में से यह

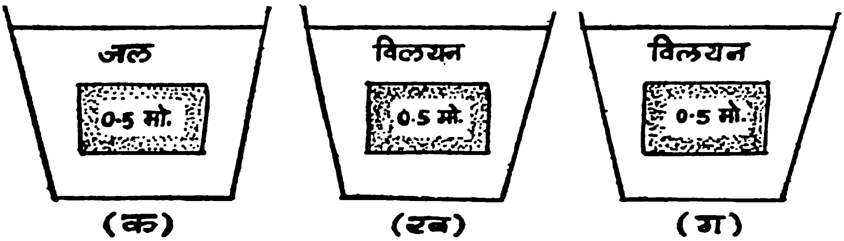


चित्र 6

कोष्ठ बाहर निकाल लिया जाये और एक इस प्रकार के वीकर में जिसमें ०.3 मो. सान्द्रता का विलयन हो निमज्जित कर दिया जाये जैसा (ख) में है, तब नली में स्तम्भ की सतह गिरनी प्रारम्भ हो जावेगी और उस समय तक गिरेगी जब तक झिल्ली पर वह दाब नहीं हो जाता, जो कि आन्तरिक एवं वाह्य सान्द्र-ताओं के मध्य अन्तर है, और वह यहां 0.2 मो. है। (वह 4.48 वायु. के दाव के वरावर होता है अथवा 44.7 मीटर ऊँचे स्तम्भ के वराबर होता है।) (ख) में कोष्ठ का चूषण वल या स्फीति न्यूनता 0.3 मो. या 6.72 वायु. के बराबर है। यदि इस कोष्ठ को 0.3 मो. से दुर्बलता विलयन में स्थानान्तरित कर दिया जाऐ तव यह जल का अवशोषण करेगा और यदि इसको 0.3 मो. से अधिक सान्द्रता वाले विलयन में स्थानान्तरित कर दिया जाये, तब यह जल का त्याग करेगा। अब यदि इस कोष्ठ को 0.5 मो. के विलयन में स्थानान्तरित कर दिया जाये जैसा कि (ग) में है, तब दाब शून्य तक गिर जायेगा और नली में द्रव उसी सतह तक रहेगा, जिस सतह तक बाहर है। इस प्रकार के कोष्ठ का चूषण

बल 0.5 मो. अथवा 11.2 वायु. होगा अतः किसी भी विलयन या कोशिका में से जिसका चूषण बल इससे कम है, जल अवशोषण करेगा।

अब यदि नली को मोहर बन्द कर दिया जाये और कोई भी चढ़ाव स्वीकृत न किया जाये तब इसकी स्थिति कोशिकाओं जैसी हो जायेगी। इस प्रकार की स्थिति चित्र 7 में भी आँकड़ों सहित दिखलायी गयी है। इस उदाहरण में भी सुगमता के लिए कोशिका भित्तियाँ दृढ़ मानी गयी हैं और दाब 0^0 से. के लिए परिकलित किये गये हैं।



चित्र 7

	(क)	(ख)	(ग)
1. कोशिकांतर्वस्तुओं की परासरणी सान्द्रताएँ	0.5 मो. (11.2 वायु.)	0.5 मो. (11.2 वायु.)	0.5 मो. (11.2 वायु.)
2. भित्ति के विरुद्ध स्फीति दाब अथवा आन्तरिक दाब	0.5 मो. (11.2 वायु.)	0.2 मो. (4.8 वायु.)	0.0 मो. (0.0 वायु.)
3. कोशिका का चूषण बल अथवा स्फीति न्यूनता	0.0 मो. (0.0 वायु.)	0.3 मो. (6.72 वायु.)	0.5 मो. (11.2 वायु.)

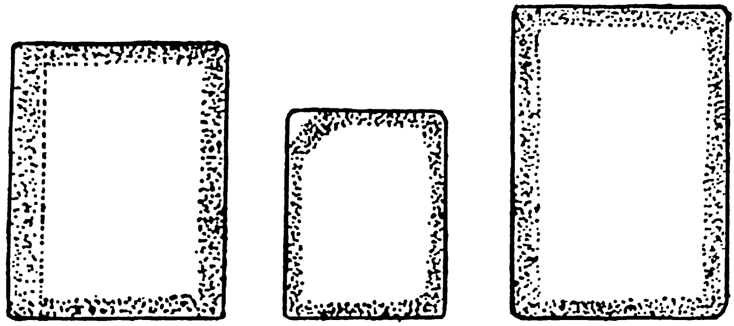
स्पष्ट है कि यद्यपि तीनों कोशिकाएँ एक समान आन्तरिक परासरणी सान्द्रता रखती हैं, परन्तु प्रत्येक एक दूसरे से स्फीति दाब और चूषण बल में भिन्न हैं, और इसलिए प्रत्येक एक भिन्न शरीरक्रियात्मक (physiological) स्थिति में है। कोशिका (क) शुद्ध जल के साथ परासरणी संतुलन में है और कोशिका भित्ति के विरुद्ध अपना अधिकतम दाब डाल रही है, अतः और अधिक जल प्रवेश नहीं करेगा और कोशिका का चूषण-बल या स्फीति-न्यूनता शून्य

के वरावर होगी। अव यह कोशिका किसी भी विलयन अथवा कोशिका जिसका चूषण वल या स्फीति न्यूनता शून्य से अधिक होगी, को जल त्याग करेगी। कोशिका (ख) चूंकि 0.3 मो विलयन के साथ परासरणी संतुलन में है, और 0.2 मो. (0.5 मो० 0.2 मो० 0.2 मो.) के वरावर भित्ति के विरुद्ध दाव डाल रही है। अतः इस का अर्थ यह हुआ कि वह 0.2 मो० के वरावर स्फीति दाव रखती है, और 0.3 मो० के बरावर चूषण वल या स्फीति न्यूनता रखती है। इसका अर्थ यह हुआ कि यह कोशिका 0.3मो० से दुर्वलतर किसी भी विलयन से या 0.3 मो० से कम चूषण वल वाली कोशिका से जल अवशोषण कर सकती है। यह कोशिका किसी भी वियलन (जो कि झिल्ली में परिवद्ध नहीं है) जिसकी परासरणी सान्द्रता ०.3 मो० से अधिक है अथवा किसी भी कोशिका जिसका चूषण वल 0.3 मो. से अधिक है, को जल त्याग करेगी। कोशिका (ग) चूंकि आन्तरिक विलयन की सान्द्रता के वराबर वाले वियलन के साथ परासरणी संतुलन में है, अतः वह शून्य के वरावर स्फीति दाब और 0.5 मो० के वराबर चूषण वल रखती है। अतः यह 0.5मो० से दुर्वलतर वाले किसी भी विलयन या 0.5 मो. से कम चूषण वल वाली किसी भी कोशिका से जल अवशोषण कर सकती है।

यहाँ कोशिका के परासरणी दाव या परासरणी मान को कोशिका की परासरणी सान्द्रता के नाम से सम्वोधित किया गया है। उपरोक्त विवाद से यद्यपि यह स्पष्ट हो गया है, कि उपस्थित दाब का माप सान्द्रता नहीं होती, क्योंकि एक ही सान्द्रता रखने वाली भिन्न-भिन्न कोशिकाएँ विस्तृत विभिन्न दाव रख सकती हैं। परासरणी मान पद का उपयोग केवल परासरणी सान्द्रता को इंगित करने तक ही सीमित रखना बहुत दुर्भाग्यपूर्ण है, क्योंकि प्रत्येक कोशिका के लिए सदैव तीन परासरणी मान होते हैं—एक मान सान्द्रता के लिए, एक मान स्फीति दाब के लिए और एक मान चूषण वल या स्फीति न्यूनता के लिए। चित्र 7 और 8 में दिखलायी गयी प्रत्येक कोशिका के लिए यह मान दोनों पदों, आण्विक तुल्यांक और 0^0 से० पर वायुमण्डलीय दाव के रूपों में परिमाणात्मक व्यंजक (quantitative expression) प्रदर्शित करते हैं।

अधिकतर वनस्पति कोशिकाओं की भित्तियाँ लगभग प्रत्यास्थ होती हैं और इसलिए अगर स्फीति दाव परिवर्तित होता है, तब कोशिका का आयतन भी परिवर्तित होता है। आयतन में परिवर्तन के साथ-साथ परासरणी सान्द्रता भी परिवर्तित होनी चाहिए। चित्र 8 और उसके आँकड़े असंप्रंग (Ursprung–1935)

ने दिये हैं। यह आँकडे इमपेशेन्स (Impatians) की मज्जा (pith) कोशिका की परासरणी परिस्थितियों अथवा परिमाणों को, सामान्य परिस्थितियों में प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन पर और शुद्ध जल में अधिकतम स्फीति पर दिखलाते हैं।



चित्र ८

चित्र ८– सामान्य परिस्थियों में एक कोशिका के अन्दर प्रारम्भिक जीवद्रव्य-कंचन पर और अधिकतम स्फीति पर परासरणी परिमाण (अर्संप्रंग 1935 से लिया गया)

विसरण दाब न्यूनता का मापनः–
(Measurement of diffusion pressure deficit)

वनस्पति कोशिकाओं की विसरण दाब न्यूनता , किसी सीमा विशेष तक जीवद्रव्यकुंचनी विधि से मिलती-जुलती विधियों द्वारा मापी जा सकती है। दोनों विधियों में मूल अन्तर यह है कि जीवद्रव्यकुंचनी विधि से परासरणी सान्द्रता मापने में जीवद्रव्यकुंचन प्रारम्भ होने के समय स्फीति शून्य हो जाता है, और तब बाह्य विलयन की सान्द्रता आन्तरिक विलयन की सान्द्रता के समान हो जाती है। दूसरी ओर वि. दा. न्यू. अथवा चूषण बल मापने के लिए हम उस विलयन को ज्ञात करते हैं, जिसमें कि कोशिका की स्फीति में कोई परिवर्तन नहीं होता व दूसरे शब्दों में हम उस विलयन को ज्ञात नहीं करते, जिसमें कि कोशिका की स्फीति शून्य होती है। चूंकि अधिकतर ऊतकों की कोशिकाओं की कोशिका भित्तियाँ प्रत्या-स्थ होती हैं, अतः विलयन की वह सान्द्रता, विसरण दाब न्यूनता के बरावर होती है जिस पर कोशिकाओं अथवा ऊतकों को निमज्जित करने पर उनके आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता। उदाहरणतः एक कोशिका अथवा एक समान कोशि-काओं की ऊतक 0.3 मो० विलयन में रखने पर 1.0 मो० परासरणी सान्द्रता रख सकती है, और तब उसकी स्फीति 0.7 मो० होगी। यदि उसको 0.3 मो० विलयन

में से निकालकर 0.2 मो० विलयन में रख दिया जावे, तव उसकी स्फीति बढ़ जाएगी और उसका ग्रायतन एवं भार भी बढ़ जावेगा। ठीक इसी प्रकार की कोशिका या ऊतल को यदि 0.3 मो० विलयन में से निकालकर ०.4 मो० विलयन में रख दिया जाये, तो उसकी स्फीति कम हो जायेगी और वह इस जल की हानि एवं स्फीति में कमी के कारण कुछ थोड़ा-सा सिकुड़ेगी। ठीक इसी प्रकार की कोशिकाओं या ऊतल को 0.3 मो. विलयन में से निकालकर दूसरे वर्तन में रक्खे हुए ०.3 मो. विलयन में रख दिया जाये तो उन कोशिकाओं या ऊतल के ग्रायतन में कोई परिवतन नहीं ग्रायेगा। ग्रतः वह विलयन जिसमें कि कोशिकाओं या ऊतल को रखने से उनके ग्रायतन या स्फीति में कोई परिवर्तन नहीं ग्राता है, वास्तविक चूषण वल, स्फीति न्यूनता ग्रथवा विसरण दाव न्यूनता का माप है। यह एक ग्राश्चर्यजनक तथ्य है कि विद्यार्थी एवं ग्रन्य लोग वहुधा नहलाने वाले (bathing) विलयन की सान्द्रता जिसमें कोशिकाओं या ऊतक को रखने पर उनके ग्रायतन में कोई परिवर्तन नहीं ग्राता, उनके ग्रान्तरिक परासरणी सान्द्रता का माप मानते हैं। लेकिन ग्रव उपर्युक्त उदाहरण द्वारा यह विल्कुल स्पष्ट है कि 0.3 मो, 1.0 मो के वरावर नहीं हो सकता।

वनस्पति कोशिकाओं की विसरण दाव न्यूनताओं के मापन की विधियाँ ग्रधिकतर एक विशेष सिद्धान्त पर ग्राधारित हैं। इस सिद्धान्त के ग्रनुसार ग्रगर एक कोशिका ग्रथवा कोशिकाओं के समूह को जव एक इस प्रकार के विलयन में निमज्जित किया जाता है जिसका परासरणी दाव कोशिका ग्रथवा कोशिकाओं के समूह के वि. दा. न्यू. के वरावर होता है, तव तुरन्त एक गतिक संतुलन स्थापित हो जाता है। ग्रतः कोशिका ग्रथवा कोशिकाओं के समूह के ग्रायतन ग्रथवा भार में कोई भी परिवर्तन नहीं होता क्योंकि जल का कोई नेट संचलन नहीं होता है। यही वाह्य विलयन वि. दा. न्यू. का माप है।

ग्रर्संप्रंग और ब्लम (Ursprung and Blum–1916) द्वारा सर्वप्रथम वनस्पति कोशिकाओं की वि. दा. न्यू. का मापन करने के लिए व्यक्तिगत कोशिकाओं पर प्रयत्न किये गये। इस विधि में इस सिद्धान्त का ग्रनुकरण किया जाता है कि उस विलयन का परासरणी दाव ज्ञात किया जाये, जिसमें रखने पर कोशिका के ग्रायतन में कोई परिवर्तन नहीं हो। यह विधि क्लिष्ट एवं वहुत-सी त्रुटियों का स्रोत है, ग्रतः दूसरी सुगम विधियों ने इसका स्थान लेलिया है।

ग्रर्संप्रंग (Ursprung–1923) ने वनस्पति कोशिकाओं की वि. दा. न्यू. मापने की एक सरल विधि की खोज की, जिसका ग्राजकल साधारणतः उपयोग किया जाता है। इस विधि में भी और विधियों की तरह वहुत-सी कोशिकाओं

की वि. दा. न्यू. का औसत मान निकाला जाता है। पत्तियाँ एवं पंखुड़ियाँ (petals) जैसे अंगों में से ऊतक पट्टियाँ (strips) काट ली जाती हैं जिनकी सामान्य लम्बाई 20 मिमी एवं चौड़ाई करीब 2 मिमी. होती है। तेज दुहरी धारवाले चाकू अधिकतर एक समान पट्टियाँ काटने के उपयोग में लाये जाते हैं। पेराफिन तेल में निमज्जित रखते हुए प्रत्येक पट्टी की लम्बाई तुरन्त एक सूक्ष्मदर्शी में माप ली जाती है। इस प्रकार की अनेकों पट्टियों को अलग-अलग प्रवणित (graded) स्यूक्रोज विलयनों में उस समय तक निमज्जित रखा जाता है, जब तक कि प्रत्येक विलयन में संतुलन स्थापित नहीं हो जाता। उस विलयन का परासरणी दाव जिसमें कि पट्टियों की लम्बाई में कोई अन्तर नहीं पाया जाता, ऊतक की कोशिकाओं की औसतन वि. दा. न्यू. मानी जाती है।

अर्सप्रंग एवं ब्लम (Ursprung and Blum–1927, 1930) ने दो विधियों का वर्णन किया है जिसमें पत्तियों की लम्बाई मापने की अपेक्षा उनकी मोटाई मापी जाती है। ये विधियाँ विशेष रूप से स्कलीरोफिलस (sclerophyllous) पत्तियों के लिए ही लागू की जाती हैं। आरसीकोव्हस्कीज (Arcichovskij–1931) आदि ने ऊतकों के वि दा न्यू मापने के लिए बहुत-सी विशिष्ट विधियों का वर्णन किया है। इनमें से एक शिकाइरेन (Schlieren) विधि भी है, जिसका कि मूलभूत सिद्धान्त वनस्पति रस और एक निर्देश समानता (reference) विलयन के बीच अपवर्तनांक (refractive index) में का बिन्दु ज्ञात करना है। अर्सप्रंग एवं ब्लम (Ursprung and Blum –1930) आरसीकोव्हस्कीज और चू (Chu–1936) आदि ने विभिन्न प्रकार के वनस्पति ऊतकों की वि. दा. न्यू. मापने की एकवाष्प-दाव विधि का प्रयोग किया है।

बड़े आकार के ऊतकों जैसे आलू कंद (potato tuber) आदि का औसत वि. दा. न्यू. मापने के लिए ऊतकों के समूह के समुचित आकारों के वेलन (cylinders) काग वेधक (cork borer) से काट लिये जाते हैं। बेलनों के भार एवं आयतन में परिवर्तन मापकर संतुलन बिन्दु ज्ञात किया जा सकता है। मेयर एवं वालेस (Meyer and Wallace–1941) ने यह पाया कि आलूकंद ऊतक में दोनों विधियों द्वारा एक ही परिणाम निकलते हैं। उस विलयन का परासरणी दाब जिसमें कि वेलन का न तो भार या आयतन बढ़ता है और न है। कम होता है, बेलन में कोशिकाओं के औसतन वि. दा. न्यू. के बराबर माना जाता

व्यक्तिगत कोशिकाओं के आयतन में सूक्ष्मदर्शी द्वारा परिवर्तन मापने की विधि अधिकतर कोशिकाओं के लिए अशुद्ध सिद्ध होती है। इसके अतिरिक्त सूक्ष्मदर्शी में परीक्षण के लिए ऊतकों को काटते समय गम्भीर त्रुटियाँ होने की सम्भावना भी रहती है। सामूहिक संचायक ऊतकों (massive storage tissues) जैसे आलूकंद या चुकन्दर की जड़ों के लिए ज्यादा अधिक शुद्ध आँकड़े एक समान बेलनों के भार में परिवर्तन माप कर प्राप्त किये जा सकते हैं। कुछ लोगों ने स्फीति में परिवर्तन मापने के लिए इस प्रकार के बेलनों के रेखीय (linear) मापन की विधि उपयोग में लायी है, लेकिन सामूहिक ऊतकों के लिए इस प्रकार के मापन साधारणतः भार मापन की अपेक्षा कम यथार्थ होते हैं। सम्भवतः यह मुख्य त्रुटि नहलाने वाले विलयन के बेलनों की सतह पर आसंजन (adherence)और भित्तियों एवं अंतराकोशिकी स्थानों (intercellular spaces) में अन्तःस्पंदन (infiltration) के कारण होती है। दूसरे प्रकार की त्रुटि ऊतकों के काटने पर उत्पन्न हुए दाब के कारण होती है।

