

ইউনিট ৩
মৃত্তিকার রাসায়নিক
বৈশিষ্ট্য

ইউনিট ৩ মৃত্তিকার রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য

মৃত্তিকা পরিবেশ ও প্রকৃতির মহামূল্যবান সম্পদ। মানুষ মৃত্তিকাকে বিভিন্ন কাজে ব্যবহার করে। ইহা গাছপালা জন্মানোর বাহক। চারদিকে মৃত্তিকার সাধারণ বিস্তৃতি, আকার, আকৃতি ও বাস্তুবচিত্র দেখে ইহার রাসায়নিক গুণাবলীর কথা চোখে ভাসে না। কৃষি ক্ষেত্রেই মাটির ব্যবহার সবচেয়ে অধিক, এবং এ সর্বোত্তম ব্যবহার সুনিশ্চিত করতে হলে মৃত্তিকার রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যসমূহ নিয়ে জ্ঞান লাভ প্রয়োজন। মৃত্তিকার রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য সমূহ মাটির উর্বরতা, মৃত্তিকাস্থিত পানির গুণাবলী ও গাছপালার পুষ্টিমান নিয়ন্ত্রণে প্রত্যক্ষ ভূমিকা পালন করে। এ ইউনিটে মৃত্তিকার রাসায়নিক উপাদান, মৃত্তিকা দ্রবণ, অম্লত্ব ও ক্ষারত্ব, মৃত্তিকা কোলয়েড, আয়ন বিনিময় ক্ষমতা প্রভৃতি মৃত্তিকার রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যসমূহ সমন্ধে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

পাঠ ৩.১ মৃত্তিকার রাসায়নিক উপাদান

এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ মৃত্তিকার রাসায়নিক উপাদানসমূহের শতকরা হারসহ তালিকা তৈরি করতে পারবেন।
- ◆ বিভিন্ন ধরনের বুনটের মৃত্তিকায় মৃত্তিকা রাসায়নিক উপাদানের তারতম্য উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকায় ভারী খনিজ পদার্থের নাম, রাসায়নিক সংকেত, উদ্ভিদ ও প্রাণীর স্বাস্থ্যে এর প্রভাব বর্ণনা করতে পারবেন।



মৃত্তিকায় যে সমস্ত রাসায়নিক পদার্থ বিদ্যমান থাকে তাদেরকে মৃত্তিকার রাসায়নিক উপাদান বলা হয়। বিভিন্ন মৃত্তিকায় রাসায়নিক পদার্থের উপস্থিতির পরিমাণ বিভিন্ন।

সিলিকন ও এলুমিনিয়াম অক্সাইড মাটির শতকরা ৮০-৮৫ ভাগ এবং জৈব পদার্থ ও অত্যাবশ্যকীয় উপাদানগুলো মিলে মৃত্তিকার শতকরা ৯৮ ভাগ দখল করে রাখছে। মৃত্তিকায় যে খনিজ ও জৈব উপাদানগুলো পাওয়া যায়, এখানে তার একটি সাধারণ তালিকা দেয়া হলো :

মৃত্তিকায় যে সমস্ত রাসায়নিক পদার্থ বিদ্যমান থাকে তাদেরকে মৃত্তিকার রাসায়নিক উপাদান বলা হয়।

	মৃত্তিকা উপাদান	শতকরা অংশ
১□	সিলিকা (SiO ₂)	৮০
২□	এলুমিনা (Al ₂ O ₃)	৮
৩□	আয়রন অক্সাইড (Fe ₂ O ₃)	৩
৪□	সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড	৪
৫□	টাইটানিয়াম অক্সাইড	১
৬□	ফসফরাস পেন্টা অক্সাইড ও সালফার ট্রাই-অক্সাইড	০.১
৭□	অন্যান্য অক্সাইড	১
৮□	জৈব পদার্থ	৩

শুষ্ক এলাকার মৃত্তিকায় ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের পরিমাণ বেশি থাকে। মূলতঃ এলুমিনিয়াম, লৌহা, ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম প্রভৃতি মৌলিক পদার্থ বিভিন্ন মৃত্তিকায় বিভিন্ন পরিমাণ বিদ্যমান। তাছাড়া টাইটানিয়াম অক্সাইডও অনেক মৃত্তিকায় প্রচুর রয়েছে। আবার ভ্যানাডিয়াম, সেলেনিয়াম, আয়োডিন ও ফ্লোরিনও কম বেশি কোন কোন মৃত্তিকায় পাওয়া যায়।

সিলিকা (SiO₂) বেলে মাটিতে বেশি (৮৪-৯২%) এবং এঁটেল মাটিতে কম (৬৪-৬৫%) থাকে। এলুমিনা (Al₂O₃) এঁটেল মাটিতে বেশি (৯-১৪%) এবং বেলে ও দোআঁশ মাটিতে কম (৩-৪%) থাকে। আয়রন অক্সাইড এঁটেল মাটিতে বেশি (৯%) এবং বেলে মাটিতে কম (২%) থাকে। এঁটেল মাটিতে ক্যালসিয়াম (১-২%) ও ম্যাগনেসিয়াম (১-৩%) বেশি থাকে কিন্তু বেলে ও বেলে দোআঁশ মাটিতে মাত্র ০.০৬-০.৪% ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও ০.২৯-০.৫২% ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড বিদ্যমান। বিভিন্ন মাটিতে পটাসিয়াম অক্সাইডের পরিমাণে তারতম্য তেমন লক্ষণীয় নয় (০.১৪-০.৭%)। এঁটেল, দোআঁশ ও বেলে দোআঁশ মাটিতে সোডিয়াম অক্সাইডের পরিমাণ আদৌ লক্ষণীয় নয় (০.০১-০.০৮%)। তবে দোআঁশ মাটিতে প্রায় ১% থাকতে পারে। ফসফরাস পেণ্টা অক্সাইড সকল প্রকার মাটিতেই সীমিত পরিমাণ বিদ্যমান (০.০১-০.৩%) (মজুমদার, ১৯৮৫)।