स्टोकिंग (Stocking-1945) ने एक अन्य विधि की खोज की, जिसके अनुसार स्यूक्रोज विलयन, जो कि पर्णवृन्त (leaf petiole) ऊतकों-के वि. दा. न्यू. के साथ संतुलन में रहता है, के अपवर्तनांक में परिवर्तन ज्ञात किया जाता है। इस परिवर्तन के ज्ञात होने पर ऊतकों की वि. दा. न्यू. ज्ञात कर ली जाती है। स्टोकिंग ने मुख्यतः इस विधि में शिलाइरेन (Schlieren) विधि का ही उपयोग किया है, जिसे स्पष्ट किया जा चुका है।

आशवी एवं वोल्फ (Ashby and Wolf-1947) ने पूर्ण चूषण दाब अथवा वि. दा. न्यू. ज्ञात करने की एक वैकल्पिक (alternative) विधि बतलायी है। इस विधि के अनुसार तुलना की जाने वाली ऊतकों के नमूनों को विभिन्न सान्द्रताओं के स्यूक्रोज विलयनों में रख दिया जाता है और इन स्यूक्रोज विलयनों का अपवर्तनांक ज्ञात कर लिया जाता है। उस विलयनक परासरणी दाब जिसके अपवर्तनांक में कोई परिवर्तन नहीं होता, ऊतकों की वि. दा. न्यू. या चूषण बल के बराबर मान लिया जाता है। और यह भी मान लिया जाता है कि ऊतकों और विलयन में आपस में कोई विनिमय (interchange) नहीं हुआ है।

विभिन्न ऊतक पट्टियों के चूषण दाब या वि. दा. न्यू. भार-विधि और अपवर्तनांक मापी (refractometer) विधि दोनों से एक साथ ज्ञात करने

के लिए चरम प्रयोग किये गये और उनके परिणाम निम्नलिखित तालिका में संकलित हैं—

तालिका 3–**अन्तराकोशिकी स्थानों में स्यूक्रोज विलयन के प्रवेश करने का प्रतिशत**

(थोमस Thomas 1960)

	चूषण दाब वायु.		अंतराकोशिकी स्थानों में भीतर प्रवेश करने का प्रतिशत
	भार	अपवर्तनांकमापी	
आलू	6.4	5.3	0.7
गाजर	10.5	6.4	3.1
आइरिस (Iris)	15.3	5.3	4.6

उपर्युक्त तालिका को देखने से यह बिल्कुल स्पष्ट है कि दोनों विधियों से विभिन्न परिणाम निकलते हैं, और अपवर्तनांकमापी से सदैव निम्न मान निकलता है। ऊतकों के निमज्जन एवं तौलने की अवधि में काफी मात्रा में नहलाने वाला विलयन अंतराकोशिकी स्थानों में प्रवेश कर जाता है, जिसके कारण परिणामों में विभिन्नता पायी जाती है। वास्तविक शून्य निक्षेप स्थित (null point) पर जब कि परासरण द्वारा जल न तो अन्दर लिया जाता है और न ही बाहर निकाला जाता है, भार में वृद्धि होती है, क्योंकि अंतराकोशिकी स्थानों में जल उपस्थित रहता है। इन दोनों विधियों द्वारा प्राप्त परिणामों की विभिन्नता की स्थिति प्रवेश की सुगमता एवं अंतर्राकोशिकी स्थान प्रणाली के विस्तार पर निर्भर करती है। नहलाने वाले विलयनों का अपवर्तनांक इस प्रकार से प्रभावित नहीं किया जा सकता।

स्पेनर (Spanner-1951) की वि. दा. न्यू. मापने की विधि, जो कि परासरणी सान्द्रता मापने की वाष्प दाब अवनमन विधि में पृष्ठ 42 पर बतलायी गयी है, को भी कुछ प्रकरणों में स्वस्थाने (in situ) ऊतक का वास्तविक चूषण दाब मापने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

गतिक विचार–
(Dynamic considerations)

यहाँ हम वनस्पति-कोशिकाओं के जल सम्बन्धों का, जो कि विशेष रूप से विसरण दाब न्यूनता (मेयर–1938) से सम्बन्धित हैं, विस्तृत रूप से वर्णन

करेंगे। कुछ पुराने अन्वेषकों जैसे डिव्रीस (Devries-1884) एवं रेनर (Renner 1911, 1915) ने भी यह स्वीकार किया है कि वि. दा. न्यू. पद के बराबर कोई मात्रा होना आवश्यक है अर्संप्रंग एवं ब्लम ने वनस्पति-कोशिका के जल सम्बन्धों की प्रथम पारिभाषिक शब्दावली एवं तर्कसम्मत प्रणाली प्रस्तावित की थी। इन्होंने मूल समीकरण इस प्रकार प्रस्तुत किया था—

$$S_z = S_i - W$$

जिसमें S_z किसी कोशिका के चूषण बल का प्रतिनिधित्व करता है, S_i कोशिकांतर्वस्तु के चूषण बल का एवं W कोशिका के भित्ति-दाब का प्रतिनिधित्व करता है। रेनर ने भी बहुत पहिले इसी प्रकार का समीकरण प्रस्तावित किया था। इस समीकरण तथा इनके विचारों का विस्तृत प्रचार हुआ।

विसरण दाब न्यूनता पद के स्थान पर इस चूषण बल पद का उपयोग मुख्य रूप से यूरोपियन अन्वेषकों द्वारा ही किया गया है, जिसकी कि गम्भीर रूप से आलोचना की गयी है। सब से अधिक मूल तथ्य यह है कि इस पद के भौतिक विमा (dimensions) गलत हैं। इस मात्रा के भौतिक विमा इस प्रकार के हैं कि उनको दाब इकाइयों (pressure units) में ही अभिव्यक्त करना चाहिए जैसे बल प्रति इकाई क्षेत्र (Force per unit area) और फिर उसके अनुसार नामांकन करना चाहिए।

इस सम्पूर्ण धारणा का विकास पदों की असमानताओं या विभिन्नताओं एवं उनके अनुप्रयोगों (applications) के बारे में भ्रमों (confusions) के कारण अवरुद्ध हो गया है। अर्संप्रंग और ब्लम के अग्रिम अन्वेषण के पश्चात सैंकड़ों दशकों (decades) में बहुत से अन्य पद प्रस्तावित एवं उपयोग में लाये गये, जिनका कि अर्थ विसरण दाब न्यूनता या चूषण बल के तुल्य ही था। इनमें मुख्यत: ये थे (1) जल शोषण क्षमता (water absorbing power) थोडे (Thoday-1948) (2) चूषण दाब (suction pressure) स्टाइल्स (Stiles-1922) (३) चूषण तनाव (suction tension) बेक (Beck-1928) (4) स्फीति न्यूनता (turgor deficit) करटिस और स्कोफील्ड (Curtis and Scofield 1966) (5) प्रभावी परासरण दाब (Effective osmotic pressure) शल (Shull-1930) (6) नेट परासरण दाब– (net osmotic pressure) शल (Shull-1939) (7) परासरण दाब (Osmotic pressure)–ब्रुक्स (Brooks-1940) (8) जल अवशोषणीय प्रयत्न (water absorbing effort) –स्पेनर

(Spanner-1952)। इन समस्त पदों की निश्चित सीमाएँ हैं, एवं इनमें अनेकों विरोध हैं, जिनकी व्याख्या मेयर (Meyer-1945) ने की है।

ब्रोयर (Broyer 1947) ने भी वनस्पति कोशिका के जल सम्बन्धों का एक व्यापक विश्लेषण (Comprehensive analysis परासरणी विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जाओं (Specific free energies) के पदों के रूप में किया है। विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जा अर्गस प्रति इकाई आयतन में अभिव्यक्त की जाती है जो कि विमीय तौर पर (dimentionally) एक दाब की भाँति ही होती है। वास्तविकता यह है कि ब्रोयर ने परासरणी इकाइयों का कुछ विशेष उदाहरणों के लिए ही उपयोग किया है। ब्रोयर का जल के संचलन के लिए वुनियादी समीकरण इस प्रकार है—

$$NIF = \Sigma IF - \Sigma EF$$

जिसमें कि N I F = नेट अन्तर्नत विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जा (netinflux specific free enerygy, Σ I F = अन्तर्वाह विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जाओं का योग (Sum of influx specific free energies और Σ E F = वहि:स्त्राव विशिष्ट स्वतंत्र ऊर्जाओं का योग (Sum of efflux specific free energies) । इस समीकरण की निम्नांकित समीकरण से बहुत अधिक समानता है जो कि विल्कुल स्पष्ट है—

वि दा न्यू = प दा — स्फी दा

लेविट (Levitt-1951) ने एक नया पद परासरणी विभव अन्तर (osmotic potential difference) प्रस्तावित किया और हाइजेन जेनेरयूड (Hygen and Kjennerud-1952) ने भी एक और एवं नया पद परासरणी अवशोषण विभव(Osmotic absorption potential) प्रस्तावित किया। वैसे यथार्थ में ये दोनों पद एक कोशिका और उसके वातावरण में वि. दा. न्यू. के अन्तर को प्रदर्शित करने के लिए हैं। जैसा कि हम पहिले कह चुके हैं कि इसी प्रकार ब्रुर्सट्रोम (Burstrom-1948) ने भी "स्फीति दाब" पद का गलत उपयोग किया था। इस प्रकार के पद वृथा में ही उलझन पैदा करते हैं और नामतंत्र (nomendature) को बिना किसी कारण बढ़ाते हैं। अपेक्षित सरल, सुगम एवं सीधा पद-विसरण दाब न्यूनता (वि दा न्यू) विल्कुल स्पष्ट रूप से प्रत्येक समय कोशिका में जल की गतिक अवस्था को चित्रित

करता है, चाहे वह संतुलन में हो अथवा नहीं और चाहे वह वियुक्त (isolate) हो अथवा विलयन या दूसरी कोशिकाओं के सम्पर्क में हो। यह मानते हुए कि झिल्लियाँ जल-पारगम्य होती हैं, जल का कोशिका में प्रवेश करना अथवा कोशिका में से बाहर निकलना उस कोशिका की वि दा न्यू पर एवं आस पास की कोशिकाओं के वि दा न्यू के आपेक्षिक मानों पर अथवा कोशिका के सम्पर्कवाले माध्यम पर निर्भर करता है। वि दा न्यू मानों की इस प्रकार की भिन्नता के लिए विशेष पदों का उपयोग करना बिल्कुल आवश्यक प्रतीत नहीं होता।

स्वीकृत ऊष्मागतिक (thermodynamics) सिद्धान्तों के अनुसार भी पौधों की एक कोशिका से दूसरी कोशिका में जल का संचलन विसरण दाब न्यूनताओं की प्रवणताओं के साथ होता है। यदि दो निकटवर्ती कोशिकायें वि दा न्यू में भिन्न हों, तो जल निम्न वि दा न्यू वाली कोशिका से, उच्च वि दा न्यू वाली जब कि कोशिका में गतिशील होता है। यह क्रिया उस समय भी हो सकती है, उस कोशिका का परासरणी दाब, जिसमें जल गतिशील है उस कोशिका की अपेक्षा, जिसमें से जल गतिशील है, अधिक होता है।

रिक्तिकायुत (Vacuolated) वनस्पति कोशिका के परासरणी परिणामों को परस्पर सम्बन्धित करते हुए मूलभूत समीकरण निम्नांकित हैं—

(1) वि दा यू=प दा–स्फी दा

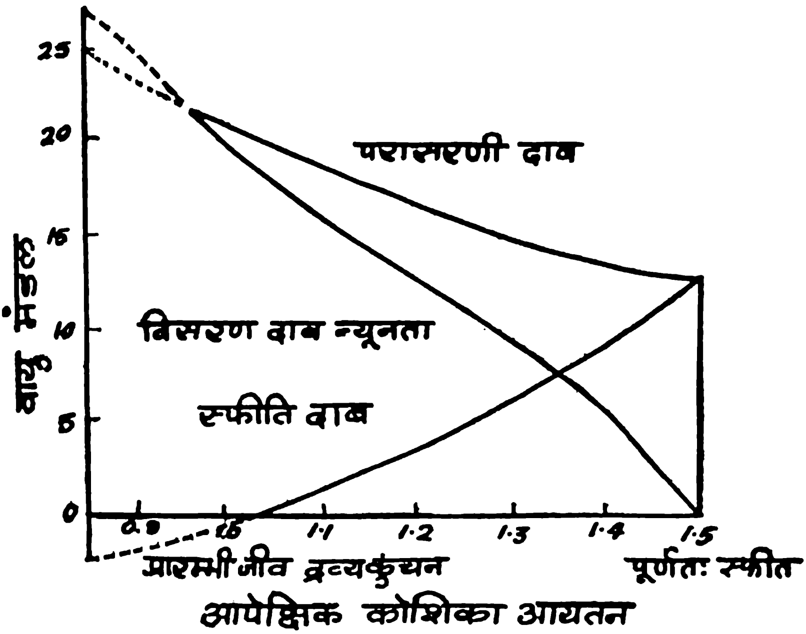
(2) प दा=स्फी दा+वि दा न्यू

(3) स्फी दा=प दा–वि दा न्यू

(4) स्फी दा =भि दा

वनस्पति कोशिकाओं के परासरणी परिणामों को पूर्ण रूप से विचार करने के लिए, कोशिकाओं में हुए आयतन परिवर्तनों का इन परिणामों पर प्रभाव का सही मूल्यांकन ज्ञात करना चाहिए। अनेक प्रकार की वनस्पति कोशिकाओं में आपेक्षिक तौर पर प्रत्यास्थ भित्तियाँ होती हैं, और जब यह कोशिकायें श्थल (glaccid) से स्फीत (turgid) अवस्था में गुजरती हैं, तब आयतन में बहुत अधिक बढ़ती हैं। उदाहरणतः अनेक पेरेन्काइमेटस (parenchymarous) कोशिकाएँ जब शून्य स्फीति से अधिकतम स्फीति में परिवर्तित होती हैं, तब कुछ कोशिकाएं 25 प्रतिशत या अधिक अपने आयतन में बढ़ती हैं। बहुत-सी अन्य जीवित कोशिकाओं में भित्तियाँ इससे काफी कम प्रत्यास्थ होती हैं, और कुछ में जैसे कि मरूदभिद (xerophyte) के ऊतकों

में बहुत-सी कोशिकाएँ ग्राभास में ग्रप्रत्यास्थ (inelastic) होती हैं।



चित्र ९

चित्र 9–परासरणी दावों, स्फीति दावों, विसरण-दाब न्यूनताएँ और एक वनस्पति-कोशिका के ग्रायतनों में पारस्परिक सम्बन्ध (Hofler-1920) के ग्राँकड़ों पर ग्राधारित) ।

एक कोशिका के परासरणी दावों, स्फीति दावों, और विसरण-दाव-न्यूनताओं में पारस्परिक सम्बन्ध चित्र ९ में दिखलाये गये हैं। इस चित्र में इन तीन भौतिक परिमाणों पर, कोशिका में उत्पन्न ग्रायतन परिवर्तनों के प्रभाव को ध्यान में रक्खा गया है। जब एक कोशिका पूर्णतः श्लथ होती है, (ग्रापेक्षिक ग्रायतन =1.0) तब प्रारम्भी जीवद्रव्यकुंचन (O_i=20 वायु.) पर उसकी विसरण-दाव-न्यूनता उसके परासरणी दाव के वरावर होती है, जबकि उसका स्फीति-दाव शून्य होता है। जल के ग्रन्तर्वाह के फलस्वरूप जैसे ही उस कोशिका का ग्राय-तन वढ़ता है कोशिका, रस के तनुकरण के कारण उसका परासरणी दाब घटता है, और यहाँ तककि स्फीति कोशिका के लिए उसका मान Os=15 वायु. हो जाता है।

जैसा चित्र में दिखलाया गया है, स्फीति-दाव में परिवर्तन के लिए यह वक्र (curve) कुछ अनियमित है, परन्तु जाति विशेष की वनस्पति कोशिकाओं में यह दिखलाया गया रास्ता ही अपनाता है। हायन्स (Haines-1950) ने सैद्धान्तिक आधारों पर यह परिकलन किया कि स्फीति-दाव और कोशिका विस्तार का सम्वन्ध रेखीय (linear) नहीं है जैसा कि प्रायः माना जाता है, परन्तु अतिपरवलयिक (hyperbolic) है। यद्यपि यह कल्पना जिस पर कि यह परिकलन आधारित है, समस्त प्रकार की कोशिकाओं के लिए सत्य नहीं है। चूंकि स्फीति दाव पर परिवारक (surroundiug) कोशिकाओं के सम्भावित प्रभाव पर विचार नहीं किया गया था, अतः यह असम्भव प्रतीत होता है कि यह सम्वन्ध सव प्रकार की कोशिकाओं के लिए उपयुक्त होगा। स्फीति दाव और कोशिका आयतन के सम्बन्धों के वक्र और उनका विवाद होफलर (Hofler – 1947) अर्नेस्ट (Ernest–1934), टामिया (Tamiya – 1938), ब्रोयर (Broyer – 1947), एवं क्राफ्ट (Craft – 1949) आदि ने भली-भाँति स्पष्ट किया है।

वि. दा. न्यू,. परासरणी दाव और स्फीति दाव के अन्तर के वरावर होती है, और जैसे-जैसे कोशिका की स्फीति वढ़ती है, यह वि. दा. न्यू. कम होती जाती है। जव कोशिका अधिकतम स्फीति की अवस्था ग्रहण कर लेती है, (आपेक्षिक आयतन = 1.5) तव उसका स्फी. दा. परासरणी दाव के वरावर हो जाता है, और वि दा. न्यू. शून्य. हो जाती है।

जैसा कि चित्र में बाँयी ओर स्फी. दा. की रेखा को विन्दुकित विस्तार द्वारा दिखलाया गया है, यह परिमाण कभी-कभी ऋणात्मक मान भी रखता है। यह अवस्था केवल उसी समय पायी जाती है, जव कि कोशिका में जल एक तनाव की स्थिति में पहुँच गया हो। इन अवस्थाओं में एक कोशिका की वि दा न्यू के लिए निम्नांकित समीकरण हो जाता है।

वि. दा. न्यू. = प दा – (–स्फी. दा.)

दूसरे शब्दों में एक कोशिका (जिसका कि स्फी. दा. ऋणात्मक है), की वि. दा. न्यू. उस उपस्थित तनाव (ऋणात्मक दाव) की मात्रा के कारण उस कोशिका के परासरणी दाव से अधिक होती है।

कुछ वनस्पति ऊतकों में वहुत-सी कोशिकाएँ एक प्रकार के दाव में रहती हैं, जो चारों तरफ की कोशिकाओं द्वारा डाला जाता है। इस प्रकार की कोशिका में अंतःविद्यमान स्फी. दा. के अलावा, जल पर इस दाव का प्रभाव भी रहता

है। यह वाह्य दाब कोशिका में जल के वि. दा. न्यू. पर भी प्रभाव डालता है। इस प्रकार की कोशिका का विरसण-दाब इस अतिरिक्त दाब की मात्रा की अपेक्षा कम होता है, जबकि हम कोशिका को एक इकाई मानते हैं।

अभी तक का तर्क मुख्यतः रिक्तिकायुत वनस्पति कोशिकाओं के बारे में था। कुछ प्रकार की कोशिकाओं में जल का संचलन एक कोशिका में अथवा एक कोशिका से दूसरी कोशिका में परासरणी क्रियाविधि की अपेक्षा अंतःशोषित क्रिया-विधि द्वारा होता है। इस प्रकार की क्रिया-विधि में वि. दा. न्यू. के लिए सामान्य समीकरण में, परासरणी दाब के स्थान पर अंतःशोषण दाब (अं. दा.) को प्रतिस्थापित कर देना चाहिए। एक भीगे या जलीय माध्यम से सूखे बीजों में जल का गमन अंतःशोषित क्रियाविधि का एक अत्यधिक प्रचलित उदाहरण है। कुछ प्रमाण इस प्रकार के मिलते हैं कि एक तरुण (young) फल में पकते हुए बीजांडों (ovules) के अन्दर जल का गमन, अंतःशोषण द्वारा होता है (केर एवं एन्डर्सन Kerr and Anderson – 1944) इसके अलावा पौधों में अंतःशोषण क्रियाविधि द्वारा जल के संचलन के और भी अनेक उदाहरण पाये जाते हैं।

आधुनिक वर्षों में बहुत से अन्वेषकों ने दृढ़तापूर्वक यह दावा किया है कि पौधों में एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक अथवा बाह्य वातावरण से वनस्पति कोशिकाओं में जल के संचलन में बुनियादी विसरण क्रियाविधि के अलावा उपापचयी क्रियाविधियाँ भी कार्य करती हैं जिनका वर्णन हम आगे करेंगे। यह स्वभाविक मान्यता है कि श्वसन की ऊर्जा ही इस प्रकार की क्रियाविधि को चलाने में उपयोग की जाती है।

वनस्पति-कोशिकाओं में जल के संचलन की विभिन्न क्रियायों को स्पष्ट रूप से पृथक पहिचानना सदैव सम्भव नहीं है। यदि हम जल के संचलन की उपापचयी क्रियाविधि की संभावना को त्याग भी दें, तब भी परासरणी और अंतःशोषित क्रियाविधियों को हम शीघ्रतापूर्वक स्पष्ट रूप से पृथक नहीं कर सकते। कुछ प्रकार की कोशिकाओं में जब जीवद्रव्य (protoplasm) का द्रव्यमान आपेक्षिक रूप से अधिक होता है अथवा वह कोशिका कोलांइडी पदार्थों से खूब भरी रहती है, तब भी छोटी-छोटी रिक्तिकाएँ उपस्थित रह सकती हैं। इस प्रकार की कोशिकाओं के जल सम्बन्धों में परासरण एवं अंतःशोषण की आपेक्षिक भूमिकाएँ ज्ञात करना कठिन है। यद्यपि जब उच्च कांतिमान की रिक्तिकाएँ उपस्थित रहती हैं, तब परासरणी भाग ज्ञात किया जा सकता है। इस तथ्य की स्वीकृति से चिन्ह प. दा. ही प्रायः समस्त प्रकार के बलों का प्रतिनिधित्व करता है, जो कि कोशिका द्वारा जल के अवशोषण करने के लिए उत्तरदायी होते हैं।

अध्याय 5

जीवद्रव्यकुंचन
(Plasmolysis)

परिभाषा एवं व्याख्या:
(Definition and explanation)

जीवद्रव्यकुंचन की घटना वनस्पति-कोशिकाओं और विलेयों की पारगम्यता के आँकड़े प्राप्त करने के लिए इतनी अधिक उपयोग में लायी गयी है कि उस पर विस्तृत विचार करना आवश्यक है। जीवद्रव्यकुंचन की घटना में जल, रिक्तिका से उच्चतर परासरणी दाव वाले वाह्य विलयन की ओर संचलनकरता है। यदि जीवद्रव्यकला (plasmalemma) उपस्थित न होती अथवा विसरण के लिए वाह्य सतह पर कोई रुकावट न होती, तव केवल यह सम्भावना थी कि रिक्तिका संकुचित हो जाती। सामान्य जीवद्रव्य-कुंचन में यद्यपि यह घटना भित्ति से अलग कोशिकाद्रव्य के फटने के साथ होती है। इस व्यवहार से हमको जीवद्रव्यकला की सीमित पारगम्यता के अस्तित्व का ज्ञान होता है।

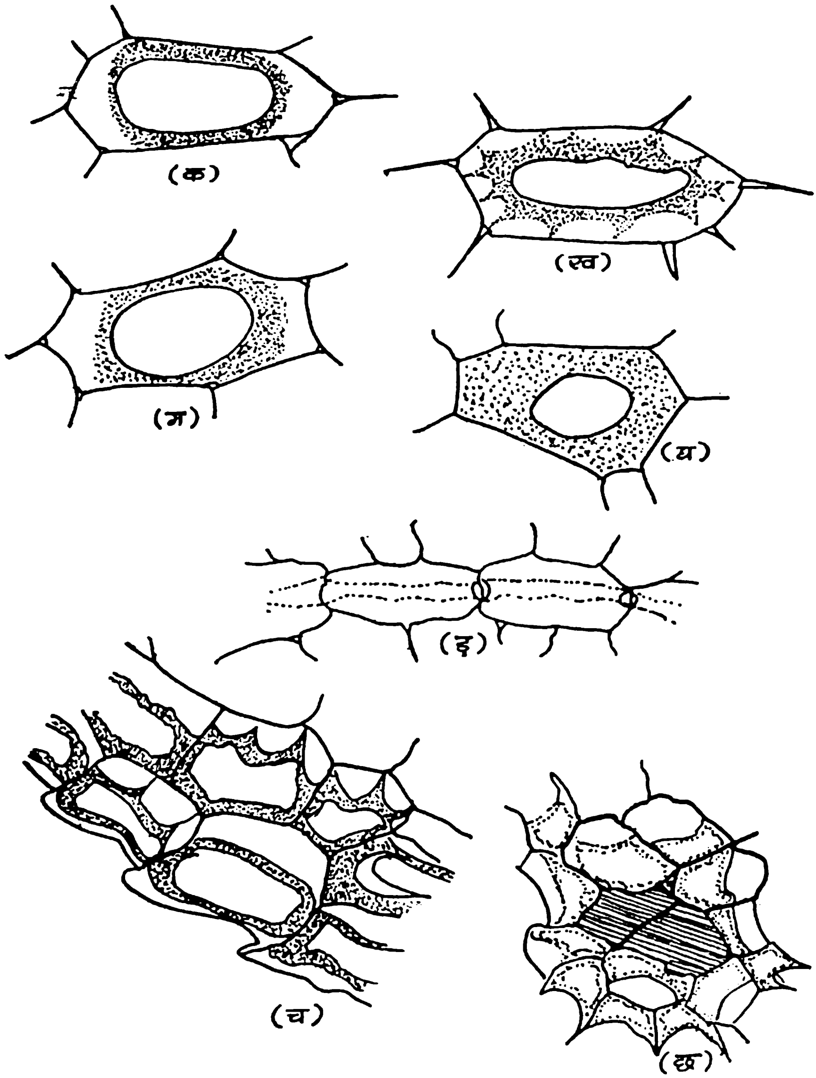
यदि एक रिक्तिकायुत वनस्पति कोशिका, जो कि आंशिकी (partially) रूप से फुलायी गयी है, को किसी पदार्थ जिसके लिए कि झिल्लियाँ आपेक्षिक अपारगम्य हैं, के अतिपरासरी विलयन में निमज्जित कर दिया जाये, तव उस कोशिका के आकार में परिवर्तनों की एक अभिलक्षण (characteristics) शृंखला उत्पन्न होती है। सर्वप्रथम वाह्य परासरण के कारण पूर्ण कोशिका के आयतन में धीरे-धीरे संकुचन प्रारम्भ होता है। इसके फलस्वरूप जीवद्रव्य और कोशिका-भित्ति के विरूद्ध कोशिका-रस द्वारा प्रयासिता दाव में न्यूनीकरण होता है। अनेक कोशिकाओं में यह आयतन का संकुचन, एक सूक्ष्मदर्शी में देखकर मापा जा सकता है। यद्यपि कुछ इस प्रकार की कोशिकाएँ भी पायी जाती हैं, जिनके आयतन में इन परिस्थितियों में वहुत कम परिवर्तन होता है। कोशिका-भित्ति की प्रत्यास्था की एक निम्न सीमा होती है और जव यह सीमा प्राप्त कर ली जाती है, तव कोशिका के आयतन में कोई और अधिक ह्रास (decrease) नहीं होता। चूँकि कोशिका-भित्ति, जल और परिवारक विलयनों के विलेयों के लिए विल्कुल मुक्त पारगम्य होती है, अतः जव तक अति परासरी विलयन जीवद्रव्यक की वाह्य सतह के सम्पर्क में रहता है, तव तक

कोशिका रस वाह्य परासरण के द्वारा इस प्रकार जल त्यागता रहता है, मानो कोई कोशिका-भित्ति उपस्थित ही नहीं है। कोशिका-भित्ति का संकुचन रुकने के पश्चात भी, जीवद्रव्य के ग्रायतन में संकुचन जारी रहता है। ग्रब इस ग्रवस्था पर जीवद्रव्यी स्तर (protoplasmic layer) कोशिका-भित्ति से ग्रलग होना प्रारम्भ कर देगा। यदि ग्रतिपरासरी विलयन काफी सान्द्र है, तब कोशिका-भित्ति से जीवद्रव्य का ग्रलग होना वहुत भलीभाँति प्रकट हो जायेगा। कुछ प्रकार की कोशिकाओं में जीवद्रव्य गोलाकार हो जायेगा और ग्रन्य दूसरी प्रकार की कोशिकाओं में विभिन्न ग्राकृतियाँ ग्रहण कर लेगा। यह विभिन्न प्रकार की ग्राकृतियाँ ग्रागे वर्णित की गयी हैं। उपर्युक्त घटना को जीवद्रव्य-कुंचन कहते हैं। जीवद्रव्यकुंचन में जीवद्रव्य सिकुड़ने की विधि करीब-करीब प्रत्येक प्रकार की कोशिका के लिए प्रारूपिक (typical) है। यद्यपि यह जीवद्रव्य में भौतिकरासायनिक (Physio-chemical) परिस्थितियों पर और जीवद्रव्यकुंचन करते हुए विलयन में प्रयुक्त विलेय की किस्म पर निर्भर करता है, और उनके द्वारा कुछ परिवर्तित भी किया जा सकता है। कोशिका-भित्ति से जीवद्रव्य के ग्रलग होने के पश्चात कोशिका-भित्ति एवं जीवद्रव्य के मध्य का स्थान वाह्य विलयन से भर जाता है।

यदि जीवद्रव्यकुंचित कोशिका को जल में निमज्जित कर दिया जाये, तब वह धीरे-धीरे पुनः पिछली स्थिति को प्राप्त कर लेगी और फिर से स्फीत ग्रवस्था ग्रहण कर लेगी। इसका कारण रिक्तिका में जल का परासरणी संचलन है। इसी प्रकार यदि इस कोशिका को एक ग्रल्पपरासरी विलयन में निमज्जित कर दिया जाये तब कोशिका रस की पुनः प्राप्ति हो जायेगी। परन्तु इस ग्रहण की गयी स्फीति की सीमा कोशिका को शुद्ध जल में निमज्जित रखकर ग्रहण की गयी स्फीति की ग्रपेक्षा कम होगी। द्रुत (rapid) ग्रपजीवद्रव्यकुंचन (deplasmolysis) यद्यपि वहुत से किस्म की वनस्पति कोशिकाओं की मृत्यु का करण होता है– (Iljin–1934)।

जीवद्रव्यकुंचन आकृतियाँ:
(Plasmolysis forms)

हमें भली-भाँति ज्ञात है कि भित्ति से जीवद्रव्यक (protoplast) के ग्रलग होने का ढंग विभिन्न प्रकार की जीवद्रव्यकुंचन ग्राकृतियों को जन्म देता है। कुछ विशिष्ट प्रारूप(types) चित्र 10 (पृष्ठ 60) में उदाहरणों सहित समझाये गये हैं।



चित्र १०

चित्र 10–जीवद्रव्यकुंचन आकृतियाँ (क) उत्तल (convex) जीवद्रव्य-कुंचन (ख) अवतल (concave) जीवद्रव्यकुंचन (ग) छत्रक (cap) जीवद्रव्यकुंचन (घ) टोनोप्लास्ट (tonoplast) जीवद्रव्यकुंचन (यदि हम भित्ति और टोनोप्लास्ट के मध्य के स्थान को जीवित कोशिकाद्रव्य मानें,

तब इसको रिक्तिका संकुचन भी कह सकते हैं, और इस अवस्था पर यह माना जाता है कि कोशिका द्रव्य मर चुका है) (ङ) अंतस्त्वची (endodermal) कोशिकाओं का जीवद्रव्यकुंचन कैस्पेरी पट्टी (casparian strip) पहिने हुए (च) मॉस पर्ण कोशिकाओं (Moss leaf cells) का जीवद्रव्यकुंचन जो कि कोशिकाओं की आन्तरिक मध्यशिरा (midrib) भुजाओं का संकुचन दिखलाता है, (छ) ऊतकक्षयी (necrotic) क्षेत्र के समीप कोशिकाओं का जीवद्रव्यकुंचन।

यह माना जाता है कि जीवद्रव्यकुंचन की आकृति कोशिकाद्रव्य के विस्कासिता (viscosity) की सूचक है, जैसे–उत्तल (convex) आकृति निम्न विस्कासिता का चिन्ह है। यह प्ररूप पोटेशियम थायोसायनेट और पोटेशियम नाइट्रेट-जैसे प्लासमोलिटिका (plasmolytica) द्वारा पैदा किया जाता है। अवतल आकृति कैल्सियम क्लोराइड विलयनों–जैसे द्विसंयोजक (bivalent) धनायनों (cation) द्वारा पैदा की जाती है। यह अभी तक अनिश्चित है कि अवतल आकृति का प्राथमिक कारण कोशिकाद्रव्य की उच्चतर विस्कासिता है, अथवा उसका भित्ति से आसंजन है। जीवद्रव्यकुंचन आकृति और विस्कासिता पर आयनों का प्रभाव विस्तृत रूप से द्रवअनुवर्तनी (lyotropic) श्रेणी का अनुसरण करता है, यद्यपि असाधारण व्यवहार भी देखने को मिलता है। कोशिकाद्रव्यी विस्कासिता धनायन श्रेणी के साथ Cs, K, Na, Li, Ca, Al. बायें से दायें की ओर बढ़ती जाती है।

जब वहुसंयोजक (multivalent) धनायन जैसे Al^{+++} प्रयोग में लाये जाते हैं, तव कभी-कभी जीवद्रव्यकुंचन प्राप्त करना असम्भव हो जाता है। यह भित्ति में विस्कासिता के कारण हो सकता है, और इतनी अधिक विस्कासिता हो सकती है कि जीवद्रव्यक को भित्ति से अलग ढकेला नहीं जा सकता। इन प्रकरणों में सम्पूर्ण कोशिका सिकुड़ जाती है, और भित्ति एवं जीवद्रव्यक अन्दर की ओर संकुचन करती हुई रिक्तिका द्वारा खींच लिये जाते हैं। इस घटना को साइटोराहिसिस (cytorrhysis) कहते हैं।

कैस्पेरी पट्टी धारण की हुई अंतस्त्वचा की कोशिकाओं में विशेष आकृति के जीवद्रव्यकुंचन का मुख्य कारण प्रत्यक्ष रूप से जीवद्रव्यक का भित्ति से आसंजन होना है। मॉस (Moss) पत्तियों की कुछ कोशिकाओं में जीवद्रव्यक सेलुलोस भित्तियों के उन भागों से दृढ़तापूर्वक संलग्न रहता है, जो जल अथवा विलेयों के लिए आपेक्षिक अपारगम्य है। इसका कारण भित्तियों का क्यूटिनाइजेशन

(cutinization) होना हो सकता है। आन्तरिक भित्तियाँ अधिक पारगम्य होती हैं, जो प्रेक्षित (observed) जीवद्रव्यकुंचन आकृति प्रदान करती हैं।

क्षतिग्रस्त (injured) या ऊतकक्षयी समूह (necrotic group) को घेरे हुए चारों तरफ की कोशिकाएं, अधिकतर क्षति से दूर एक ओर से जीवद्रव्यकुंचित होती हैं। इसका सम्भव कारण क्षतिग्रस्त कोशिकाओं के समीप कोशिका-भित्ति पारगम्यता में ह्रास (decrease) होना हो सकता है। इसका एक और सम्भव कारण यह भी हो सकता है कि म्लानि (wilt) जीव-विषों (toxins) की तरह के कुछ पदार्थ कोशिका-भित्तियों पर संसेचित (impregnated) हो जाते हैं। ये पदार्थ क्षतिग्रस्त कोशिकाओं द्वारा निर्मुक्त किये अथवा बनाये जाते हैं, और ये घाव भरने की क्रिया-विधि की भांति कार्य करते हैं। इस प्रकार के घाव भरने की प्रकृति का विस्तृत ढंग से अध्ययन नहीं हुआ है। परन्तु यह सम्भव प्रतीत होता है कि यह क्विनोनो (quinones) द्वारा प्रोटीन के टैनिनीकरण (tanning) की कठोर करने की क्रियाविधि से सम्बन्धित हो। यह क्विनोन कुछ विशिष्ट जाइडस (zoids) में संलग्न पाये जाते हैं।

काल (Kahl – 1951) ने यह दिखलाया कि हिलाने-डुलाने से विशेष रूप से विस्कासिता में ह्रास होता है, उदाहरणतः प्याज के शल्क-कंद (bulb) की वाह्य त्वचा की पट्टी की कोशिकाएँ कटे हुए सिरे के पास उत्तल जीवद्रव्यकुंचन दिखलाती हैं। (यह निम्न विस्कासिता अथवा आसंजन का द्योतक है), और मध्य में अथवा कटान से दूर अवतल जीवद्रव्यकुंचन दिखलाती हैं। इसका कारण कोशिकाद्रव्य की विस्कासिता पर प्रघात प्रघात (shock effect)) हो सकता है।

अपसामान्य जीवद्रव्यकुंचनः
(Abnormal plasmolysis)

इस संवर्ग (category) में कुछ विशिष्ट उद्दीपनों (stimuli) के प्रभाव सम्मिलित किये जा सकते हैं, जो कि कोशिकाओं को अल्प परासरी विलयनों या जल में निमज्जित करने पर, जीवद्रव्यकुंचित करते हैं। यह घटना इलोडिया कैनाडेन्सिस (elodea canadensis) की पत्तियों, जॉस्टेरा (zostera) की मूलाग्रों (root tips) और विभिन्न पुष्पों के दलपुंजों (corrollas) (विशेषतः बोरैजिनेसी boraginaceae) को जल में निमज्जित करने पर देखी जा सकती है। रिक्तिका

संकुचन की घटना सम्भवत: ग्राभासी जीवद्रव्यकुंचन से सम्बन्धित है। इसकी परिशुद्ध (precise) ग्राण्विक क्रियाविधि पूर्णतः ग्रज्ञात है। यद्यपि सिद्धान्तः यह ग्राशा की जा सकती है कि टोनोप्लास्ट की पारगम्यता के ग्रचानक लुप्त होने के कारण जल, रिक्तिका से कोशिकाद्रव्य की ओर स्थानान्तर करता है।