অধিকাংশ কৃষি জমিতে জৈব পদার্থ শতকরা ২ ভাগের কম থাকে। আবার বনভূমি, আবর্জনা পচানো জায়গা এবং বিশেষ মৃত্তিকায় (পিট মাটি) জৈব পদার্থের পরিমাণ বেশি থাকে।

অধিকাংশ কৃষি জমিতে জৈব পদার্থ শতকরা ২ ভাগের কম থাকে। আবার বনভূমি, আবর্জনা পচানো জায়গা এবং বিশেষ মৃত্তিকায় (পিট মাটি) জৈব পদার্থের পরিমাণ বেশি থাকে। মৃত্তিকা উপাদানের যৌগসম হ তিনটি অবস্থায় থাকে :

- (১) গাছপালার গ্রহণ অনুপযোগী। যথা : প্রোটিন।
- (২) কোলয়েডের উপর লেগে থাকা বা বিনিময়যোগ্য যথা : ক্যালসিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি।
- (৩) মৃত্তিকা দ্রবণে উদ্ভিদের গ্রহণোপযোগী আয়ন হিসেবে।

মৃত্তিকায় ভারী খনিজ উপাদান

মৃত্তিকায় খনিজ ও জৈব ছাড়াও আরও কতগুলো উপাদান অল্প পরিমাণে রয়েছে। এগুলোকে ভারী উপাদান বা হেভী মেটাল বলা হয়। এ ভারী উপাদান বা হেভী মেটাল মৃত্তিকা পরিবেশ দূষণে প্রত্যক্ষ ভূমিকা রাখে। এছাড়া এসব ভারী খনিজ পদার্থের পরিমাণ একটি নির্দিষ্ট মাত্রার বেশি হলে ফসলের বৃদ্ধি ও উন্নয়ন মারাত্মকভাবে বিঘ্নিত হয়। মৃত্তিকা ভারী খনিজ পদার্থ ভূ-গর্ভস্থ পানির রাসায়নিক ধর্মে প্রভাব বিস্তার করে। ভূ-গর্ভস্থ পানিতে এসব ভারী খনিজের মাত্রাতিরিক্ত উপস্থিতি মানব স্বাস্থ্যের জন্য খুবই ক্ষতিকর। এ গুলো হচ্ছে :

	নাম	রাসায়নিক সংকেত
১□	এলুমিনিয়াম	Al
২□	নিক্যাল	Ni
৩□	ক্রোমিয়াম	Cr
৪□	কোবাল্ট	Co
৫□	টিন	Sn
৬□	ক্যাডমিয়াম	Cd
৭□	লেড	Pb
৮□	মারকারী বা পারদ	Hg
৯□	আর্সেনিক	As



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। অধিকাংশ মৃত্তিকায় সিলিকার পরিমাণ শতকরা কত ভাগ?

- ক) ৭০
- খ) ৮০
- গ) ৯০
- ঘ) ১০০

২। কোন মৃত্তিকায় শতকরা ৯-১৪ ভাগ এলুমিনা থাকে?

- ক) বেলে
- খ) দোআঁশ
- গ) এঁটেল
- ঘ) কর্দম

৩। যে অক্সাইড সকল প্রকার মাটিতেই অতি সীমিত তার নাম কী?

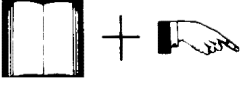
- ক) ক্যালসিয়াম অক্সাইড
- খ) ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড
- গ) আয়রন অক্সাইড
- ঘ) ফসফরাস পেন্টাঅক্সাইড

৪। ক্যাডমিয়ামের রাসায়নিক সংকেত কোনটি?

- ক) Cr
- খ) Co
- গ) Ca
- ঘ) Cd

৫। ভারী উপাদান মৃত্তিকায় কী করে?

- ক) উর্বরতা বৃদ্ধি করে
- খ) দূষণে প্রত্যক্ষ ভূমিকা রাখে
- গ) দূষণমুক্ত করে
- ঘ) স্বাভাবিক অবস্থা সুদৃঢ় করে

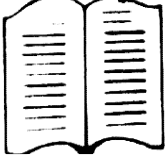


পাঠ ৩.২ মৃত্তিকা দ্রবণ

এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ মৃত্তিকা দ্রবণ কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা দ্রবণের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা দ্রবণের প্রধান অংশসমূহ চিহ্নিত করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা দ্রবণের গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবেন।

মৃত্তিকা দ্রবণ কী



মৃত্তিকায় অবস্থিত পানিতে দ্রবণীয় লবণাদি বিদ্যমান থাকার নামই মৃত্তিকা দ্রবণ। বিশেষ করে কোলয়েড কদম ও হিউমাসের মিশ্রণকে মৃত্তিকা দ্রবণ বলে। এখানে গাছের পুষ্টি উপাদান আয়নিক আকারে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। অন্য কথায়, মৃত্তিকা রঞ্জ বা ফাঁকা স্থানে যে পানি থাকে তাতে বিভিন্ন জৈব ও অজৈব লবণ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। মৃত্তিকা পানিতে দ্রবীভূত এ লবণকে মৃত্তিকা দ্রবণ বলে। মৃত্তিকা দ্রবণ পরিবর্তনশীল। মৃত্তিকায় সার প্রয়োগ করলে তা দ্রবণে মিশে যায়।

মৃত্তিকা রঞ্জ বা ফাঁকা স্থানে যে পানি থাকে তাতে বিভিন্ন জৈব ও অজৈব লবণ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। মৃত্তিকা পানিতে দ্রবীভূত এ লবণকে মৃত্তিকা দ্রবণ বলে।