ग्रौस (Gross – 1940) ने यह देखा कि समुद्री डायटम (marine diatom) डिटाइलियम ब्राइटवेलाई (Ditylium brightwelli) को जब ग्रल्प परासरी समुद्री जल में स्थानान्तर करते हैं, तब जीव-द्रव्यक का संकुचन होता है। इसी भांति ग्रन्य तरह की ग्रभिक्रियाओं (treatments) द्वारा भी संकुचन पैदा किया जा सकता है। उदाहरणतः 16 या ग्रधिक घंटों के लिए अंधेरा करने से, समपरासरी (isotonic) लेकिन ग्रसंतुलित लवण विलयनों द्वारा ग्रभिक्रिया से और यांत्रिक प्रघात (mechanical shock) से भी संकुचन हो सकता है। ग्रौस ने बतलाया कि यह संकुचन उसी भांति होता है, जिस प्रकार सुप्त बीजाणुओं (resting spore) के बनने के समय होता है।

अध्याय 6

वनस्पति-कोशिकाओं और ऊतकों में जल-सन्तुलन

(Water-balance in plant-cells and tissues)

परिभाषा एवं व्याख्या:

(Definition and explanation)

फ्रे विसलिंग (Frey-Wyssling–1953) की "जीवद्रव्य की संरचना" नामक पुस्तक रिक्तिकाओं के वनने एवं कोशिका के विभिन्न भागों में जल के वितरण में भौतिक कारणों के महत्व को भली-भाँति स्पष्ट कर दी। जीवद्रव्य तीन मुख्य प्रावस्थाओं जल, प्रोटीन और लिपिड का वना हुआ होता है जो कि एक दूसरे के साथ अस्थायी संतुलन में रहते हैं। इस दृष्टि से जैसा कि सहराशितों (coacervatis) में पाया जाता है, जल प्रावस्था के प्रथक्करण (separation) के द्वारा रिक्तिका वन सकते हैं, और कुछ पदार्थ उनमें संचित हो जाते हैं, क्योंकि कोशिकाद्रव्य में जितनी सान्द्रता विद्यमान रह सकती है, उससे अधिक पदार्थों की सान्द्रता बढ़ जाती है। अकस्मात लेपेस्चकिन (Lepeschkin – 1950) ने फ्रे-विसलिंग के इन विचारों की समालोचना कर डाली। यद्यपि निःसंदेह एक कोशिका, विभिन्न संरचनाओं के अन्दर जल के वितरण में भौतिक कारक एक महत्वपूर्ण कार्य करते हैं, परन्तु उपापचयी कारक भी प्रत्यक्ष (directly) और अप्रत्यक्ष (indirectly) रूप से महत्वपूर्ण होते हैं

साधारणतः यह माना जाता है कि केन्द्रक (nuclei), लवक (plastids), और माइटोकान्ड्रिया (mitochondria) विभेदक पारगम्य झिल्लियों (differentially permeable membranes) द्वारा घिरे रहते हैं। इस प्रकार कोशिकाओं के भीतर अधिक छोटी संरचनाएँ भी परा-सरणी इकाइयों की भाँति व्यवहार करती हुई प्रतीत होती हैं।

स्पष्ट रूप से एक कोशिका के अन्दर विभिन्न संरचनाएँ, स्वतन्त्र ऊर्जा अथवा जल की विसरण-दाव-न्यूनता के साथ सन्तुलन में पहुँचने की कोशिश करती है। यह सन्तुलन किंचित अस्थायी और सुगमतापूर्वक विक्षुब्ध (disturbed) होने वाला प्रतीत होता है। यदि विलेय की सान्द्रता, स्थानान्तरण (translocation), श्वसन में उपयोग, शर्करा का स्टार्च में परिवर्तन या इसका ठीक उल्टा (vice versa) अथवा नाइट्रेट का प्रोटीन में परिवर्तन द्वारा, परिवर्तित कर दी जाये तव विसरण-दाव में भी परिवर्तन हो जाता है। इसके फलस्वरूप कोशिकाओं के अन्दर एवं उनके मध्य में जल का पुन: वितरण होता है। लुंडेगार्ड (Lundegardh–1950) ने गेहूँ के मूलों में इस प्रकार के परिवर्तनों-के प्रभावों का वर्णन किया है।

वहुत वर्षों से एक कोशिका के विभिन्न भागों में जल के वितरण का विवाद चल रहा है। वटलर (Butler – 1953) ने यह आकलन (estimate) किया कि तरुण गेहूँ मूलों में 70 से 75 प्रतिशत तक जल (भार द्वारा) रिक्तिकाओं में, 5 प्रतिशत कोशिकाद्रव्य में और 20 से 25 प्रतिशत तक भित्तियों में पाया जाता है। भित्तियों में जल सम्पूर्ण मूलों में से होकर एक अविरत प्रणाली (continuous system) बनाता है और कोशिकाद्रव्य में सम्भवत: अविरत भी होता है। परन्तु रिक्तिकाओं में जल नि:संदेह विच्छिन्न (discontinuous) होता है। ऐसा माना जाता है कि कोशिकाद्रव्य में जल इसलिए अविरत रहता है, क्योंकि उसमें जीवद्रव्यतन्तुका (plasmodesmata) उपस्थित रहते हैं। यह जीवद्रव्यतन्तुक अधिकतर अथवा समस्त कोशिकाओं की भित्तियों में होकर कोशिकाद्रव्य के धागों द्वारा समीपवर्ती जीवद्रव्यकों को जोड़ते हुए फैले रहते हैं। यह अत:सम्बन्धित (interconnected) कोशिकाएँ कभी-कभी सिम्प्लास्ट (symplast) या सिम्प्लाज्म नामांकित की जा सकती हैं। आरिज (Arisz – 1953 – 54) ने वतलाया कि एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक विलेयों का संचलन भित्तियों से होकर स्वतन्त्र विसरण की अपेक्षा सिम्प्लास्ट के माध्यम से होता है। यह माना जाता है कि सम्भवत: एक कोशिका से दूसरी कोशिका-जल की कुछ सीमित मात्रा इसी मार्ग द्वारा संचलन करती है। लेम्वर्टज (Lambertz – 1954) ने यह कहा कि वाह्य त्वचा (epidermal) कोशिकाओं की वाह्य भित्तियों में भी जीवद्रव्यतन्तुका पाये जाते हैं। स्पष्ट रूप से शरीर क्रियात्मक प्रवर्धों में इनकी भूमिका का पहिले की अपेक्षा अधिक ध्यान से अध्ययन करना चाहिए।

कोशिकाओं और ऊतकों में जल की अवस्था: (The state of water in cells and tissues)

जीवन क्रियाओं के लिए जल की आवश्यकता हमको भली-भाँति विदित है। कोशिकीय सक्रियताओं की दर को नियंत्रित करने में वनस्पति-कोशिकाओं का जल-अंश प्रायः निर्धारी-कारक (determining factor) होता है। सक्रिय जीवद्रव्य 10 प्रतिशत जल रख सकता है, और जव कि प्रसुप्त (dormant) वीजों का नमी अंश 10 प्रतिशत से भी कम हो सकता है और इस पर भी कोशिकीय सक्रियताएँ धीरे-धीरे होती रहती हैं। जव वीजों का जल-अंश वढ़ाया जाता है, तव कोशिकीय सक्रियताएँ भी वढ़ जाती हैं, जिसके फलस्वरूप अंकुरण हो जाता है।

किसी ऊतक में जल का प्रतिशत विस्तृत उच्चावचन (fluctuation) दिखला सकता है। इसका कारण ऊतक की उम्र अथवा विकास में परिवर्तन, या वातावरणीय कारकों में विविधता (variation) होना है। विभिन्न वनस्पति पदार्थों में जल का प्रतिशत विस्तृत रूप से भिन्न-भिन्न होता है। हवा में सूख रहे वनस्पति पदार्थों को सन्तुलन में आने के लिए पर्याप्त समय देने पर भी विभिन्न पदार्थों में जल की मात्रा भिन्न-भिन्न होगी। उदाहरणतः विभिन्न जातियों के बीज जव स्थिर आपेक्षिक आर्द्रता (constant relative humidity) की हवा में सुखाये जाते हैं। तव वह भिन्न-भिन्न नमी-अंश ग्रहण करते हैं, (सारणी 4) यह स्पष्ट है कि (क) भित्तियों के कोलांइडी स्वभाव को सम्मिलित करते हुए कोशिका का प्रारूप और ऊतक की संरचना, (ख) कोशिकाओं में विलेयों और कोलांइडों की मात्रा एवं प्रकार, (ग) रिक्तिकाओं और जीवद्रव्य का अनुपात और (घ) अंतरःकोशिकी स्थानों का विस्तार, समस्त मिलकर ऊतक की जल-धारण रखने की क्षमता को प्रभावित करते हैं, और ये सब कोशिका के विकास एवं उम्र के साथ परिवर्तित होते रहते हैं।

सारणी 4— के द्वारा हवा में 80 फे. पर रक्खे गये विभिन्न बीजों का जल-अंश ताजे भार प्रतिशत में दिखा गया गया। (बौसवैल, Boswell, टूले, Toole, एवं फिशर and Fisher-1940 के आंकडे)।

सारणी–4

बीज का प्ररूप	वायुमंडल की आर्द्रता		
	78% प्रतिशत नमी बीजों की	66% प्रतिशत नमी बीजों की	44% प्रतिशत नमी बीजों की
लीमा सेम (Lime Bean)	15.7	11.3	8.6
वृक्क सेम (Kidney Bean)	15.5	10.7	7.3
चुकन्दर (Beet)	14.9	9.9	7.1
पालक (Spinach)	14.3	11.2	8.4
प्याज (Onion)	13.1	10.2	7.4
मीठा भुट्टा (Sweet corn)	12.9	10.3	7.3
गाजर (Carrot)	12.5	8.9	6.5
टमाटर (tomato)	11.2	8.9	6.8
बन्द गोभी (Cabbage)	10.0	7.3	5.3
मटर फली (Pea nut)	8.2	5.6	4.2

कोशिकाओं में जल धारण करने के बल:
(Water holding forces in cells)

जीव-विज्ञान प्रणलियों में आण्विक संरचनाओं की एक बड़ी विभिन्नता (diversity) उपस्थित रहती है। यह विभिन्नता साधारण आयनों

से विशाल अणुओं तक पायी जाती है। इन अणुओं की तन्तुक (fibrils) एवं विभिन्न प्रकार के अंतरापृष्ठ (interfaces) में सहवास की विभिन्नता स्पष्ट देखने को मिलती है। आण्विक आकार एवं संरचना में स प्रकार की विभिन्नताओं को, वलों की विभिन्नता का प्रतिनिधित्व करना चाहिए। यह प्रतिनिधित्व अगर कोटि में नहीं तो कम से कम सीमा में तो करना ही चाहिए। यह वलों की विभिन्नता कोशिका में उपस्थित रहती है और उन जल-अणुओं जो सम्पूर्ण कोशिकीय संरचना में पारगमन (permeate) करते हैं, की सक्रियता को प्रभावित करते हैं। जल बन्धन वलों के हमारे ज्ञान को स्पष्ट करने के लिए जैविक प्रणालियों (Biological systems) में अनेक अनुसन्धान किये गये हैं।

सुगमता के लिए हम यह मान सकते हैं कि किसी कोशिका में किसी एक क्षण एक जल अणु कम या अधिक सीमा में परासरणी वलों, अंत:शोषित वलों, आयनों या अणुओं के जलयोजन के बलों अथवा कोशिका वलों द्वारा कार्यरत किया जा सकता है। यद्यपि यह बिल्कुल स्पष्ट है कि वास्तविकता में इन वलों के वीच कोई तीक्ष्ण विभेद (distinction) की रेखा अथवा मूल अन्तर नहीं है। आयनिक (ionic), सहसंयोजक (covalent) द्विध्रुव (dipole) एवं हाइड्रोजन वंध (hydrogen bonds), सूक्ष्मकेशिका वल (micro-capillary forces) और विलेयों के अणुसंख्य प्रभाव (colligative effects), इन सव का सम्मिलित प्रभाव स्वतंत्र ऊर्जा को कम करता है और इसीलिए जल के विसरण दाव को भी न्यून करता है (Crafts, क्राफ्टस, Currier करिअर एवं स्टोकिंग, and Stcking–1949)। कोशिकाओं में जल की अवस्था का विचार करते समय 1. विलेयों के परासरणी प्रभाव 2. आयनों और ध्रुवीय अणुओं के जलयोजन 3. जलस्नेही कोलाइडों द्वारा जल के अंत:-शोषण और 4. सूक्ष्म कोशिकाओं के साथ विद्यमान केशिका बल आदि प्रकरणों पर विवाद करना श्रेष्ठ एवं सुगम है।

कोशिकीय अंशों का जलयोजन:
(Hydration of cellular constituents)

धनात्मक हाइड्रोजन न्यूक्लियाई एवं ऋणात्मक ऑक्सीजन इलेक्ट्रान युगलों (pairs) के पृथक होने के कारण, जल-अणु में एक बड़ा विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण (moment) होता है। ये जल-अणु अपने को किसी भी ऐसे पदार्थ के चारों ओर अभिविन्य (orient) कर लेते हैं, जो कि उनको वल का एक स्थिर वैद्युत क्षेत्र (electrostatic field) प्रदान करता है। एक या

अधिक जल अणुओं का आयनों, ध्रुवीय अणुओं अथवा जल स्नेही कोलॉइडों के साथ अभिविन्यास (orientation) एवं संगुन (association) जलयोजन (hydration) कहलाता है।

हम पहिले ही वतला चुके हैं कि विलयन में आयनों या अणुओं के जल-योजन और कोलॉइडल जलयोजना या अंत:शोषण के मध्य कोई भी भेदक रेखा नहीं खींची जा सकती। इन समस्त प्रभावों को समावेश करने के लिए जलयोजन के पद का उपयोग किया जा सकता है। कोलॉइडल पदार्थों के साथ जल के साहचर्य को अंत:शोषण नामजद करना सदैव उपयोगी होता है। इस प्रकार के जलयोजन से कम से कम चरम उदाहरणों के लिए यथार्थ विलयन में अणुओं और आयनों में विभेद किया जा सकता है।

विलयन में ऋणात्मक आयन समीपवर्ती जल अणुओं के धनात्मक सिरों को आकर्षित करते हैं और इस प्रकार उनकी सक्रियता को संयमित करते हैं। दूसरी ओर धनायन सामान्यत: ऋणायन से छोटे होते हैं। यह धनायन जल-अणु के ऋणात्मक ध्रुव को आकर्षित करके जल-अणुओं को अधिक दृढ़ता के साथ अभिविन्य करते हैं। इस प्रकरण में अभिविन्यस्त जल, विशेष रूप से उस समय वहुत स्थायी हो सकता है, जब वह बहुसंयोजक (polyvalent) आयनों के साथ साहचर्य में हो। वनस्पति कोशिका में विलयन के अन्दर आयन, जल अणुओं के झुण्डों (swarm) द्वारा घिरे रहते हैं। ये जल अणुओं के झुण्ड विभिन्न प्रकार के वलों द्वारा प्रभावित रहते हैं। वह जल अणु जो कि आयन के अति समीप पहुंच जाते हैं, अभिविन्यस्त (oriented) एवं दृढ़तापूर्वक आकर्षित कर लिये जाते हैं। जल-अणु से आयन जितनी अधिक दूरी पर होगा, उतनी ही उसमें स्थायीकरण (fixation) की सामर्थ्य (strength) कम होगी। व्यापक रूप से उसी संयोजकता (valency) के आयनों के लिए यह ठीक है कि आयनिक त्रिज्या (ionic radius) जितना छोटा होगा, उतना ही बल क्षेत्र तीव्र होगा। इसी कारण छोटे आयन उच्च जलयोजन ऊर्जा रखते हैं।

उदाहरणत: धनायनों की परमाणुवीय त्रिज्यायें (atomic radii) निम्नांकित क्रम में ह्रास (diminish) होती है।

$$Cs > Rb > K > Na > Li$$

जबकि इन आयनों की जलयोजन की डिग्री इस क्रम में है—

$$Li > Na > K > Rb > Cs$$

यह क्रम होबर (Hober –1945) और फ्रे विसलिंग (Frey-Wyssling – 1948) ने बतलाया है ।

लगभग एक ही आकार के परन्तु भिन्न-भिन्न आवेशों से युक्त धनायनों में जल योजन की सीमा आवेश वृद्धि के साथ-साथ स्पष्ट रूप से बढ़ती है। उदाहरणतः कैल्शियम आयनों एवं सोडियम आयनों की आयनिक त्रिज्याएँ लगभग समान होती हैं, परन्तु कैल्सियम आयन अधिक जलयोजित होते हैं। कैल्सियम आयनों की जलयोजित ऊर्जा लगभग 410 किलोग्राम कैलोरी प्रति ग्राम मोल आयन्स होती है, जबकि सोडियम आयनों की जलयोजित ऊर्जा केवल 96 किलोग्राम कैलोरी प्रति ग्राम मोल आयन्स होती है ।

जब अन्य परिस्थितियाँ समान होती हैं, तब जलविरोधी कोलाइडों के लिए आयनों की संयोजकता, विद्युत अपघट्यों (electrolytes) की ऊर्णन (floceulation) क्षमता ज्ञात करती है। शुल्जे हार्डी (Schulze Hardy) का नियम कहता है कि आयनों, जिनका आवेश कोलॉइडल कणों के विरुद्ध होता है, की संयोजकता में वृद्धि के साथ विद्युत अपघट्यों की ऊर्णन क्षमता करीब-करीब गुणोत्तर श्रेणी (geometrical progression) में बढ़ती है । चूंकि अधिकतर जीवद्रव्यी कोलॉइड जलस्नेही होते हैं, अतः उनके गुण न केवल ध्रुवता या आवेश के क्षेत्र पर निर्भर करते हैं, अपितु उनके जल योजन की सीमा पर भी उतनी ही अच्छी तरह निर्भर करते हैं ।

एक कोशिका के अन्दर एवं उसके चारों ओर पाये जाने वाले विभिन्न आयनों का जलयोजन कुछ अंश तक बहुत से कोशिकीय गुणों और प्रवर्धों पर आयनों के प्रभाव को ज्ञात करेगा। इसके अलावा पारगम्यता, लवण स्राव (salt secretion), जीवद्रव्यी प्रवाहण (protoplasmic streaming) पर भी आयनों के प्रभाव को ज्ञात करेगा ।

लियोट्रोपिक (Liyotropic) या हौफमीस्टर (Hofmeister) आयनों की श्रेणी के अध्ययन से यह शीघ्र ही ज्ञात हो जाता है कि कोलॉइडल प्रणालियों में आयनों के आचरण में केवल एक कारक संयोजकता ही सम्मिलित नहीं रहता। धनायन का ऐगार (agar) के फूलने की सीमा पर प्रभाव, जलयोजित आयनों की त्रिज्या पर निर्भर करता है, जब तक कि अन्य परिस्थितियाँ स्थिर रहती हैं (फ्रे विसलिग–1948)। लीथियम (lithium) और सोडियम (sodium) में उच्च सीमा तक फूलना होता है, और यह भी धनायनों के प्रभावों के ऊपर आधारित है। यह धनायन

निम्नांकित श्रृंखला (series) में आते हैं और यह श्रृंखला जलयोजन श्रृंखला के समान ही होती है।

$$Li > Na > K > Rb > Cs$$

उस कोशिका में जो कि विभिन्न डिग्रियों तक जलयोजित की गयी है, न केवल आयन ही परन्तु अन आयनित विलेय (nonionized Solutes) भी जल के साथ पारस्परिक क्रिया करते हैं। इन अन आयनित विलेयों के अणुसंख्य प्रभावों के अलावा ध्रुवीय अणु भी जल अणुओं के साथ समन्वय की योग्यता रखते हैं। अन आयनित कोशिकीय विलेयों में शर्करा अणु मुख्यतः होते हैं, और यह कोशिका के जल सम्बन्धों पर विशेष रूप से प्रभाव डालते हैं। ऐल्डिहाइड (aldehyde) या कीटोन (ketone) समूह और ऐल्कोहल (alcohol) के OH समूह की उपस्थिति के कारण शर्कराएं ध्रुवता की उच्च सीमा प्रदर्शित करती है, और हाइड्रोजन वंधों के द्वारा जल-अणुओं को वांधने में समर्थ होती हैं।

(कोशिकीय अंशों का जलयोजन)

(Hydration of cellular constituents)

कोशिका भित्तियों द्वारा जल-धारण, मुख्यतः हाइड्रोक्साइल समूह द्वारा हाइड्रोजन बन्धक (hydrogen bonding) के कारण होता है। यह हाइड्रोजाइल समूह सेल्यूलोज मिसिल्स (miscelles) की सतहों पर सूक्ष्म केशिका बलों एवं जलस्नेही अन्तःस्पंदन करते हुए पदार्थों (infiltrating materials) के जटिल फूलन (complex swelling) के लिए अनावरित (exposed) रहते हैं।

यद्यपि जीवद्रव्य के जल सम्बन्ध सार्थक महत्व के हैं, परन्तु यथार्थ क्रिया-विधियाँ जिनके द्वारा जल अवशोषित एवं स्थापित किया जाता है, भली-भाँति ज्ञात नहीं है। इस सन्दर्भ में स्पोन्सलर एवं बाथ (Sponsler and Bath-1942), सीफ्रीज (Seifriz–1946) और फ्रे विसलिंग (Frey-Wyssling 1948) का विवाद उत्तम है। पोलिपेप्टाइड रीढ़ों (Polypeptide-backbones) और पार्श्व श्रृंखलाओं पर जलस्नेही समूहों द्वारा हाइड्रोजन बन्धक के द्वारा जीवद्रव्य में जल जकड़ा रहता है। यह जल संयोजी सेतुओं (connecting bridges) की भाँति श्रृंखलाओं और यन्त्र की भाँति पोलिपेप्टाइड जालों के ढाँचों (सूक्ष्मकेशिका जल) के बीच जकड़ा रहता है। लिपिडों (lipids) द्वारा जलस्नेही समूहों का गोपन

करते हुए निर्जलीकरण (dehydration) से जालों का उत्तरोत्तर संकीर्णन हो सकता है। लवण और अन्य विलेय जीवद्रव्य के परासरणी बलों का नियंत्रण करते हैं, और प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष साधनों द्वारा वह जलयोजन को बढ़ा या घटा सकते हैं।

रिक्तिकाओं में जल धारण करने वाले बल अधिकतर स्वभाव में परासरणी होते हैं, यद्यपि कोलांइडी पदार्थ (विलयशील) प्रोटीन, म्यूसिलेज आदि) सामान्यत: उपस्थित रहते हैं, और अपनी सतहों पर जल अधिशोषित रखते हैं। ऊतकों की जल-योजन घटना में जल की संरचना एवं असाधारण गुणों का व्यवहार जानना अति आवश्यक है। वर्तमान दृष्टिकोण यह है कि अणु यादृच्छिकी व्यवस्थित (randomly arranged) व्यक्तिगत अणुओं के द्रव्यमान की अपेक्षा जालक जाल (lattice network) की भाँति एक दूसरे के साथ आकर्षित किये जाते हैं। इन अणुओं के बन्ध लगातार परिवर्तित होते रहते हैं। जल के अद्वितीय विलायक गुण और कोलांइडों को जलयोजित करने की योग्यता का मुख्य कारण आण्विक ध्रुवता की उच्च स्थिति और हाइड्रोजन बंध बनाने की प्रवृत्ति है।

जल सन्तुलन को प्रभावित करने वाले कारक:

(Factors affecting water balance)

वनस्पति कोशिकाओं में जल सन्तुलन को विभिन्न प्रकार की प्रतिक्रियाओं या प्रवर्धों द्वारा अव्यवस्थित किया जा सकता है, जैसे पारगम्यता में परिवर्तन, कोशिका द्रव्य का फूलना (रिक्तिका संकुचन), उपापचयी प्रतिक्रियाएँ (जैसे स्टार्च का शर्करा में परिवर्तन), जल का समीपवर्ती कोशिकाओं में स्थानान्तरण और वाष्पोत्सर्जन। ओस्टरहाउट (Osterhout-1945) ने स्पाइरोगायरा (spirogyra) के हरितलवक (chloroplast) को संकुचन द्वारा शेष कोशिका के लिए जल त्यागते हुए प्रेक्षित किया। कुछ विशिष्ट शाकनाशियों (herbicides) द्वारा निर्जीवण (Killing) की प्रारम्भिक अवस्थाओं में कोशिकाद्रव्य और केन्द्रकों का फूलना अभिलक्षणिक (characteristic) है। इसके पश्चात निर्जलीकरण होता है, क्योंकि यह क्षति अनुत्क्रमणीय (irreversible) होती है (करिअर Carrier–1949)।

वातावरण में परिवर्तन के अनुसार कोशिका रस की सान्द्रता परिवर्तित (vary) होती रहती है। आर्द्रता प्रतिबल (moisture stress) में

वृद्धि के कारण कोशिका रस के परासरणी दाब में वृद्धि होती है। गैसर (Gasser–1942) ने उन पौधों की रस सान्द्रता का अध्ययन किया जो विस्तृत जल न्यूनता की परिस्थितियों में रक्खे गये थे। 95 जातियों के पौधों में से 69 ने प्रारम्भिक मान के 15 से 223 प्रतिशत तक परासरणीय (osmotically) सक्रिय विलेयों में वृद्धि दिखलाई। इसी प्रकार दूसरी दिशा में विस्थापन (shift), जहाँ कि वातावरण जल वाष्प द्वारा लगभग संतृप्त (saturate) रहता है, प्रदर्शित किया जा सकता है।

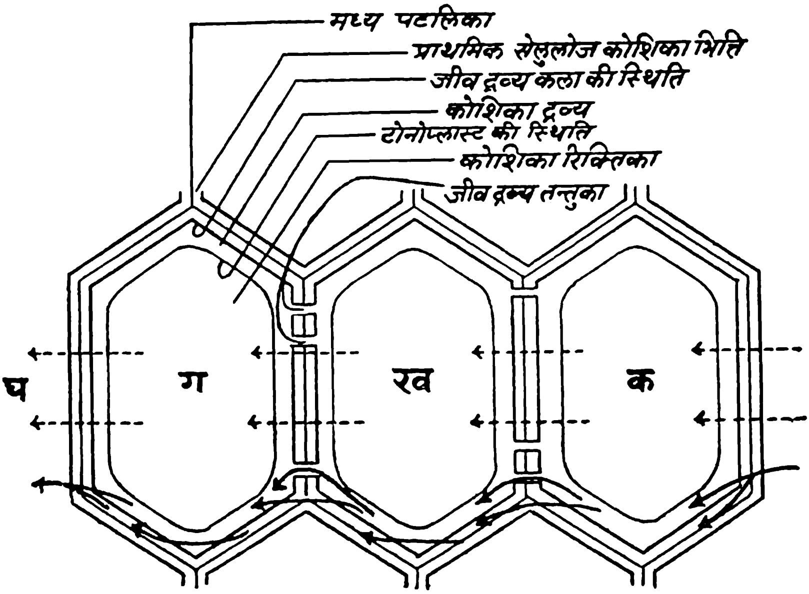
अध्याय 7

जल का संचलन
(Movement of water)

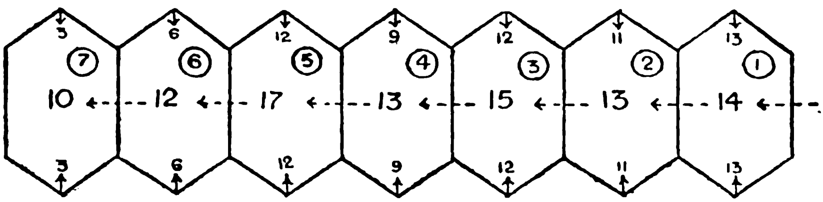
वनस्पति कोशिकाओं में जल का संचलन दो प्रकार से होता है– प्रथम परासरणी विधि और द्वितीय अपरासरणी (non-osmotic) विधि. यद्यपि एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक अधिकतर जल परासरणी संचलन द्वारा ही गति करता है, परन्तु अपरासरणी संचलन द्वारा भी जल का कुछ संचलन होता है।

जल का परासरणी संचलन:
(Osmotic movement of water)

चित्र 11 (पृष्ठ 75) तीन समीपवर्ती पैरेन्काइमा कोशिकाओं की एक श्रेणी, जिस प्रकार कि यह एक मूल के कॉर्टेक्स में अथवा एक पर्ण के पर्णमध्योतक (mesophyll) में विद्यमान रहती है, को आरेखीय (diagramatically) ढंग से प्रदर्शित करता है। सरलता के लिए यह माना गया है कि प्रारम्भ में समस्त कोशिकाएँ समान परासरणी विभव, भित्ति दाव, और विसरण दाव न्यूनताएँ रखती हैं। अब मान लीजिये कि कोशिका से जल **घ** परिवारण (surroundins) में लुप्त हो गया। यह उसी समय होगा जबकि **घ** की वि. दा. न्यू. उस कोशिका की अपेक्षा वृहत्तर होगी। यह उदाहरण उस समय का होगा जबकि **घ** एक अंतराकोशिकी वायु स्थान हो। विकल्पतः (alternatively) **घ** पर वह कोशिकाएँ हो सकती हैं जिनमें शर्करा या अन्य विलेय संचय हो रहे हों। प्रत्येक स्थिति में जल **ग** कोशिका की भित्तियों से लुप्त होता है, जिसके कारण कोशिका द्रव्य एवं रिक्तिका से जल का प्रवाह होता है। यह दो प्रभाव पैदा करता है। प्रथम यह रिक्तिका रस अधिक सान्द्र हो जाता है और द्वितीय यह कि कोशिका सिकुड़ती है जिसके फलस्वरूप भित्ति दाव कम हो जाता है। इस समीकरण वि दा न्यू–प–दा–भि दा का सम्बन्ध यह दिखलाता है कि यह दोनों प्रभाव **ग** कोशिका की वि–दा–न्यू को बढ़ाते हैं। इस कारणवश प्रथम तो कोशिका-भित्ति से जल का अवशोषण होता है, तब कोशिका द्रव्य से और अन्त में **ख** कोशिका की रिक्तिका से जल का अवशोषण होता है। इसके पश्चात कोशिका **क** उसी भाँति प्रभावित हो जाती है। इस प्रकार घटनाओं का एक चक्र स्थापित हो जाता है।



चित्र 11–एक कोशिका से दूसरी कोशिका में जल के स्थानान्तर होने के वैकल्पिक मार्गों को समझाने के लिए आरेख। टूटे हुए तीर रिक्तिका मार्ग को वतलाते हैं और सामान्य तीर केवल कोशिका भित्तियों एवं कोशिका द्रव्य के जल के संचलन को इंगित करते हैं।



चित्र 12–वि. दा. न्यू. प्रवणता के कारण पैरेन्काइमा कोशिकाओं की एक श्रेणी से होकर जल के स्थानान्तर को चित्रांकित करने के लिए आरेख। रिक्तिका परासरणी विभव बड़े अक्षरों में, भित्ति-दाव छोटे अक्षरों में एवं परिणामी (resultant) वि. दा. न्यूनताएँ घेरे में दिखलायी गयी हैं। एक शुद्ध जल स्रोत बिल्कुल दाँयी ओर माना गया है।

जैसा चित्र 11 में बिन्दु अंकित (dotted) तीरों द्वारा दिखलाया गया है, जिसमें कोशिकाओं की कतार वत्ती (wick) की भाँति कार्य करती

है। यह उस समय तक कार्य करती है जब तक कि उद्गम (source) पर जल स्वतन्त्र रूप से प्राप्त है। यह कोशिकाएँ तब तक स्फीत रहती हैं, जब तक कि जल का लगातार प्रवाह रहता है। यदि जल का संभरण (supply) सीमित हो जाता है, तो स्फीति लुप्त हो जाती है, और इस दशा को हम मुरझाना (wilting) कहते हैं। हम पहिले ही भली-भाँति समझा चुके हैं, कि जल का ऊतकों से होकर संचलन वि दा न्यू प्रवणता के ग्रस्तित्व के द्वारा पोषित किया जाता है।

यहाँ पर यह बतलाना उचित है कि कोशिका से कोशिका तक जल के संचलन के लिए यह ग्रावश्यक नहीं है कि ग्रहण करने वाली कोशिका का परासरणी विभव प्रदान करने वाली कोशिका से ग्रधिक ही रहे। कोशिकाओं की विसरण दाब न्यूनताओं में ग्रन्तर ही वास्तविक चालन बल होता है। कोशिकाओं के ग्रापेक्षिक परासरणी विभव ही केवल चालन बल नहीं होते। इस प्रकार जल चित्र 12 में दिखलायी गयी दिशा में ही प्रवाह करेगा, यद्यपि कोशिकाओं के परासरणी विभव विस्तृत उच्चावचन (fluctuations) दिखलाते हैं। इसका कारण यह है कि एक उच्च परासरणी विभव उच्च भित्ति दाब द्वारा सन्तुलित होता है। कुछ विशेष ऊतकों में 10 वायु. तक कोशिकाओं के मध्य परासरणी विभव देखे गये हैं।

इस परिच्छेद को सारांशित करने से पहिले हम एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक जल के स्थानान्तरण की इस सहजतम की गयी क्रियाविधि के विषय में एक सावधानी बतलाना चाहते हैं। कोशिका **क** से कोशिका **ग** तक जल के गुजरने के लिए यह ग्रावश्यक नहीं है कि कोशिका रिक्तिकाओं में ही सम्पूर्ण जल प्रवेश करे। जब जल कोशिका भित्ति और **ग** के कोशिका द्रव्य से लुप्त होता है, तब इस हानि की पूर्ति न केवल रिक्तिकाओं से की जाती है, जैसा कि ऊपर वर्णन किया गया है, ग्रपितु कोशिका ख की कोशिका भित्ति एवं कोशिका द्रव्य से भी की जाती है। इस प्रकार के मार्ग चित्र 11 में ठोस तीरों से दिखलाये गये हैं। ग्राधुनिक प्रयोग, जिनमें कि ऊतकों से होकर अंकित (labelled) किये हुए जल के मार्ग का ग्रनुसरण किया गया है, यह बतलाते हैं कि यह जल एक-सी चाल से समस्त कोशिका घटकों से होकर संचलन करता है। यद्यपि इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि एक कोशिका का ग्रधिकतम ग्रायतन रिक्तिका के कारण होता है, यह प्राय: निश्चित ही है कि जल की सब से ग्रधिक मात्रा रिक्तिका मार्ग से होकर गुजरती है।

जल का अपरासरणी संचलन:
(Non osmotic movement of water)

यद्यपि यह निश्चित है कि अधिकतम जल परासरणी साधनों द्वारा ही संचलन करता है, परन्तु जल का कुछ भाग अपरासरणी साधनों द्वारा भी संचलन करता है। अपरासरणी संचलन मुख्यत: तीन प्रकार से होता है—

1. अंत:शोषित क्रिया विधि द्वारा
2. उपापचयी क्रिया विधि द्वारा
3. विद्युत परासरण क्रिया विधि द्वारा

(1) अन्त:शोषित संचलन जैसा कि हम पहिले बतला चुके हैं कि एक अन्त: शोषक में जब भी जल की विसरण दाब न्यूनता समीपवर्ती विलयन से अधिक होती है, तब विलयन से जल अन्त:शोषक में गति करता है। जीवद्रव्य भी और दूसरे कोलांइडी पदार्थों की भाँति समुचित मात्राओं में जल अन्त:शोषण कर सकता है और विशेष रूप से उस समय जब वह जैल आकृति में हो। यह क्षमता विशेषत: शुष्क बीजों के विषय में देखने को मिलती है जो कि कोशिकान्तर्वस्तु के परासरणी विभव द्वारा जल अवशोषण करने की अपेक्षा कहीं अधिक जल का अवशोषण करते हैं। अंडाशय (ovulary) के अन्दर बीजों में पक रहे बीजांड़ों (ovules) में भी जल का संचलन अवशोषण द्वारा होता है।

मूलों और तनों के शिखरों पर नवनिर्मित कोशिकाएँ लघु, पतली भित्तीय लगभग समन्यासीय (isodiametric) और काफी कम रिक्तिका भवन (vacuolation) सहित होती है। इससे दूर कुछ पीछे के प्रदेश में कोशिका का विशेष रूप से दीर्घीकरण (elongation) होता है और कोशिका का अधिकांश आयतन एक बड़ी रिक्तिका का घेरना प्रारम्भ कर देता है। दीर्घीकरण और रिक्तिका भवन होने के लिए अधिक जल अवशोषित किया जाता है, क्योंकि तरुण कोशिकाओं के सघन कोशिका द्रव्य द्वारा अधिक अन्त:शोषण होता है। इस अवशोषण के कारण जो फुलाव होता है, वह कोशिका विवर्धन (enlargement) के लिए आवश्यक चालन बल प्रदान करता है। यह आश्चर्यजनक नहीं है कि जब पौधों में अवशोषण से अधिक में गम्भीर वाष्पोत्सर्जन के फलस्वरूप प्रबल जल न्यूनता पैदा होती है, तब पौधों की वृद्धि में गम्भीर मन्दन (severe retardation) होता है।

बहुत से लाइकन (lichen) शुष्कन (desiceation) की अधिक मात्रा लम्बी अवधि तक, शुष्क और भंगुर (brittle) रहकर सहन कर सकते हैं।