মৃত্তিকা দ্রবণের বৈশিষ্ট্য

- ১। পানির চেয়ে মৃত্তিকা দ্রবণের ঘনত্ব অধিক এবং মৃত্তিকায় পানি কমে গেলে দ্রবীভূত লবণের ঘনত্ব আরও বৃদ্ধি পায়।
- ২। আর্দ্র ও বৃষ্টিবহুল এলাকার মাটিতে মৃত্তিকা দ্রবণের ঘনত্ব কম কিন্তু খরা সমৃদ্ধ গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে মৃত্তিকা দ্রবণের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়।
- ৩। ভূপৃষ্ঠের উপরিভাগে ১৫ সে.মি. জায়গায় প্রতি হেক্টরে ১০০-৫০০ কেজি দ্রবীভূত লবণ বিদ্যমান।
- ৪। কোন মৃত্তিকায় দ্রবণীয় লবণের ঘনত্ব শতকরা ০.৫ ভাগের অধিক হলে উদ্ভিদের জন্য ক্ষতিকর।
- ৫। অত্র ও ক্ষার ধর্ম মৃত্তিকা দ্রবণের আর এক বৈশিষ্ট্য। অর্থাৎ মৃত্তিকা দ্রবণ অত্র বা ক্ষারধর্মী হয়।
- ৬। এঁটেল মাটিতে মৃত্তিকা দ্রবণের ঘনত্ব বেশি এবং বেলে মাটিতে কম থাকে।

মৃত্তিকা দ্রবণে দ্রবীভূত লবণের উৎস

মৃত্তিকা দ্রবণে দ্রবীভূত লবণের প্রধান উৎসসমূহ হচ্ছে :

- (১) উৎস বাস্প বা পেরেন্ট ম্যাটেরিয়াল
- (২) জৈব ও অজৈব সার
- (৩) উদ্ভিদ ও প্রাণীর অবশিষ্টাংশ
- (৪) সেচের পানি
- (৫) বৃষ্টির পানি
- (৬) ভূগর্ভস্থ পানি
- (৭) জোয়ারের পানি (সামুদ্রিক)

মৃত্তিকা দ্রবণের উপাদানে পার্থক্যের কারণ

অসংখ্য কারণে মৃত্তিকা দ্রবণের উপাদানে পার্থক্য ঘটে, তন্মধ্যে মূল কারণগুলো হচ্ছে :

- (১) আবহাওয়া ও জলবায়ু
- (২) স্থান বা জায়গা
- (৩) জনসংখ্যার চাপ
- (৪) মানুষের নিত্য ক্রিয়াকর্ম
- (৫) মৃত্তিকার ভৌত ধর্ম
- (৬) মৃত্তিকা উৎস বস্তুর প্রকৃতি, প্রভৃতি

মৃত্তিকা দ্রবণের উপাদানে আয়নিক অবস্থা

মৃত্তিকায় বিভিন্ন দ্রবণের পরিমাণ থাকে শতকরা প্রায় ১ ভাগ। মৃত্তিকা দ্রবণে বিদ্যমান আয়ন সমূহ হচ্ছে :

মৃত্তিকা দ্রবণে Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} প্রভৃতি ক্যাটায়নের প্রাধান্য লক্ষণীয়।

- ১। মৃত্তিকা দ্রবণে Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} প্রভৃতি ক্যাটায়নের প্রাধান্য লক্ষণীয়।
- ২। মৃত্তিকা দ্রবণে NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} , Zn^{2+} , Fe^{3+} প্রভৃতি অ্যানায়ন ও ক্যাটায়নগুলোও বিদ্যমান।

মৃত্তিকা দ্রবণের প্রধান অংশসমূহ

- ১। পানি
- ২। কর্দম কোলয়েড - কেওলিনাইট, ইলাইট
- ৩। হিউমাস বা জৈব কোলয়েড, হিউমিক এসিড, ফালভিক এসিড
- ৪। ধনাত্মক আয়ন - Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Zn^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , Mn^{4+} , H^+ , ইত্যাদি।
- ৫। ঋনাত্মক আয়ন - SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , $H_2PO_4^-$, PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , ইত্যাদি।
- ৬। দ্রবীভূত অক্সিজেন
- ৭। জৈব এসিড, ইত্যাদি।



অনুশীলন (Activity) : মৃত্তিকা দ্রবণে যে সব ধনাত্মক ও ঋনাত্মক আয়ন থাকে যা উদ্ভিদের পুষ্টি উপাদানের যোগান দেয় তাদের তালিকা তৈরি করুন।

মৃত্তিকা দ্রবণের গুরুত্ব

- ১। মৃত্তিকা দ্রবণের উপাদান জানার ফলে সঠিক শস্যের আবাদ সম্ভব।
- ২। দ্রবণে গাছপালা ও শস্যের অত্যাবশ্যকীয় পুষ্টি উপাদান আয়নিক আকারে দ্রবীভূত থাকে।
- ৩। মৃত্তিকা দ্রবণ উদ্ভিদ ও জীবাণুর খাদ্য ভান্ডারস্বরূপ কিন্তু দ্রবীভূত লবণের ঘনত্ব শতকরা ০.৫ ভাগের বেশি হলে তা উদ্ভিদের জন্য ক্ষতিকর।
- ৪। মৃত্তিকা দ্রবণ শিলাক্ষয় ও সংযুক্তি গঠনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।
- ৫। দ্রবণের মাধ্যমে উদ্ভিদ খাদ্যোপাদান চলাচল করে, ফলে উদ্ভিদ সঠিক পুষ্টি গ্রহণ করে যা উচ্চ ফলনের জন্য প্রয়োজন।

মৃত্তিকা দ্রবণ উদ্ভিদ ও জীবাণুর খাদ্য ভান্ডারস্বরূপ কিন্তু দ্রবীভূত লবণের ঘনত্ব শতকরা ০.৫ ভাগের বেশি হলে তা উদ্ভিদের জন্য ক্ষতিকর।

- ৬। অতিবৃষ্টি, বন্যা, খরা প্রভৃতি কারণে দ্রবণের ঘনত্বে তারতম্য ঘটলে গাছপালার প্রয়োজনমত পুষ্টি সংগ্রহে ব্যাঘাত ঘটে ফলে ফলন কমে আসে।
- ৭। মৃত্তিকা দ্রবণ মৃত্তিকার ভারসাম্য রক্ষায় প্রত্যক্ষ ভূমিকা রাখে।
- ৮। ভূগর্ভস্থ পানি দ্রবণে হেভী মেটাল বৃদ্ধিতে সহায়তা করে।
- ৯। আয়ন বিনিময়ে সক্রিয় ভূমিকা রাখে। যা উদ্ভিদ কর্তৃক পুষ্টি উপাদানের প্রাপ্যতাকে নিয়ন্ত্রণ করে।