भीगने पर वह जल अवशोषण करते हैं, और पुनर्योजित (regenerate) होकर फूल जाते हैं।

एक वनस्पति कोशिका में कोशिका रस, जीवद्रव्य में जल और कोशिका भित्ति में जल प्रत्येक अपनी स्वयं की एक विसरण दाब न्यूनता रखते हैं। कोशिका भित्ति के विसरण दाब न्यूनता की उत्पत्ति अधिकतर अंन्त:शोषित होती है और जीवद्रव्य के वि. दा. न्यू. की उत्पत्ति भी किसी सीमा तक ऐसी ही होती है उदाहरणत: यदि पर्णमध्योतक (mesophyll) कोशिका की भित्तियों की विसरण दाब न्यूनता, वाष्पोत्सर्जन (transpiration) जल हानि की अवधि में वाष्पीकरण के द्वारा बढ़ा दी जाये, तब जीव द्रव्य से भित्तियों में और फिर कोशिका रस से जीवद्रव्य में जल विसरित होता है। यह विसरण उसी समय तक होता है, जब तक भित्ति की विसरण दाब न्यूनता कोशिका रस की अपेक्षा अधिक रहती है। उन कोशिकाओं में जिनमें रिक्तिकाएँ बहुत छोटी होती हैं अथवा नहीं होती हैं, या जिनमें कोशिका का अन्तरंग (interior) जलस्नेही कोलां-इडी पदार्थों द्वारा घेर लिया जाता है, अन्त:शोषित घटना नि:सन्देह जल के प्रच-लन में अत्यन्त महत्वपूर्ण कार्य करती हैं। उन कोशिकाओं में जिनमें रिक्तिका काफी प्रमुख एवं बड़ी होती हैं, जल का संचलन अन्त:शोषित क्रियाविधि द्वारा अधिक नहीं होता।

उपापचयी संचलन :
(Metabolic movement)

प्राय: यह देखा गया है कि जीवद्रव्यदूरात्मक (plasmometric) विधि एवं हिमांकमापी विधि द्वारा परासरणी विभव के निर्धारित मान विसंगत (discrepant) परिणाम दिखलाते हैं। प्रथम विधि द्वारा उपलब्ध मान, द्वितीय विधि द्वारा उपलब्ध मान की अपेक्षा 2 या 3 वायु मण्डल अधिक होते हैं। ये अन्तर साधारण परासरणी या अन्त:शोषित प्रभावों के आधार पर नहीं समझाये जा सकते।

यह सुझाया गया है कि कोशिका में जल को पम्प करने के लिए परासरण के अतिरिक्त एक और बल सम्मिलित रहता है, और इसी कारणवश जीवद्रव्य-कुंचन अधिक कठिनाई से होता है। अत: हमको अत्यधिक सान्द्र विलयन का उपयोग करना पड़ता है। यह विचार इस तथ्य द्वारा प्रबलतापूर्वक आधारित किया गया है कि विभिन्न किस्मों की ऊतकों में जल का ग्रहण करना उपापचययी सक्रियता की सीमा द्वारा प्रभावित किया जाता है। कम की हुई श्वसन की, दर जल ग्रहण

की दर के ह्रास के साथ सहसम्बन्धित (correlated) रहती है और इसी प्रकार ठीक इसका उल्टा भी सत्य है। इस तरह के परिणाम यह इंगित करते हैं कि कुछ जल सक्रिय ढंग से भी ग्रहण किया जा सकता है, जिसमें उपापचयी ऊर्जा का व्यय होता है।

जल ग्रहण करने के एक सक्रिय घटक के विचारार्थ एक और भी प्रमाण है। लवण विलयन के साथ सन्तुलन में आयी हुई कोशिकाएँ जब समान परासरणी विभव वाले स्यूक्रोज विलयन में स्थानान्तरित की जाती है, तब वह काफी मात्रा में जल-ग्रहण करना प्रारम्भ करती हैं, और यह परिवर्तन उत्क्रमणीय (reversible) होता है। वास्तविकता यह है कि शर्करा की उपस्थिति श्वसन-आधार के रूप में कार्य करके कोशिका की उपापचयी सक्रियता को बढ़ाती है, और जल अवशोषण के सक्रिय घटक को उद्दीप्त (stimulate) करती है।

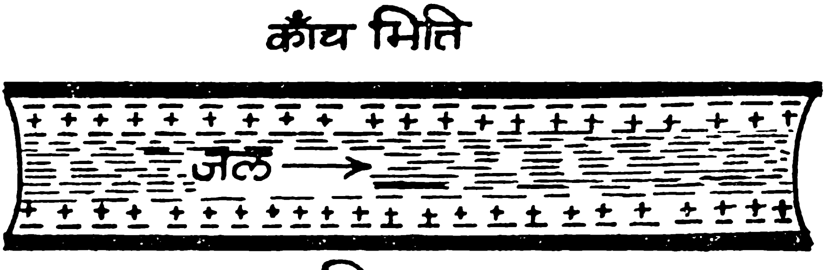
अगला प्रमाण, जो सक्रिय जल ग्रहण करने के पक्ष में दिया जाता है, इस तथ्य से प्राप्त है कि कुछ विशिष्ट ऊतकों (जैसे शुद्ध जल में रक्खे हुए आलू कंद के भागों) में ऑक्सिन (auxins) मिलाने से जल ग्रहण करने की दर बढ़ जाती है, और कुछ प्रकरणों में श्वसन भी उद्दीप्त हो जाता है। जैसा कि हमको विदित है कि यह ऑक्सिन हार्मोन (hormone) होते हैं, जो वनस्पति-कोशिकाओं की विस्तार वृद्धि (extension growth) को अत्यधिक बढ़ाते हैं। यह माना जाता है कि ऑक्सिन के क्रिया करने की विधि किसी न किसी प्रकार उपापचय को बढ़ाती है, जिससे कि जल ग्रहण करने के सक्रिय घटक बढ़ जाते हैं और इसके फलस्वरूप कोशिका फूल जाती है। यद्यपि यह सुझाव ऑक्सिन प्रतिक्रिया का ठीक स्पष्टीकरण नहीं है।

यह सिद्ध करने के लिए समुचित प्रायोगिक प्रमाण हैं कि बढ़ायी गयी उपापचयी सक्रियता जल ग्रहण करने की क्रिया को बढ़ाती है, परन्तु इस सहसम्बन्ध के आधार की बिल्कुल व्याख्या नहीं की गयी है। अनेक अन्वेषकों का यही मत है कि इसके सम्बन्ध अप्रत्यक्ष हैं। बढ़ी हुई उपापचयी सक्रियता माध्यम से लवण ग्रहण करने की क्षमता को बढ़ाकर कोशिकान्तर्वस्तु के परासरणी विभव को बढ़ाती है, और इसलिए परासरणी जल ग्रहण करने में वृद्धि करती है। यह प्रक्रिया श्वसन आश्रित कहलाती है। शुद्ध जल में रक्खे हुए आलू ऊतकों में ऑक्सिन मिलाने पर जल ग्रहण करने की दर में वृद्धि की स्पष्ट व्याख्या इस प्रकार की जाती है कि ऑक्सिन केवल भित्ति द्रव्यों के मध्य बन्धकों (bonding) को ढीला करके कोशिका-भित्ति को अधिक प्लैस्टिक (plastic) बना देते हैं। भित्ति-दाब के ह्रास होने पर एक कोशिका विस्तार करेगी और परासरणी साधनों द्वारा

और अधिक जल ग्रहण करेगी, चाहे जल ग्रहण करने का कोई सक्रिय घटक क्रियात्मक हो अथवा नहीं। थिमेन एवं सेम्युअल (Thimann and Samuel-1955) और ओरडिन एवं वोनर (Ordin and Bonner–1956) एवं अन्य अन्वेषकों ने समस्थानिकीय (isotopically) 'अंकित' (labelled) जल को अन्तर्ग्रस्त करती हुई तकनीक के उपयोग द्वारा आधुनिक वर्षों में आक्सिन की इस प्रकार की क्रिया के पक्ष में वहुत प्रवल प्रमाण प्रस्तुत किये हैं और यह व्याख्या निश्चित रूप से सही है। यद्यपि वास्तविक क्रियाविधि का सविस्तार वर्णन ज्ञात नहीं है, जिसके द्वारा कोशिका-भित्ति द्रव्यों की यांत्रिक (mechanical) संसक्ता (Coherence) कम (reduced) की जाती है।

विद्युत परासरणी संचलन:
(Electrosmetic movement)

कुछ विशिष्ट परिस्थितियों में शुद्ध जल झिल्लीं के एक तरफ से दूसरी तरफ वैद्युत विभव के अन्तर के प्रभाव में विसरण करता है और यह प्रक्रम विद्युत परासरण कहलाता है। जव एक केशिका कांच नली में जल सीमित रीता है तव —OH (अथवा HCO_3 आयन्स का अधिशोषण (adsorption) नलिका की भित्तियों पर एक ऋणात्मक आवेश डालता है। उनके निकट H^+ आयन्स, जो कि अधिशोषित ऋणायनों की संख्या के बरावर होते हैं, की एक परत होती है। दूसरे शव्दों में आयन जिस भाँति एक कोलांइडी कण के चारों ओर वितरित रहते हैं, ठीक उसी प्रकार यहाँ भी आयन एक वैद्युत द्विस्तर (electrical double layer) की भाँति वितरित हो जाते हैं। (चित्र 13)



चित्र १३

चित्र 13—विद्युत परासरण

यदि नलिका के दोनों सिरों के बीच वैद्युत विभव का अन्तर उपस्थित है तो जल ऋणात्मक इलैक्ट्रोड की ओर गतिशील होगा। नलिका की भित्तियों द्वारा ऋणायन दृढ़ता से अधिशोषित रहते हैं, और गति नहीं कर सकते। हाइड्रोजन आयन यद्यपि गति करने के लिए स्वतंत्र हैं और जल ले जाते हुए कैथोड की ओर प्रवास (migrate) करते हैं। चूंकि वनावट में वहुत-सी झिल्लियाँ अवश्य ही संरन्ध्र होती हैं, अतः झिल्ली की प्रत्येक केशिका में ऊपर वतलायी गयी परिस्थितियाँ विद्यमान रह सकती हैं। इस प्रकार की झिल्लियों से होकर विद्युत परासरण ठीक उसी प्रकार हो सकता है जिस प्रकार छोटे अभ्यन्तर व्यास (small bore) की नलियों में से होकर होता है। चूंकि जीवित जीवों में विद्युत विभव के अन्तर सामान्यतः उपस्थित रहते हैं, अतः यह पूर्णतः सम्भव ज्ञात होता है कि जीवित ऊतकों में विद्युत परासरणी जल का प्रवाह होता है।

पारिभाषिक - शब्दावली

हिन्दी - अंग्रेजी

अ

अजीवद्रव्यी—non-proto-plasmic
अणुगति—kinetic
अणुसंख्य—colligative
अतिपरवलयिक—hyperbolic
अतिशय—enormous
अतिशीतलन—supercooling
अद्वितीय—unique
अधिकतम—maximum
अधिमान्यता—preferably
अधिशोषण—adsorption
अधिशोषित—adsorbed
अधिष्ठानता—occupancy
अनावरित—exposed
अनुत्क्रमणीय—irreversible
अनुप्रयोग—application
अनुप्रयोज्य—applicable
अनुप्रयोज्यता—applicability
अनुरूप—analogous
अपघट्य—electrolyte
अपजीवद्रव्यकुंचन–deplasmolysis
अपनयन—withdrawl
अपरासरण—non-osmosis
अपरासरणी–non-osmotic
अपवर्तनांक—refractive index
अपवर्तनांकमायी–refractometer
अपवाद—exception
अपसामान्य—abnormal
अपारगम्य—impermeable
अप्रत्यक्ष—indirectly
अप्रत्यास्थ—inelastic
अभिक्रिया—treatment
अभिगमन—transport
अभिलक्षण—characteristic
अभिविन्य—orient
अभिविन्यस्त—oriented
अभिविन्यास—orientation
अम्ल—acid
अमिश्रणीय—immiscible
अर्धपारगम्य—semipermeable
अरिक्तिकायुत—unvacuolated
अल्पपरासरी—hypotonic
अलेपित—uncoated
अवक्रमण—supersede
अवतल—concave
अवनमन—lowering
अवयव—ingradients
अवलन—unfolding
अवशेष—residue
अवशोषण—absorption
अवस्था—state
अवस्थिति—location
अवक्षेप—precipitate
अवाष्पशील—non-volatile
अविकल—intact
अविधान—designation
अवियोजित—undissociated
अविरत—continuous
अविषैला—non-toxic
अस्तर—lining
असंगत—anomalous

श्रा

श्राक्सिन—auxin
श्राकलन—estimate
श्राकार—size
श्राकृति—form
श्राघूर्ण—moment
श्राण्विक—molecular
श्रादर्श—ideal
श्रार्द्र—damp, moist
श्रार्द्रता—humidity
श्रादि—early
श्राधिक्य—excess
श्रापेक्षिक—relative
श्रापेक्षिकी—relatively
श्रायतन—volume
श्रायनिक—ionic
श्रायनित—ionize
श्रारेख—diagram
श्रारेखीय—diagramatically
श्रालू—potato
श्रावेश—charge
श्रासवित—distilled
श्रासंजन—adherence
श्रांतरिक—internal
श्रांशिक—partial
श्रांशिकी—partially

इ

इकाई—unit
इतिहास—history

उ

उच्चावचन—fluctuation
उत्क्रम—reverse
उत्क्रमणीय—reversible
उत्थान—raise
उत्तल—convex
उदगम—source
उद्दीपन—stimuli
उद्दीपित—stimulate
उपसूक्ष्मदर्शीय—submicroscopic
उपापचयी—metabolic

ऊ

ऊर्जा—energy
ऊर्णन—flocculation
ऊतक—tissue
ऊतकक्षयी—necrotic
ऊतकाएँ—tissues
ऊष्मा—heat
ऊष्मागतिक–thermodynamcics

ए

एन्जाइम—enzyme
एनोड—anode

ऐ

ऐगार—agar
ऐतिहासिक—historical

ओ

ओसांक—dew point

श्रं

अंडाशय—ovulary

अंतर्ग्रस्त—involve
अंतर्ग्रहण—intake
अंतर्नत—inflex
अंतर्वाह्—influx
अंतर्वेशन—inclusion
अंतर्सतह—inside
अंतराकोशिकी स्थान–intercellular space
अंतरापृष्ठ—interface
अंतरामिसेली—intermicellar
अंतरासम्वन्ध—interconnection
अंतरासम्बन्धित–interconnected
अंतस्त्वचा—endodermis
अंतस्त्वची—endodermal
अंत:परासरण—endosmose
अंत:शोषण—imbibition
अंत:स्पंदन—infiltration
अन्वेषक—investigator
अन्वेषण—investigation
अंश—degree
अंशशोधन—calibration

ऋ

ऋणात्मक—negative
ऋणायन—anion

क

क्यूटिन—cutin
क्वथनांक—boiling point
क्रमवद्धित—graded
कागवेधक—cork borer
क्रान्तिक—critical
क्रियाविधि—mechanism, procedure
क्रिस्टलीकरण—crystallization
केन्द्रक—nucleus
केशिका—capillary
कैथोड— cathode
कैल्प—kelp
कैस्पेरी—casparian
कोलोडियन—collodion
कोशिका—cell
कोशिकाद्रव्य—cytoplasm
कोशिकाद्रव्यी—cytoplasmic
कोशिकाएं—cells
कोशिका रस—cell sap
कोशिकांतर्वस्तु—cell content
कंद—tuber

ग

गर्त—pit
गतिक—dynamic
गतिकी—dynamics
गाजर—carrot
गुण—properties
गुणोत्तर श्रेढ़ी—geometrical progression
गूदेदार—pulpy
गैस—gas
गोलाकार—spherical
गोंद—gum

घ

घटक—component
घटना—phenomenon
घटनाओं—phenomena

च

चक्रिका—disc
चर्म पत्र—parchment
चालन बल—driving force
चुकन्दर—beet
चूषण—suction

छ

छत्रक—cap
छाया—shade

ज

जटिल—complex
जन्तु—animal
जल—water
जलयोजन—hydration
जलयोजित—hydrated
जलस्नेही—hydrophilic
जलीय—aqueous
जालक जाल—lattice network
जातियाँ—species
जिलेटिन—gelatin
जीवद्रव्य—protoplasm
जीवद्रव्यी—protoplasmic
जीवद्रव्यक—protoplast
जीवद्रव्यकला—plasmalemma
जीवद्रव्यकुंचन—plasmolysis
जीवद्रव्यकुंचनी—plasmolytic
जीवव्यकुंचित—plasmolysed
जीवद्रव्यतन्तु—plasmodesm
जीवद्रव्यतन्तुका–plasmodesmata
जीवद्रव्यदूरात्मक—plasmometric
जीव विष—toxin
जैन्थियम—xanthium
जैल—gel
जैविक—biological

झ

झिल्ली—membrane
झिल्लियाँ—membranes
झुराड—swarm

ट

टमाटर—tomato
टेनिनीकरण—tanning
टोनोप्लास्ट—tonoplast

ठ

ठीक उल्टा—vice versa

त

तकनीक—technique
तर्क—logic
तर्कानुसार तर्कसम्मत—logically
तत्व—element
तन्तुक—fibrils
तनु—dilute
तनुकरण— dilution
तरल—fluid
तरुण—young
ताप—temperature

थ

थैली—bladder

द

दलपुंज—corolla
दशाब्दी—decade

दाब—pressure
दीर्घीकरण—elongation
दुर्बलतर—weak
देहली—threshold
द्रव—liquid
द्रवस्थैतिक—hydrostatic
द्रवसंमर्दित—macerated
द्रुत—rapid
द्रव्य—material
द्वितीयक—secondary
द्विध्रुव—dipole
द्विसंयोजक—bivalent
दृढ़—rigid
दृढ़ता—rigidity
दृष्टिकोण—aspect

ध

धनायन—cation
धारा—current
धारामापी—galvanometer

न

न्यूनता—deficit
न्यूनीकरण—reduction
नमूना—sample
नलिका—tube
नहलाने वाला विलयन—bathing solution
नामतंत्र—nomenclature
निर्जलीकरण—dehydration
निर्जीवण—killing
निर्देश—reference
निर्धारण—determination
निर्धारित—determine
निर्धारी—determining
निमज्जित—immersed
निर्मुक्त—released
नियम—law
निरूपण—demonstration
निरोधक—inhibitor
निविष्ट—insert
निष्कर्षण—extraction
निष्क्रिय—passive
निक्षेप—deposit
नेट फ्लक्स—net flux

प

परत, स्तर—layer
परम—absolute
पद—term
प्याज—onion
परिकलन—calculate
परिवर्तन—change
परिबद्ध—enclosed
परिस्थिति-विज्ञानी—ecologist
परिबद्धन—enclosure
परिकल्पना—hypothesis
परासरण—osmosis
परासरणी—osmitic
परासरणमापी—osmometer
परिशुद्ध—precise
परिशुद्धता—precision
परिसर—range
परिमाण—quantity
परिमाणात्मक—quantiative
परिवारक—surrounding
परिवर्त—variant
पत्र—frond

पर्ण वृन्त—leaf petole
पर्ण मध्योतक—mesophyll
पट्टियाँ—strips
पारगम्यता—permeability
पारगम्य—permeable
पात्र—pot
पारगमित—permeated
पारगमन—permeate
पालक—spinach
पाठ्यांक—reading
पेक्टिक—pectic
पेन्टोसन—pentosan
पोषण—maintain
पुर्नयोजित—regenerate
प्रक्रम—process
प्रतिशत—percentage
प्रतिरोध–resistance
प्रघात—shock
प्रतिबल—stress
प्रत्यक्ष—directly
प्रसुप्त—dormant
प्रदर्शित—demonstrate
प्रतिसंतुलन—counterbalance
प्रयोगात्मक–experimental
प्रत्यास्थ—elastic
प्रभाव—effect
प्रसरण, प्रसार—expansion
प्रवणता—gradient
प्रबलतर—stronger
प्ररोह—shoot
प्रवाहण—streaming
प्रभाजी—fractional
प्रस्तावना—introduction
प्रकाश सूक्ष्मदर्शी—light microscope
प्रवास—migrate
प्रतिस्थापित—replace, substitutes
प्राथमिक—primary
प्रावस्था—phase
प्ररूपिक—typical
पृथक्करण—separation
प्रारम्भी—incipient
प्रौढ़—old
प्रेक्षण—observe
पृष्ठ—surface
पंखुड़ियाँ—petals

ब

बन्द गोभी—cabbage
बल—force
बहु—multiple
बहुलता—frequently
बहुसंयोजक—multivalent, polyvalent
बहिर्वाह—outflow
बहि: स्राव—efflux
बहि : परासरण—exosmose
बहिर्वेशन—extrapolation
बाह्य—external, outer
बाह्यत्वचा—epidermal
बीजांड—ovule
बीजावरण—seed coat
बिन्दु अंकित—dotted
बिन्दु स्राव—guttation
बेधना—penetrate

वेलन—cylinder

भ

भंगुर—brittle
भार—weight
भित्ति–wall
भ्रम—confusion
भौतिक—physical
भौतिक रासायनिक—physico-chemical

म

म्लानि—wilt
मध्यशिरा—midrib
मटर—pea
मरूद्भिद–xerophyte
मंदन—retardation
मुरझाना—wilting
मिसल—miscelle
मूल्यांकन—evaluation
मूल—root
मूल प्रणाली—root system
मूलाग्र—root tip
मोलर—molar
मोलल—molal
मापन—measurement
मीठा भुट्टा—sweet corn
मोल प्रभाज—mole fraction
मौलिक—original
मात्रा—amount
मृत—dead
माध्य—mean
मूलीय दाब—root pressure
मानक—standard
मानकीकृत—standardize

य

यथार्थता—accuracy
यादृच्छिक—random
यादृच्छिकी व्यवस्थित—randomly arranged
युगल—pair
यांत्रिक—mechanical

र

रम्भ—stele
रस—sap
रसायनशास्त्र—chemistry
रासायनिक—chemical
रिक्तिका—vacuole
रिक्तिकाय—vacuolar
रिक्तिका भवन—vacuolation
रिसाव—exudation
रेखीय—linear
रंजक—dyes

ल

लघुकरण-वाल्व—reduction-valve
लवक—plastid
लवण—salt

व

व्यतिकर—interfere
व्यय—expenditure
व्यापक—comprehensive

व्याख्या—explanation
वक्र—curve
वत्ती—wick
वरणात्मक—selective
वलन—folding
वलयन—ringing
वायुमण्डल—atmosphere
वाष्प—vapour
वाष्पोत्सर्जन—transpiration
वाहक—carrier
विकल्पत:—alternatively
विकर्ण—diagonal
विच्छिन्न—discontinuous
विचरण—variation
विचरित—vary
विचारसंगत—reasonable
विनिमय—interchange
विभव—potential
विभेद—distinction
विभेदक—differentially
वियुक्त—isolate
वियोजित—dissociate
विलयन—solution
विलयनों—solutions
विलायक—solvent
विलीन—dissolved
विलेपित—coated
विलेय—solute
विलोडित—stirred
विलोपित—eliminate
विविधता—variation
विवर्धन—enlargement
विवाद—discuss
विवादित—discussed
विषहीन—nontoxic
विशिष्ट—specific
विस्कासिता—viscosity
विस्तारविमा—dimension
विसरण—diffusion
विसरण दाब—diffusion-pressure
विसरण दाब न्यूनता—diffusion-pressure deficit
वि दा न्यू—DPD
विसरणीय—diffusional
विसरित—diffuse
विसंगत—discrepant
विक्षुब्ध—disturbed
विक्षेप—deflection
विक्षेपस्थिति—null point
विद्युत अपघट्य—eletrolyte
विद्युत आवेशित—electrically-charged
विद्युत परासरणी—electro-osmotic
विद्युत विभव—eletric potential
वैकल्पिक—alternative
वैद्युतयुग्म—thermocouple
वैध—valid
वृक्क—kidney
वृद्धि—growth
वृन्त—stipe

श

श्लथ—flaccid
शर्करा—sugar
शल्क कंद—bulb
शरीर क्रिया विज्ञान—physiology

शरीर-क्रिया-विज्ञानी–physiologist
शाकनाशी–herbicide
शाकनाशियों—herbicides
शुष्कन—desiccation
शृंखला—chain
श्रेणी—series
शैवाल—algae

स

स्तम्भ—column
स्थानान्तरण—translocation
स्थायी—steady
स्थायीकरण—fixation
स्फीत—turgid
स्फीति—turgor
स्यूक्रोज—sucrose
स्वतंत्र—free
स्वस्थाने—insitu
स्वस्पष्टीकारक–self explanatory
स्राव—secretion
स्थिति—state
स्थिरांक—constant
सक्रियता—activity
सम्मुखी—oppositely
सम्बन्ध—relation
समपरासरी—isotonic
सममोलल—equimolal
समव्यासीय—isodiametric
समष्टि—population
समाकलित—integrated
समानुपाती—proportional
समानुपातिका—proportionality
समानीत—reduced
समायोजन—adjustment
समुच्चय—set
समुद्री—marine
सरन्ध्र—porous
सहराशित—coacervate
सहसम्बन्ध—correlation
सहसम्बन्धित—correlated
साधारण—simple
सामर्थ्य—strength
सामान्य—normal
सामूहिक—massive
सान्द्रता—concentration
सान्द्रित—concentrated
सिद्धान्त—principle
सीवन—suture
सीमाकारी—limiting
सीमान्त—limiting
सुप्त बीजाणु—resting spore
सुबेरिन—suberin
सूची—index
सूक्ष्म—minute
सूक्ष्मकेशिका—micro-capillary
सूक्ष्मपिपेट—micro-pipette
सेलुलोज— cellulose
सैद्धान्तिक—theoretical
संकुचन—contraction
संगठन—organisation
संगठित—organised
संगुणन—association
संघटन—constitution, composition
संचलन—movement
संचायक—storage

संचायक ऊतक—storage tissue
संतुलन—balance
संतृप्त—saturate
संधि—junction
संपीडन—compression
संभरण—supply
संयोजकता—valency
संयोजन—combination
संरचना—structure
संरचनात्मक—structural
संवर्ग—category
संवर्धं—culture
संश्लेषण—synthesize
संश्लेषणित—synthesized
संशोधन—correction
संसक्ता—coherence
संसेचित—impregnated
संहृति—mass

ह

हरितलवक—chloroplast
हस्तक्षेप—intercept
हस्तक्षेपित—intercepted
हाइड्रोजन बन्ध–hydrog en bond
हानि—loss
ह्रास—decrease
हिमांकमापी—cryscopic
हिमांक—freezing point
हिमांकमापन—cryscopy
हेरफेरण—mani-pulation

क्ष

क्षतिग्रस्थ—injured

त्र

त्रिज्या—radius

पारिभाषिक - शब्दावली

अंग्रेजी–हिन्दी

A

Abnormal—अपसामान्य
Absolute —परम
Absorption—अवशोषण
Accuracy—यथार्थता
Accurate—यथार्थ
Acid—अम्ल
Activity—सक्रियता
Adherence—आसंजन
Adjustment—समायोजन
Adsorption—अधिशोषण
Adsorbed—अधिशोषित
Agar—ऐगार
Algae—शैवाल
Alternative—वैकल्पिक
Alternatively—विकल्पत:
Amount—मात्रा
Analogous—अनुरूप
Animal—जन्तु
Anion—ऋणायन
Anode—एनोड्र
Anomalous—असंगत
Applicable—अनुप्रयोज्य
Applicability—अनुप्रयोज्यता
Application—अनुप्रयोग
Aqueous—जलीय
Aspect—दृष्टिकोण
Association—संगुणन
Atmosphere—वायुमण्डल
Auxin—आक्सिन

B

Balance—संतुलन
Bathing solution—नहलाने वाला विलयन
Beet—चुकन्दर
Biological—जैविक
Bivalent—द्विसंयोजक
Bladder—थैली
Boiling point—क्वथनांक
Brittle—भंगुर
Bulb—कंद

C

Cabbage—बन्द गोभी
Calculate—परिकलन
Calculated—परिकलित
Calibration—अंशशोधन
Cap—छत्रक
Capillary—केशिका
Carrier—वाहक
Carrot—गाजर
Casparion—कैस्पेरी
Category—संवर्ग
Cathode—कैथोड
Cation—धनायन
Cell—कोशिका
Cell content—कोशिकान्तर्वस्तु
Cell sap—कोशिका रस
Cells—कोशिकाएँ

Cellulose—सेलुलोज
Change—परिवर्तन
Characteristic—अभिलक्षण
Charge—आवेश
Chemical—रासायनिक
Chemistry—रसायन-शास्त्र
Chloroplast—हरितलवक
Coacervate—सहराशित
Coated—विलेपित
Coherence—संसक्ता
Colligative—अणुसंख्य
Collodion—कोलोडियन
Column—स्तम्भ
Combination—संयोजन
Complex—जटिल
Component—घटक
Comosition—संघटन
Comprehensive—व्यापक
Compression—संपीडन
Concave—अवतल
Concentrated—सान्द्रित
Concentration—सान्द्रता
Confusion—भ्रम
Connecting bridge—संयोजीसेतु
Constant—स्थिरांक
Constitution—संघटन
Continuous—अविरत
Contraction—संकुचन
Convex—उत्तल
Cork borer—काग-बेधक
Corolla—दलपुंज
Correction—संशोधन
Correlated—सहसम्बन्धित
Counterbalance—प्रतिसंतुलन
Covalent—सहसंयोजक
Critical—क्रान्तिक
Cryscopic—हिमांकमापी
Cryscopy—हिमांकमापन
Crystallization—क्रिस्टलीकरण
Culture—सम्वर्ध
Current—धारा
Curve—वक्र
Cutin—क्यूटिन
Cylinder—वेलन
Cytoplasm—कोशिकाद्रव्य
Cytoplasmic—कोशिकाद्रव्यी

D

Damp—आर्द्र
Dead—मृत
Decade—दशाब्दी
Decrease—ह्रास
Degree—अंश
Deficit—न्यूनता
Deflection—विक्षेप
Dehydration—निर्जलीकरण
Demonstrate—प्रदर्शित
Demonstration—निरूपण
Deplasmolysis—अपजीवद्रव्य-कुंचन
Deposit—निक्षेप
Designation—अभिधान
Desiccation—शुष्कन
Determine—निर्धारित करना
Determining—निर्धारी
Determination—निर्धारण
Dew point—ओसांक

Diagonal—विकर्ण
Diagram—आरेख
Diagramatically—आरेखीय
Differentially—विभेदकीय
Diffuse—विसरित
Diffusion—विसरण
Diffusional—विसरणीय
Diffusion pressure-विसरणदाव
Diffusion pressure deficit-
विसरण दाव न्यूनता
D. P. D.—वि. दा. न्यू
Dilute—तनु
Dilution—तनुकरण
Dimension—विस्तार
Dipole—द्विध्रुव
Directly—प्रत्यक्ष
Disc—चक्रिका
Discontinuous—विच्छिन्न
Discrepancy—विसंगति
Discrepant—विसंगत
Dissociate—वियोजित
Dissolved—विलीन
Distilled—आसवित, आसुत
Distinction—विभेद
Disturbed—विक्षुब्ध
Dormant—प्रसुप्त
Dotted—बिन्दुअंकित
Driving force—चालन बल
Dyes—रंजक
Dynamic—गतिक
Dynamics—गतिकी

E

Early—आदि
Ecologist—परिस्थितिविज्ञानी
Effect—प्रभाव
Efflux—वहिःस्राव
Elastic—प्रत्यास्थ
Electric potential-विद्युत विभव
Electrically charged—विद्युत-
आवेशित
Electro-osmotic-विद्युतपरासरणी
Electrolyte—अपघट्य
Element—तत्व
Eliminate—विलोपित
Elongation—दीर्घीकरण
Enclose—परिबद्ध
Enclosure—परिबद्धन
Endodermal—अन्तस्त्वची
Endodermis—अन्तस्त्वचा
Endosmose—अंत:परासरण
Energy—ऊर्जा
Enlargement—विवर्धन
Enormous—अतिशय
Enzyme—एन्जाइम
Epidermal—बाह्य त्वचा
Equimolal—सममोलल
Estimate—आकलन
Evaluation—मूल्यांकन
Exception—अपवाद
Excess—आधिक्य
Exosmose—वहिःपरासरण
Expansion—प्रसरण
Expenditure—व्यय
Experimental—प्रयोगात्मक,
प्रायोगिक
Explanation—व्याख्या
Exposed—अनावरित

External—वाह्य
Extraction—निष्कर्षण
Extrapolation—वहिर्वेशन
Exudation—रिसाव

F

Fibrils—तन्तुक
Fixation—स्थायीकरण
Flaccid—श्लथ
Flocculation—ऊर्णन
Fluctuation—उच्चावचन
Fluid—तरल
Folding—वलन
Force—वल
Form—ग्राकृति
Fractional—प्रभाजी
Free—स्वतंत्र
Freezing point—हिमांक
Frequently—वहुलता
Frond—पत्र

G

Galvanometer—धारामापी
Gas—गैस
Gel—जैल
Gelatin—जिलेटिन
Geometrical progression गुणोत्तर श्रेणी
Graded—प्रवणित
Gradient—प्रवण
Gradual—उत्तरोत्तर
Growth—वृद्धि
Gum—गोंद
Guttation—विन्दुस्राव

H

Heat—ऊष्मा
Herbicide—शाकनाशी
Historical—ऐतिहासिक
History—इतिहास
Hydrated—जलयोजित
Hydration—जलयोजन
Humidity—ग्रार्द्रता
Hydrogen bond—हाइड्रोजन-बन्ध
Hydrophilic—जल स्नेही
Hydrostatic—द्रवस्थैतिक
Hyperbolic—अतिपरवलयिक
Hypothesis—परिकल्पना
Hypotonic—ग्रपपरासरी

I

Ideal—ग्रादर्श
Imbibition—अंतःशोषण
Immersed—निमज्जित
Immiscible—अमिश्रणीय
Impermeable—अपारगम्य
Impregnated—संसेचित
Incipient—प्रारम्भी
Inclusion—ग्रन्तर्वेशन
Increase—वृद्धि
Index—सूची
Indirectly—अप्रत्यक्ष
Inelastic—ग्रप्रत्यास्थ
Infiltrating—ग्रन्तःस्पन्दन करते हुए

Infiltration—अन्तःस्पन्दन
Inflex—अन्तर्नत
Influx—अन्तर्वाह
Ingredient—अवयव
Inhibition—निरोधन
Inhibitor—निरोधक, निरोधी
Injured—क्षतिग्रस्त
Insert—निविष्ट
Inside—अन्तर्सतह
In situ—स्वस्थाने
Intact—अविकल
Intake—अन्तर्ग्रहण
Integrated—समाकलित
Intercellular space—
अन्तराकोशिकी स्थान
Intercept—हस्तक्षेप
Intercepted—हस्तक्षेपित
Interchange—विनिमय
Interconnect—अन्तरासम्बन्ध
Interconnected—अन्तरासम्बन्धित
Interface—अन्तरापृष्ठ
Interfere—व्यतिकर
Intermicellar—अन्तरामिसेली
Interior—अन्तरंग
Internal—आन्तरिक
Investigation—अन्वेषण
Investigator—अन्वेषक
Involve—अन्तर्ग्रस्त
Ionic—आयनिक
Ionize—आयनित
Irreversible—अनुत्क्रमणीय
Isodiametric—समव्यासीय
Isolate—वियुक्त
Isotonic—समपरासरी

J

Junction—सन्धि

K

Kelp—कैल्प
Kidney—वृक्क
Killing—निर्जीवण
Kinetic—अणुगति

L

Labelled—अंकित
Lattice network—जालक जाल
Law—नियम
Layer—परत, स्तर
Leaf petiole— पर्ण वृन्त
Light microscope—प्रकाश
सूक्ष्मदर्शी
Limiting—सीमाकारी
Linear—रेखीय
Lining—अस्तर
Liquid—द्रव
Location—अवस्थिति
Logic—तर्क
Logically—तर्कानुसार
Loss—हानि
Lowering—अवनमन

M

Macerated—द्रव संमर्दित
Magnitude—परिमाण

Maintain—पोषण
Manipulation—हेरफेरण
Marine—समुद्री
Masking—गोपन
Mass—संहति
Massive—सामूहिक
Material— द्रव्य
Maximum—अधिकतम
Mean— माध्य
Measurement—मापन
Mechanical— यांत्रिक
Mechanism—क्रियाविधि
Membrane—झिल्ली
Membranes—झिल्लियाँ
Mesophyll—पर्णमध्योतक
Metabolic—उपापचयी
Micelle—मिसेल
Microcapillary—सूक्ष्मकेशिका
Micropipette—सूक्ष्मपिपेट
Midrib—मध्यशिरा
Migrate—प्रवास
Minute—सूक्ष्म
Moist—आर्द्र
Molal—मोलल
Molar—मोलर
Molecular—आण्विक
Mole fraction—मोल प्रभाज
Moment—आघूर्ण
Movement—संचलन
Multiple—वहु
Multivalent—वहुसंयोजक

N

Narrowing—संकीर्णन
Necrotic—ऊतकक्षयी
Negative—ऋणात्मक
Net flux—नेट फ्लक्स
Nomenclature—नामतंत्र
Non-ionized—अन आयनित
Non-osmotic—अपरासरणी
Non-protoplasmic—अजीव-द्रव्यी
Non-toxic विषहीन
Non-volatile—अवाष्पशील
Normal—सामान्य
Nucleus—केन्द्रक
Nullpoint—शून्य विक्षेप स्थिति

O

Observe— प्रेक्षण
Occupancy—अधिष्ठानता
Old—प्रौढ़
Onion—प्याज
Oppositely—सम्मुखी
Organisation—संगठन
Organised—संगठित
Orientation—अभिविन्य
Oriented—अभिविन्यास
Oriented—अभिविन्यस्त
Original—मौलिक प्रारम्भिक
Osmometer—परासरणमापी
Osmosis—परासरण
Osmotic—परासरणी
Outer—वाह्य
Outer flow—वर्हिवाह
Ovulary—अंडाशय
Ovule—बीजांड