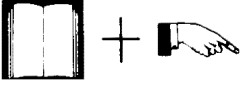


পাঠ্যের মূল্যায়ন ৩.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। মৃত্তিকার দ্রবণীয় লবণের ঘনত্ব শতকরা কত ভাগের বেশি হলে তা উদ্ভিদের জন্য ক্ষতিকর?
ক) ০.৩ ভাগ
খ) ০.৫ ভাগ
গ) ০.৭ ভাগ
ঘ) ১.৫ ভাগ
- ২। মৃত্তিকা দ্রবণের প্রধান অংশগুলো কী কী?
ক) লবণ, পানি, সার প্রভৃতি
খ) এসিড, সাগরের পানি, নলকূপের পানি ইত্যাদি
গ) পানি, কর্দম কোলয়েড, জৈব কোলয়েড প্রভৃতি
ঘ) চিনি, ফসলের অবশিষ্টাংশ, আয়ন প্রভৃতি
- ৩। মৃত্তিকা দ্রবণ জীবাণুর খাদ্যের ক্ষেত্রে কী ভূমিকা পালন করে?
ক) খাদ্য ভাঙার
খ) খাদ্য মণ্ডল করে না
গ) খাদ্য সংক্রান্ত বিষয়ে সম্পর্ক নেই
ঘ) খাদ্য বিষাক্ত করে
- ৪। মৃত্তিকা দ্রবণে লক্ষণীয় ক্যাটায়নগুলো কী কী?
ক) NH_4^+ , K^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} প্রভৃতি
খ) K^+ , Fe^{2+} , H^+ , Zn^{2+} প্রভৃতি
গ) Zn^{2+} , H^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} প্রভৃতি
ঘ) Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} প্রভৃতি
- ৫। মৃত্তিকা দ্রবণে গাছের পুষ্টি উপাদান কোন অবস্থায় থাকে?
ক) লবণ আকারে থাকে
খ) আয়নিক আকারে দ্রবীভূত থাকে
গ) কঠিন অবস্থায় থাকে
ঘ) অ-আয়নিত অবস্থায় থাকে

পাঠ ৩.৩ অম্লত্ব ও ক্ষারকত্ব



এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ মৃত্তিকার অম্লত্ব ও ক্ষারকত্বের সংজ্ঞা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- ◆ মাটির অম্লত্বের প্রকারভেদ, পিএইচ সমীকরণ ও হাইড্রোজেন আয়নের সম্পর্ক বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা স্নাতার কারণ ও গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ পিএইচ মান ভিত্তিক মৃত্তিকার শ্রেণীবিভাগ করতে পারবেন।
- ◆ ক্ষার মাটির বৈশিষ্ট্য, সমস্যা ও চাষাবাদ উপযোগী করে তোলার নিয়মকানুন বর্ণনা করতে পারবেন।



মৃত্তিকার স্নাত্ত্ব ও ক্ষারকত্ব বলতে কী বুঝায়

মৃত্তিকার স্নাত্ত্ব বা ক্ষারকত্ব মৃত্তিকা দ্রবণের পিএইচ (pH) দ্বারা নির্দেশ করা হয়। মৃত্তিকা পিএইচ ৭ এর কম হলে সেই মৃত্তিকাকে স্নায়ী মৃত্তিকা বলে। অপর পক্ষে, মৃত্তিকা pH ৭ এর বেশি হলে তাকে ক্ষারীয় মৃত্তিকা বলে। পিএইচ হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্ব বা গাঢ়তাকে নির্দেশ করে। সুতরাং মাটির পিএইচ হলো মৃত্তিকা দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের (H⁺) ঘনত্বের ঋণাত্মক লগারিদম। অন্য কথায় কোন মৃত্তিকা দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্বের বিপরীত রাশির লগারিদমকে মৃত্তিকার পিএইচ (pH) বলে। ঢএ এর কোন একক নেই। তবে হাইড্রোজেন আয়নকে (H⁺) গ্রাম/লিটারে প্রকাশ করা হয়।

কোন মৃত্তিকা দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের গাঢ়তার বিপরীত রাশির লগারিদম যা লিটার প্রতি গ্রাম এককে প্রকাশিত, তাই হচ্ছে পিএইচ।

$$pH = -\log[H^+] \text{ ev } pH = \frac{1}{\log[H^+]}$$

মৃত্তিকা পিএইচ বলতে এর স্নাত্ত্ব বা ক্ষার ধর্মকে বুঝায়। কোন দ্রবণের অম্লতার জন্য হাইড্রোজেন আয়নের H⁺ সক্রিয়তাই দায়ী এবং ঋনাত্মক হাইড্রোক্সিল আয়নের সক্রিয়তার ফলে ক্ষার ধর্ম সুস্পষ্ট হয়ে উঠে। হাইড্রোজেন আয়নকে H⁺ এবং হাইড্রোক্সিল আয়নকে OH⁻ দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এক লিটার পানিতে যত গ্রাম হাইড্রোজেন ও হাইড্রোক্সিল আয়ন থাকে, এ দুয়ের গুণফল একটা নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সব সময় একটা নিয়ত রাশি (constant) হতে দেখা যায়। ২১° সে তাপে নিয়ত রাশিটি (H⁺) x (OH⁻) = 10⁻¹⁴ হয়ে থাকে। পানিতে দ্রবীভূত বা বিচ্ছুরিত লবণ, এসিড বা ক্ষারকের ধর্মের প্রভাবে এ নিয়ত রাশির মোটেই হেরফের হয় না। সুতরাং এসিডের সংস্পর্শে এসে হাইড্রোজেন আয়নের (H⁺) পরিমাণ বাড়লে এবং হাইড্রোক্সিল আয়নের (OH⁻) পরিমাণ কমলে অথবা কোন লবণের সংস্পর্শে এসে বিপরীত অবস্থার সৃষ্টি হলেও এ নিয়ত রাশি একই থেকে যায়। প্রশমিত দ্রবণ ও বিশুদ্ধ পানিতে সাধারণতঃ ১০^{-৭} গ্রাম হাইড্রোক্সিল আয়ন ও ১০^{-৭} গ্রাম হাইড্রোজেন আয়ন থাকে। কোন দ্রবণ এসিড বা অম্ল ধর্মী হলে হাইড্রোক্সিল আয়ন ১০^{-৭} গ্রামের চেয়ে বেশি থাকে এবং কোন দ্রবণ ক্ষারধর্মী হলে হাইড্রোক্সিল আয়ন ১০^{-৭} গ্রামের চেয়ে কম থাকে। কোন দ্রবণের অম্লমান ৭ এর কম হলে অম্লীয় এবং ৭ এর বেশি হলে ক্ষারীয় বলা হয়।

মাটির অম্লত্বের প্রকারভেদ

মাটির স্নাত্ত্ব দুপ্রকার যথা :

মাটির দ্রবণে যে পরিমাণ H⁺ আয়ন মুক্ত অবস্থায় থাকে তাকে সক্রিয় অম্লীয় বলে। পিএইচ দিয়ে সক্রিয় অম্লের পরিমাণ জানা যায়।

- ১। **সক্রিয় অম্লত্ব** : মাটির দ্রবণে যে পরিমাণ H⁺ আয়ন মুক্ত অবস্থায় থাকে তাকে সক্রিয় স্নাত্ত্ব বলে। পিএইচ দিয়ে সক্রিয় অম্লত্বের পরিমাণ জানা যায়।
- ২। **প্রচ্ছন্ন বা পটেনসিয়াল অম্লত্ব** : কদম কণা বা কোলয়েড যে পরিমাণ হাইড্রোজেন আয়ন শোষিত বা আবদ্ধ অবস্থায় (adsorbed) রাখে তাকে প্রচ্ছন্ন বা পটেনসিয়াল অম্লত্ব বলে। মাটিতে প্রচ্ছন্ন অম্লত্ব সক্রিয় অম্লত্বের চেয়ে এক হাজার গুণ বেশি এবং এঁটেল মাটিতে এর পরিমাণ আরও অধিক।

পিএইচ নির্ণয় সমীকরণ

পিএইচ নির্ণয় সমীকরণটি হচ্ছে –

$$\text{পিএইচ (pH)} = -\log [\text{H}^+] \text{ বা } \log \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

বিজ্ঞানী সোয়েনসেন পিএইচ এর পরিমাপ ঠিক করার জন্য একটি একক স্থির করছেন যা কৃষি ক্ষেত্রে, রাসায়নিক ও চিকিৎসা শাস্ত্র ব্যাপক প্রভাব বিস্তার করেছে। এ এককে কোন এক লিটার দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের পরিমাণ 10^{-6} গ্রাম হলে এ দ্রবণটির পিএইচ ৬ বলে ধরা হয়, অর্থাৎ পিএইচ এককে একে বলা হয় পিএইচ ৬। সমীকরণ অনুযায়ী দেখা যাবে –

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

এখানে, হাইড্রোজেন আয়নের গাঢ়ত্ব বা পরিমাণ = 0.000001 অথবা 1×10^{-6} গ্রাম হাইড্রোজেন/লিটার

$$\begin{aligned} \therefore \text{pH} &= \text{Log} \frac{1}{0.000001} \\ &= -\text{Log } 1,000,000 \\ &= \text{Log } 10^6 \\ &= 6 \times 1 \\ & \quad [\text{যেহেতু, Log } 10 = 1] \\ &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{অথবা, pH} &= -\text{Log} [\text{H}^+] \\ &= -\text{Log} (1 \times 10^{-6}) \\ &= -\text{Log } 10^{-6} \\ &= - \times (-6) \times 1 \\ & \quad [\text{যেহেতু, Log } 10 = 1] \\ &= 6 \end{aligned}$$



অনুশীলন (Activity) : মৃত্তিকা দ্রবণের pH = ৯.৫ হলে উহার হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ঘনমাত্রা কত হবে?

পিএইচ মান ও হাইড্রোজেন আয়ন

- কোন দ্রবণের পিএইচ মান যত কম হবে তার সক্রিয় হাইড্রোজেনের পরিমাণ তত বাড়বে। অর্থাৎ দ্রবণের সক্রিয় হাইড্রোজেন আয়নের ঘনত্ব 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-18} হলে ইহার পিএইচ মান যথাক্রমে ১, ২, ৩, ১৮ হবে।
- প্রত্যেক ছোট এককের পিএইচ ইহার পরবর্তী বড় এককের চেয়ে দশ গুণ বেশি অর্থাৎ দশ গুণ স্নাত্ত বেড়ে যায়। যেমন পিএইচ ৬ এর হাইড্রোজেন আয়ন ও স্নাত্ত পিএইচ ৭ এর চেয়ে দশ গুণ বেশি।
- মৃত্তিকায় হাইড্রোজেন আয়ন বাড়লে স্নাত্ত বৃদ্ধি পায়।
- অম্লত্ব ও ক্ষারকত্ব নির্দেশক স্কেলের সাহায্যে পিএইচ নির্ণয় করা যায়।
- অম্লত্ব ও ক্ষারকত্ব স্কেল ১ থেকে ১৪ পর্যন্ত একক নির্দিষ্ট থাকে।
- মৃত্তিকার হাইড্রোজেন আয়ন ও পিএইচ মান বাড়ানো বা কমানো সম্ভব।

কোন দ্রবণের পিএইচ মান যত কম হবে তার সক্রিয় হাইড্রোজেনের পরিমাণ তত বাড়বে।

মৃ্তিকায় অল্পতর কারণ

- ১। বায়ুতে কার্বন ডাই অক্সাইড, সালফার ডাই অক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড প্রভৃতি যৌগ থাকে যেগুলো বৃষ্টির পানিতে দ্রবীভূত হয়ে মাটিতে নেমে আসে এবং এসিড উৎপত্তির উৎস হিসাবে কাজ করে।
- ২। মাটিতে নাইট্রিক, সালফিউরিক, ফসফরিক প্রভৃতি এসিড অল্প বিস্তর থাকে বলে ল্লাতা বাড়ে।
- ৩। এমোনিয়ামঘটিত সার যথা : এমোনিয়াম নাইট্রেট, এমোনিয়াম সালফেট, ইউরিয়া প্রভৃতি মাটিতে ল্লাতা যোগ করে।
- ৪। ল্লাতা তৈরির অন্যতম কারণ হচ্ছে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের মত ক্ষারক লবণ ক্ষয় হওয়া এবং অর্ধ এলাকায় তা বৃদ্ধি পায়। কার্বন ডাই অক্সাইড পানির সাথে মিশে কার্বনিক এসিড তৈরি করে যা ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণের ক্ষয় ঘটায়।
- ৫। কোন কোন ল্লা শিলা যথা : গ্রানাইট ইত্যাদি থেকে উৎপন্ন মাটিতে আপনা থেকেই ক্ষারকের পরিমাণ কম থাকে ফলে ল্লাতা বাড়ে। কতকগুলো খনিজ ল্লা শিলা থেকে উৎপন্ন হয়েও ল্লাধর্মী মাটি তৈরি করে।
- ৬। মাটিতে ফসল থাকলে ক্ষারের পরিমাণ কমে, পতিত জমিতে বাড়ে। আবার ঋতু ভেদেও ল্লাতা সামান্য পরিমাণে বাড়ে কমে।
- ৭। দুটি যোগায়ন হাইড্রোজেন ও এলুমিনিয়াম উপাদান বিক্রিয়ার মাধ্যমে মাটির দ্রবণের সংস্কৃর্শে এসে ল্লাত্ব সৃষ্টি করে।
- ৮। জৈব পদার্থের বিয়োজনের ফলে মাটিতে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাসও প্রচুর উৎপন্ন হয় ফলে অল্পত্ব বাড়ে। $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$, $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
- ৯। এসিটিক এসিড, সাইট্রিক এসিড, অক্জালিক এসিড প্রভৃতি জৈব এসিডও মাটির ল্লাতা বাড়ায়।
- ১০। এদেশের অনেক উর্চ্চ ও মাঝারী পাললিক ভূমি স্লাীয় প্রকৃতির, কারণ অধিক বৃষ্টিপাতে চূয়ানী বেড়ে যায়। আবার মরভূমি, জলাভূমি, পাহাড়ী অঞ্চলের মাটিও অধিক চূয়ানীর ফলে স্লাীয় প্রকৃতির হয়ে যায়।
- ১১। উদ্ভিদের মূলের শ্বসন এবং মাটিস্থ অণুজীবসম হের শ্বসনের ফলে CO_2 উৎপন্ন হয়। এ CO_2 পানির সাথে বিক্রিয়া করে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে : $CO_2 + H_2O = H^+ + HCO_3^-$ মৃ্তিকাস্থিত বায়ুর CO_2 কম বাফার সম্পন্ন মাটির পিএইচ উপরোক্ত বিক্রিয়ার মাধ্যমে কমিয়ে দেয়।
- ১২। মাটির সিলিকেট কোলয়েড লেগে থাকা (adsorbed) হাইড্রোজেন, এলুমিনিয়াম, লৌহ প্রভৃতি মাটিতে হাইড্রোজেন উৎপন্নের মাধ্যমে অল্পত্ব সৃষ্টি করে : $Fe^{3+} + H_2O = Fe(OH)_3 + H^+$, $Fe(OH)_3 + H_2O = Fe(OH)_2 + H^+$ অনুরূপ ভাবে এলুমিনিয়ামও হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করে।

ল্লাতা তৈরির অন্যতম কারণ হচ্ছে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের মত ক্ষারক লবণ ক্ষয় হওয়া এবং অর্ধ এলাকায় তা বৃদ্ধি পায়।

মাটিতে অল্পতর গুরুত্ব বা প্রভাব

- ১। মাটির অল্পত্বের মান ৪ এর কম থাকলে অধিকাংশ গাছপালা কিংবা ফসলাদী জন্মায় না অথবা দুর্বল গাছপালা জন্মায় যেখানে ফলনের হার নিম্নমানের।
- ২। অল্পত্বের ফলে মাটিতে নাইট্রোজেনের অপচয় কম হয়। তা ছাড়া ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের প্রাপ্যতাও সমভাবে কমে থাকে।
- ৩। অল্পত্ব বাড়ার সাথে সাথে নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাসিয়াম ও সালফার এর দ্রবণীয়তা কমেতে থাকে বিশেষ করে তীব্র স্লায়ুক্ত মাটিতে ফসফরাসের দ্রবণীয়তা ব্যাপক হ্রাস পায়।
- ৪। অল্প মাটিতে মলিবডেনাম, ম্যাঙ্গানিজ ও বোরন এর প্রাপ্যতা বাড়তে থাকে তবে তীব্র অল্পতা কমে যায়।

অল্পত্ব বাড়ার সাথে সাথে নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাসিয়াম ও সালফার এর দ্রবণীয়তা কমেতে থাকে বিশেষ করে তীব্র স্লায়ুক্ত মাটিতে ফসফরাসের দ্রবণীয়তা ব্যাপক হ্রাস পায়।

- ৫। অল্প মাটিতে লৌহ, কপার ও দস্তার প্রাপ্যতা বেড়ে যায়। তা ছাড়া মাটিতে এলুমিনিয়ামের বিষাক্ততা ঘটায়।
- ৬। মৃত্তিকা দ্রুত অণুজৈবিক কার্যাবলী, জৈব পদার্থ বিয়োজন ও রাসায়নিক সারের রূপান্তর কমায়।
- ৭। অল্প মাটিতে বীজের অঙ্কুরোদগম ভাল হয় না এবং ফসলের গুণাগুণের ওপর প্রভাব ফেলে।
- ৮। অল্প ধর্মী মৃত্তিকায় অণুজীবের কার্যাবলীতে প্রভাব ফেলে যা উদ্ভিদের বৃদ্ধি ও শস্য উৎপাদনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ।
- ৯। কী সার কতটুকু প্রয়োগ করতে হবে মৃত্তিকা পিএইচ তা বলে দেয় এবং কী পরিমাণ চুন প্রয়োগ করতে হবে তা নিশ্চিত করতে পারে।
- ১০। কোন্ মাটিতে কোন্ ফসল জন্মাতে হবে তা মৃত্তিকা পিএইচ দ্বারা নির্ণীত হয়। যেমন পাহাড়িয়া অল্প মাটিতে চা ভাল জন্মে।
- ১১। ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার ওপর মৃত্তিকা অল্পতা গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব ফেলে।



অনুশীলন (Activity) : মৃত্তিকা অল্পতা প্রধান ৫টি কারণ উল্লেখপূর্বক ফসল উৎপাদনে মৃত্তিকা pH এর গুরুত্ব বর্ণনা করুন।

পিএইচ মান ভিত্তিক মৃত্তিকার শ্রেণিবিভাগ

পিএইচ মান ভিত্তিক মৃত্তিকা তিন প্রকার যথা :

- ১। অল্প বা অতীয়া মৃত্তিকা - পিএইচ মান ৭ এর কম।
- ২। নিরপেক্ষ বা প্রশম মৃত্তিকা - পিএইচ মান ৭।
- ৩। ক্ষার বা ক্ষারীয় মৃত্তিকা - পিএইচ মান ৭ এর উপরে।

মৃত্তিকা হাইড্রোজেন ও হাইড্রোজেন আয়নের পরিমাণের ভিত্তিতে মাটির অল্পতা ৪ ভাগে এবং ক্ষারকত্বকে ৪ ভাগে ভাগ করা যায় (টেবিল-১)।

টেবিল-১। পিএইচ মান ভিত্তিক মৃত্তিকার অল্পত্ব ও ক্ষারকত্বের শ্রেণিবিভাগ :

মৃত্তিকার অল্পত্ব ও ক্ষারকত্বের শ্রেণিবিভাগ	বিক্রিয়ার প্রকৃতিতে পূর্ণঃ বিভাগ	পিএইচ/ অল্পমান মাত্রা (ক)	পিএইচ/ অল্পত্বমান মাত্রা (খ)
১। অতীয়া মৃত্তিকা	১। খুব তীব্র অতীয়া	৪.০ এর কম	৪.০-৫.০
	২। তীব্র অতীয়া	৪.০-৪.৯	৫.০-৫.৫
	৩। মধ্যম অতীয়া	৫.০-৫.৯	৫.৫-৬.০
	৪। Clr বা সামান্য অতীয়া	৬.০-৬.৯	৬.০-৬.৭
২। নিরপেক্ষ বা প্রশম মৃত্তিকা	১। নিরপেক্ষ বা প্রশম	৭.০	৬.৭-৭.৩
৩। ক্ষারীয় মৃত্তিকা	১। Clr বা সামান্য ক্ষারীয়	৭.১-৮.০	৭.৩-৮.০
	২। মধ্যম ক্ষারীয়	৮.১-৯.০	৮.০-৯.০
	৩। তীব্র/বেশি ক্ষারীয়	৯.১-১০.০	৯.০-১০.০
	৪। খুব তীব্র বা প্রচল্ড ক্ষারীয়	১০.০ এর বেশি	১০.০-১১.০

উৎসঃ (ক) সাতার ও আহাদ, ১৯৮৭ ও (খ) মিলার, ১৯৬৫

মৃত্তিকার অল্পত্ব ও শস্য উৎপাদন ওতপ্রোতভাবে জড়িত। অধিকাংশ ফসলাদী ৫.০-৭.৫ পিএইচ মানের মধ্যে ভাল জন্মে।

অল্পত্ব ও শস্য উৎপাদন

মৃত্তিকার অত্রু ও শস্য উৎপাদন ওতপ্রোতভাবে জড়িত। অধিকাংশ ফসলাদী ৫.০-৭.৫ পিএইচ মানের মধ্যে ভাল জন্মে। এখানে এদেশে কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ফসলের পাশাপাশি উত্তম পিএইচ মান দেখানো হলো : ধান (৫.০-৬.৬), গম, তামাক ও মিষ্টি আলু (৫.৫-৭.৫), আখ, তুলা, তরমুজ, টমেটো ও ডাল জাতীয় শস্য (৬.০-৭.৫), বাদাম (৫.৩-৬.৬), গোল আলু (৫.৫-৭.০) এবং চা (৫.২-৫.৮)।

মৃত্তিকার বাফার ক্ষমতা

কোন দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে যদি দ্রবণের পিএইচ মানের পরিবর্তন না হয় বা অতি সামান্য পরিবর্তিত হয় তবে ঐ দ্রবণকে বাফার দ্রবণ বলা হয়।

- কোন দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে যদি দ্রবণের পিএইচ মানের পরিবর্তন না হয় বা অতি সামান্য পরিবর্তিত হয় তবে ঐ দ্রবণকে বাফার দ্রবণ বলা হয়।
- মাটিতে অবস্থিত কার্বনেট, বাইকার্বনেট ও জৈবযৌগ বাফারিং দ্রব্য হিসাবে কাজ করে।
- মাটিতে অণুজীবের ক্রিয়ার ফলে অনবরত জৈব এসিড উৎপন্ন হয় যা উৎকৃষ্ট বাফার দ্রব্য হিসাবে কাজ করে।
- অত্রুমান স্থায়ীত্বের জন্য মৃত্তিকায় অধিক বাফার ক্ষমতা থাকা দরকার।
- বাফার ক্ষমতাসম্পন্ন মাটিতে উদ্ভিদ পরিপুষ্টি নিশ্চয়তা অধিক।
- মাটির বুনট, সংযুক্তির প্রকার এবং জৈব পদার্থের প্রকার ও পরিমাণের ওপর বাফার ক্ষমতা নির্ভর করে।

কোন মাটিতে যখন ক্ষার জাতীয় লবণ বিশেষতঃ সোডিয়াম কার্বনেটের আধিক্য ঘটায় ফলে কোলয়েড মাইসেলিতে এ জাতীয় আয়ন সংখ্যায় বেশি হয়ে পড়ে তখন একে ক্ষার মাটি বলা হয়।

ক্ষার মাটির বৈশিষ্ট্য

কোন মাটিতে যখন ক্ষার জাতীয় লবণ বিশেষতঃ সোডিয়াম কার্বনেটের আধিক্য ঘটায় ফলে কোলয়েড মাইসেলিতে এ জাতীয় আয়ন সংখ্যায় বেশি হয়ে পড়ে তখন একে ক্ষার মাটি বলা হয়।

ক্ষার মাটির বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ

- পিএইচ মান ৭ এর উপর থাকে।
- বিনিময়যোগ্য সোডিয়াম শতকরা ১৫ শতাংশের বেশি থাকে।
- ক্ষারীয় বিক্রিয়ার জন্য বেশ কিছু জৈব পদার্থ জলীয় দ্রবণে চলে আসে এবং পানি শুকিয়ে গেলে আন্তরন সৃষ্টি করে।
- নিচের স্তরে প্রচুর কাদা কণা জমে প্রিজম আকৃতির ও স্তম্ভাকৃতির সৃষ্টি করে।
- ভূ-ত্বকের কোন কোন স্থানে সাদা সাদা চাপবাধা কিংবা কালো রঙের চকচকে মাটির স্তর দেখা যায়।
- ভূ-ত্বকের মাটি শক্ত হয়ে পড়ে, ফলে চাষ দেয়া কষ্টকর।
- বাবলা, খেজুর বিশেষ করে যে সকল গাছপালা লবণ সহ্য করতে পারে ঐ সকল ভাল জন্মে। তবে ধান চাষও সম্ভব।

ক্ষার মাটি ও গাছপালা

মাটির ক্ষার ধর্ম গাছপালার পক্ষে মোটেই অনুকূল নয়। পাঁচটি উপায়ে ইহা প্রতিকূল বিক্রিয়ার সৃষ্টি করে যথা :

- (১) অত্যন্ত তীব্র ক্ষারের ক্ষতিকর প্রভাব।
- (২) কার্বনেট আয়নের বিষক্রিয়া।
- (৩) বিনিময়যোগ্য সোডিয়াম আয়নের ক্ষতিকর প্রভাব।
- (৪) ফসফেট আয়নকে গাছপালার গ্রহণের অযোগ্য করে দেয়।
- (৫) গাছপালার নাইট্রেট গ্রহণে ক্ষতিকর প্রভাব।

ক্ষার মাটি গাছপালার যে সকল ক্ষতি সাধন করে এগুলো হচ্ছে :

- ১। গাছপালার বৃদ্ধি বন্ধ হয়ে যায়।
- ২। লবণের গাঢ়তা বা ক্ষারের তীব্রতা বীজের অঙ্কুরোদগম ক্ষমতা নষ্ট করে দেয়, কখনও দেহীতে হয় আবার কখনও একেবারেই হয় না।
- ৩। মাটির লবণের গাঢ়তা বা ক্ষারের তীব্রতা সহ্য করতে না পেরে চারা গাছ মরে যায়।
- ৪। ক্ষারের তীব্রতায় গাছের পাতা পুড়ে যেতে পারে।
- ৫। মাটির ক্ষারের সংস্পর্শে গাছপালার শিকড়ের অংশ বিশেষ নষ্ট হয়ে যায়।

ক্ষার মাটিকে চাষাবাদের উপযোগী করা

মৃত্তিকা ক্ষার দূর করার সাথে দুটি শর্ত জড়িত -

- (ক) মাটির কোলয়েড ও দ্রবণ থেকে অতিরিক্ত লবণ বিদূরিত করতে হবে।
- (খ) মাটির কোলয়েড থেকে সোডিয়াম দূর করে দিয়ে তার পরিবর্তে ক্যালসিয়াম আয়নের স্থান করে দিতে হবে।

এ দুটি শর্ত পূরণের লক্ষ্যে নিম্নবর্ণিত পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে -

- ১। জমির জরীপ করতে হবে।
- ২। জমি কীভাবে ক্ষারধর্মী হয়েছে তার বিস্তারিত তথ্য নিতে হবে এবং সুষ্ঠু পুনরুদ্ধার পদ্ধতির মাধ্যমে মাটিকে দ্রুত চাষাবাদ উপযোগী করে তোলা সম্ভব।
- ৩। জমির ঢাল ও স্বাভাবিক পানি নিষ্কাশনের নালা তৈরি করা।
- ৪। পানি সেচ সীমিত করতে হবে। তাছাড়া পানির লবণাক্ততা পরীক্ষা ছাড়া চাষাবাদের ব্যবহার ঠিক নয়।
- ৫। ক্ষার সহ্য করতে পারে এমন ফসল নির্বাচন করতে হবে।
- ৬। মাটির ক্ষার বা লবণাক্ততা দূর করার পাশাপাশি উর্বরতার কথাও ভাবতে হবে।
- ৭। বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্যাদি ব্যবহার করেও ক্ষার কমানো সম্ভব। এক্ষেত্রে কালো ক্ষার মাটিতে সালফার, হাইড্রোজেন আয়ন দূর করতে চুনা পাথর ইত্যাদি ব্যবহার করা যেতে পারে।
- ৮। কখন কীভাবে কত পরিমাণ রাসায়নিক দ্রব্যাদি ব্যবহার করতে হবে তাও সময়মত ঠিক করতে হবে।

ক্ষার মাটি পুনরুদ্ধার পদ্ধতি

ক্ষার মাটিকে বিভিন্ন পদ্ধতির মাধ্যমে পুনরুদ্ধার সম্ভব যথা :

- (১) জল নিষ্কাশন
- (২) সেচ দিয়ে পানিত করা
- (৩) চাচিয়া পরিস্কার করা
- (৪) বাস্তুবায়ন কমাবার ব্যবস্থা করা, যেমন : মালচিং প্রয়োগ করা।
- (৫) সেচ খাল ও নালা পাকা করা
- (৬) পর্যাপ্ত পরিমাণে জৈব ও সবুজ সার প্রয়োগ
- (৭) অন্য স্থান থেকে উর্বর মাটি