P

Pair—युगल
Parchment-- चर्मपत्र
Partial--आंशिक
Partially—आंशिकी
Passive—निष्क्रिय
Pea—मटर
Pectic—पेक्टिक
Penetrate--वेधना
Pentosans—पेन्टोसन
Percentage—प्रतिशत
Permeable—पारगम्य
Permeate—पारगमन
Permeated—छिद्रित
Petals—पंखुड़ियाँ
Phase--प्रावस्था
Phenomena--घटनाओं
Phenomenon—घटना
Physical--भौतिक
Physico-chemical—भौतिक-रासायनिक
Physiologist-शरीरक्रियाविज्ञानी
Physiology—शरीरक्रियाविज्ञान
Pit-- गर्त
Plasmalemma--जीवद्रव्यकला
Plasmodesm—जीवद्रव्यतन्तु
Plasmodesmata-जीवद्रव्य-तन्तुका
Plasmolysed--जीवद्रव्यकुंचित
Plasmolysis--जीवद्रव्यकुंचन
Plasmolytic—जीवद्रव्यकुंचनी
Plasmometric-जीवद्रव्यदूरात्मक
Plastid—लवक
Polyvalent—बहुसंयोजक
Population--समष्टि
Porous—सरन्ध्र
Pot—पात्र
Potato--आलू
Potential—विभव
Precipitate--अवक्षेप
Precise—परिशुद्ध
Precision—परिशुद्धता
Preferably--अधिमान्यता
Pressure—दाब
Primary—प्राथमिक
Principle—सिद्धान्त
Procedure—क्रियाविधि
Process--प्रक्रम
Properties—गुण
Proportionality-समानुपातिका
Protoplasm—जीवद्रव्य
Protoplasmic—जीवद्रव्यी
Protoplast— जीवद्रव्यक
Pulpy—गूदेदार

Q

Quantity—परिमाण
Quantitative—परिमाणात्मक

R

Radius—त्रिज्या
Raise—उत्थान
Random—यादृच्छिक
Randomly arranged—यादृच्छिक्की व्यवस्थित

Range—परिसर
Rapid—द्रुत
Reading—पाठ्यांक
Reasonable—विचारसंगत
Reduced—समानीत
Reduction—न्यूनीकरण
Reduction valve—लघुकरण वाल्व
Regenerate—पुनर्योजित
Reference—निर्देश
Refractive index—अपवर्तनांक
Refractometer—अपवर्तनांकमापी
Relation—सम्बन्ध
Relative—आपेक्षिक
Relatively—आपेक्षिकी
Released—निर्मुक्त
Replace—प्रतिस्थापित
Reservoir—जलाशय
Residue—अवशेष
Resistance—प्रतिरोध
Resting spore—सुप्त बीजाणु
Retardation—मंदन
Reverse—उत्क्रम
Reversible—उत्क्रमणीय
Rigid—दृढ़
Rigidity—दृढ़ता
Ringing—वलयन
Root—मूल
Root pressure—मूलीय दाब
Root system—मूल प्रणाली
Root tip—मूलाग्र

S

Salt—लवण
Sample—नमूना
Sap—रस
Saturate—संतृप्त
Secondary—द्वितीयक
Secretion—स्राव
Seed coat—बीजावरण
Selective—वरणात्मक
Self explanatory—स्वस्पष्टीकारक
Semipermeable—अर्धपारगम्य
Separation—पृथक्करण
Series—श्रेणी
Set—समुच्चय
Shade—छाया
Shock—प्रघात
Shoot—प्ररोह
Simple—साधारण
Size—आकार
Solute—विलेय
Solution—विलयन
Solutions—विलयनों
Solvent—विलायक
Source—उदगम्
Species—जातियाँ
Specific—विशिष्ट
Spherical—गोलाकार
Spinach—पालक
Standard—मानक
Standardize—मानकीकृत
State—स्थिति, अवस्था

Steady—स्थायी
Stele—रंभ
Stimulate—उद्दीप्त
Stimuli—उद्दीपन
Stipe—वृन्त
Stirred—विलोड़ित
Storage tissue—संचायक ऊतक
Streaming—प्रवाहण
Stress—प्रतिवल
Strips—पट्टियाँ
Strength—सामर्थ्य
Stronger—प्रबलतर
Structural—संरचनात्मक
Structure—संरचना
Suberin—सुबेरिन
Submicroscopic—उपसूक्ष्मदर्शीय
Substitute—प्रतिस्थापित
Sucrose—स्यूक्रोज
Suction—चूषण
Sugar—शर्करा
Supercooling—अतिशीतलन
Supersede—अवक्रमण
Supply—सम्भरण
Surface—पृष्ठ
Surrounding—परिवारक
Suture—सीवन
Synthesis—संश्लेषण
Synthesized—संश्लेषित
Swarm—झुराड
Sweet corn—मीठा भुट्टा

T

Tanning—टेनिनीकरण
Technique—तकनीक
Temperature—ताप
Term—पद
Theory—सिद्धान्त
Theoretical—सैद्धान्तिक
Thermocouples—वैद्युतयुग्म
Thermodynamics—ऊष्मागतिक
Threshold—देहली
Tissue—ऊतक
Tissues—ऊतकों
Tomato—टमाटर
Tonoplast—टोनोप्लास्ट
Toxin—जीव विष
Translocation—अभिगमन
Transpiration—वाष्पोत्सर्जन
Transport—अभिगमन
Treatment—अभिक्रिया
Tube—नली, नलिका
Tuber—कन्द
Turgid—स्फीत
Turgor—स्फीति
Typical—प्रारूपिक

U

Uncoated—अलेपित
Undissociated—अवियोजित
Unfolding—अवलन
Unique—अद्वितीय
Unit—इकाई
Unvacuolated—अरिक्तिकायुत
Used—उपयोगित

V

Vacuolar—रिक्तिकाय
Vacuolation—रिक्तिकाभवन
Vacuole—रिक्तिका
Vacuoles—रिक्तिकाओं
Valency—संयोजकता
Valid—वैध
Vapour—वाष्प
Variant—परिवर्त
Vairation—विविधता, विचरण
Vary—विचरित
Vice versa—ठीक उल्टा
Viscosity—विस्कासिता
Volume—ग्रायतन

W

Wall—भित्ति
Water—जल
Weaker—दुर्बलतर
Weight—भार
Wick— वत्ती
Wilt—म्लानि
Wilting—मुरझाना

Withdrawl—ग्रपनयन

X

Xanthium— जैन्थियम
Xerophyte— मरूद्भिद

Y

Young—तरुण

सन्दर्भ-ग्रन्थ सूची
(Bibliography)

Algeus, (S. 1951) Views on turgor pressure and wall pressure. Physiol Plantarum 4: (535-541).

Arcichovskij, V., etal. (1831) Untersuchungen Ueber die Saugkraft der Pflangen, I-V, Plant (Berl.) 14; 517-565.

Arisz, W.H. (1953) Acta. Bot. Neerl., 1; 506-515.

____ (1954) Nature, 174 : 223-224.

Ashby, E., and R. Wolf. (1947) A critical examination of the gravimetric method of determining surface force. Ann. Bot. (London) 11 : 261-268.

Askenasy, E. 1895 Ueber Das Saftstei --gen, Botan. Centr. 62 : 237--238.

Barger, G.A. (1904) : A microscopical method for determining molecular weights. J. Chem. Soc. 85: 286-324.

Barton, Lela V. (1941) Relation of certain air temperature and humidities to viability of seeds. Contr. Boyce Thompson Institute 12 : 85--102.

Beck, W.A. (1928) Osmotic pressure, osmotic valve and suction-tension Plant Physiol : 3 : 413--440.

Bennet - Clark, T.A. (1959) : Plant Physiology Vol. II Academic Press (New York)

Bonte, H. (1934) : Vergleichende Permeabilitats-studien an Pflanzenzellen. Protoplasma 22 : 209-242.

Boswell, U.R., E.H. Toole and D.F. Fisher (1940) : A study of rapid deterioration of vegetable seeds and methods of its prevention U.S. Dept. Agric. Techn. Bull. 708.

Brauner, L and Hasman, M. (1952) : Protoplasma, 41 : 302 -326.

Bronsted, J.N. (1938) : 'Physical Chemistry, Chemical Publishing, New York.

Brooks, S.C. (1940) : The standardization of osmotic pressure as a term. Science (Lancaster, Pa.) 92 : 428 --429.

Broyer, T.C. (1947) : The movement of materials into plants. Part I Osmosis and the movement of water into plants Bot. Review 13 : 1 - 58.
1950 On the theoretical interpretation of turgor pressure. Plant Physiol. 25 : 135--139.

Burstrom, H. (1948) : A Theoretical interpretation of the turgor pressure Physiol. Plantarum 1: 57-64.

Butler, G.W. 1953 Physiol. Plantarum 6 : 594-616.

Chambers, R., and K. Hofler (1931) : Micrurgical studies on the tonoplast of *Allium Cepa* Protoplasma 12 : 338-355.

Chu, Chein-Ren. (1936) : Der Einflu B des Wassergehaltes der Blatter der Waldbaume auf ihre Lebensfahigkeit USW. Flora (Jena) 130 : 384-437.

Crafts Etal (1949) : Water in the physiology of plants, Waltham, Massachusetts. The chronica Botancia Co.

Currier, H.B. (1949) : Plant Physiol. 24 : 601-609.

Curtis, O.F., and H.T. Scofield (1933): A comparison of the osmotic concentrations of supplying and receiving tissues and its bearing on the Munch hypothesis of the translocation mechanism. Amer. J. Bot. 20 : 502--512.

Davson, H. and Danielli, J.F. (1952): The permeability of natural membranes 2nd edition The Cambridge University Press, Cambridge England.

Dixon, H.H., and Joly, J. (1894) : On the ascent of sap Ann. Bot. 8 : 468-470.

Dutrochet, R.H.J. (1837) : Memoires pour servir ā l Histoire anatomique et physiologique des vegetaux et des Animaux, I and II, 1,188 (J.B. Bailliere et fils, Paris)
1872 Nouvelles Observations sur lendosmose.

Ann. Chim. Phys. 35 : 393-400.

Ernest, E.C.M. (1934) : The water relations of the plant cell. J. Linnean Soc. London Bot. 49 : 495-502.

Frey--Wyssling, A. (1948) : Submicroscopic morphology of protoplasm and its derivatives New York. Elsevier Publishing Co. Inc.

1952 Symposia Soc. Exptl. Biol., 6 : 320-328.

(1953) : Submicroscopic morphology of protoplasm and its derivatives 2nd edition (Elsevier Publishing Co. Inc. Houston, Texas PP. 255.

Gasser, R. (1942) : Ber. Schweiz. botan. Ges. 52 : 47-110.

Goldacre, R.J. (1952) : Intern. Rev. Cytol. 1 : 135-164.

Gross, F. (1940) The osmotic relations of the diatom *Ditylum brightwelli.* J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom 24 : 381-415.

Haines, F.M. (1950) The relation between cell dimensions, Osmotic pressure and turgor pressure.

Ann. of Bot. 14 : 385-394.

(1953) : An analysis of turgor and turgor pressure Ann. of Bot. 17 : 629-640.

Hales, S. (1738) : "Vegetable Staticks", London.

Harris, J.A., and Gortner, R.A. (1914) : Notes on calculation of Osmotic pressure. Amer. J. Botany 1 : 75-78; 2 : 418-419.

Hober, R., (1945) : Physical chemistry of cells and tissues. Philadelphia, Pa. The Blankiston Co.

Hofler, K. (1920) : Ein Schema fur die osmotische Leistung der Pflanze-zelle. Ber. dtsch. bot. Ges. 38 : 288--298.

Hygen, G., and Julie Kjennerud (1952) : Osmotic relations during cell expansion. Physiol. Plantarum 5 : 171--182.

Iljin, W.S. (1934) : Die Veranderung des Turgors der Pflanzen - zellen als Ursache ihres Todes. Protoplasma 22 : 299-311.

Kohl, H. (1951) : Uber den Einfluss Von Schuttelbewegungen auf Struktur und Funktion des Plasmas. Planta 39 : 346-376.

Kerr, T., and D.B. Anderson (1944): Osmotic quantities in growing cotton bolls. Plant Physiol. 19 : 338-349.

Lambertz, P. (1954): Planta 44 : 147-190.

Lepeschkin, W.W. (1950) : Protoplasma 39 : 222-243.

Levitt, J. (1951) : The osmotic equivalent and Osmotic potential difference of plant cells. Physiol. Plantarum 4 : 446-448.

Lundegardh, H.(1950) Physiol. Plantarum 3: 103-151.

Meyer, B. S. (1938): The water relations of plant cells. Bot. Review 4 : 531-547.

(1945): A critical evaluation of the termion logy of diffusion phenomena. Plant Physiol. 20: 142-164.

1956 Encyclopedia of Plant Physiology Vol. II General physiology of the plant cell 38-56.

and A.M. Wallace 1941. A comparison of two methods of determining the diffusion pressure deficit of potato tuber tissue. Amer. J. Bot. 28 : 838-843.

Nollet, M. (1748) Recherches sudles causes du bouillonment. Memoires de lacademie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique.

Ordin and Bonner (1956) Plant Physiol. 31 : 53-57.

Osterhout, W.J.V. (1945) Jour. Gen. Physiol. 29 : 73-78.

Pfeffer, W. (1877) : "Osmotische untersuchungen : studien zur zelmechanik." Engelmann, Leipzig.

Renner, O. (1911) : Experimentelle Beitrage zur Kenntnis der Wasserbewegung. Flora (Jena) 103 : 171-247.

(1915) : Theoretisches und Experimentelles zur Kohasionstheorie der Wasserbewegung. Jahrb. Wiss. Botan. 56, 647.

Rodewald, H. (1897) : Thermodynamik der Quellung mit spezieller Anwendung auf die starke und deren Molekulargewichts-bestimmung. Zeitschr. Phys. Chem. 24 : 193-218.

Rosenburg, T. and Wilbrandt, W. (1952) : Intern. Rev. Cytol. 1 : 65-92.

Seeman, F. (1950) : Protoplasma 39 : 147-175.

Seifriz, W. (1946) : Trans. Faraday Soc. (B) 42 : 259-266.

Shull, C.A. (1916) : Measurement of the surface forces in soils. Bot. Gaz. 62 : 1-31.

Shull, C.A. (1920) : Temperature and rate of moisture intake in seeds. Bot. Gaz. 69 : 361-390.

(1930) :–Absorption of water by plants and the forces involved. J. Amer. Soc. Agron. 22 : 450-471.

(1939):– Atmospheric humidity and temperature in relation to the water system of plants and soils. Plant Physiol 14 : 401-422.

Spanner, D.C. (1951) : The pettier effect and its use in the measurement of suction pressure. J. Exptl.. Botany 2 : 145 - 168.

(1952): The dynamics of cell expansion by turgor. Ann. of Bot. 16 : 133-136.

Sponsler, O.L. and Bath, J.D. (1942): The structure of protoplasm. PP. 283 (Iowa State Coll. Press. Ames. Iowa)

Stiles, W. (1922) : The suction pressure of the plant cell. Biochemic J. 16 : 727-728.

Steles, W. and Jorgenson (1917): Annals of Botany 31 : 415-434.

Stocking, C.R. (1945): The calculation of tensions in *Cucurbita. pepo* Amer. J. Bot. 32 : 126-134.

Tamiya, H. (1938) : Zur Theorie der Turgordehnung und ueber den funktionellen Lusammenhang Lwischen den einzelnen Osmotischen Zustands-gro Ben. Cytologia 8 : 542-562.

Thimann and Samuel (1955) : Proc. Nat. Acad. Sci. 41 : 1029-1033.

Thoday, D. (1918) On turgescence and the absorption of water by the cells of plants. New Phytologist 17 : 108-113.

(1950) : On the water relations of plant cells. Ann. of Bot. 14 : 1-6.

(1952) : Turgor pressure and wall pressure. Ann. of Bot. 16 : 129-131.

Thomas, M. (1960): Plant physiology J. and A. Churchill Ltd. London.

Traube, M. (1867): Experimente zur. Theorie der zellbildung. Arch. Anat. Physiol. U. Wiss, Med.

Ursprung, A. (1923) : Zur Kenntnis der Saugkraft VII Eine neue Vereinfachte Methode Zur Messung der Saugkraft Ber. dtsch. bot. Ges. 41 : 338-343.

Ursprung, A. (1929) : Proc. Intern. Congr. Plant Sci. 1st. Cong. Ithaca. 2, 1081-1094.

(1935) : Osmotic quantities of plant cells in certain phases. Plant Physiol. 10 : 115-133.

Ursprung, A. and G. Blum (1916) : Zur Methode der Saugkraftmessung Ber. dtsch. bot. Ges. 34 : 525-539.

(1927) : Eine Methode Zur Messung der Saugkraft Von Hartlant. Ib, Wiss. Bot. 67: 334-348. 1930 Zwei neue Saugkraft Messmethoden. Jahrb. Wiss. Botan. 72, 254.

Virgin, H.I. (1953) Ann. Rev. Plant Physiol. 4 : 363-382.

Weatherley, P.E. (1952): Some theoretical considerations of cell water relations. Ann. of Bot. 16 : 137-142.

INDIAN INSTITUTE OF ADV...
Acc. No. 43588
Date 23.8.73
SIMLA

अकादमी के कुछ विज्ञान-विषयक प्रकाशन

1.	उच्च प्रायोगिक भौतिकी	श्री देवेन्द्रसहाय सक्सेना
2.	विद्युत एवं चुम्बकत्व	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
3.	इलेक्ट्रान वॉल्व प्रवर्धक	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
4.	सैद्धांतिक यांत्रिकी	डा० ज्ञानेन्द्रनाथ दास
5.	स्पेक्ट्रम-विज्ञान के मूलतत्व	डा० अम्बिकाप्रसाद सक्सेना
6.	ऊष्मागतिकी	एनरिको फर्मी– अनु० : श्री सन्तोषकुमार जैन
7.	आपेक्षिकता का सिद्धांत	सी० मोलर– अनु० श्री डी० एस० पाराशर
8.	द्रव्य के सामान्य गुणधर्म	प्रो० विजयेन्द्रकुमार श्रीवास्तव
9.	भौतिकशास्त्र–आधार एवं सीमाएँ	गेमो एण्ड क्लिवीलैण्ड– अनु० डा० विहारीलाल रावत
10.	ब्रायोफाइटा	श्री रामकृष्ण श्रीवास्तव
11.	प्रायोगिक वनस्पति विज्ञान भाग–1	श्री सोमकान्त शर्मा
12.	वाइरस	डा० राजेन्द्रनाथ गुप्ता
13.	कवक	श्री बृजवल्लभ अग्रवाल
14.	क्रिप्टोगैमीय वनस्पति-विज्ञान भाग 1–2	गिलबर्ट एम० स्मिथ– अनु० : डा० लल्लनप्रसाद मल्ल
15.	आर्थिक वनस्पति विज्ञान	डा० मुरलीधर अग्रवाल
16.	प्रायोगिक वनस्पति विज्ञान भाग–2	डा० एल० पी० मल्ल
17.	वनस्पति फासिल विज्ञान	डा० शिवदयाल सक्सेना
18.	पादपीय उपापचय	डा० विनोदविहारी शर्मा
19.	सामान्य जीव-विज्ञान	डा० डी० आर० शर्मा
20.	सामान्य प्राणी-विज्ञान	स्टोरर एवं युसिन्जर अ
21.	भारत का सैन्य इतिहास	स अ
22.	नवीन युद्ध पद्धति	वि अ

Library IIAS, Shimla
H 581.31 B 469 V
00043588

मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल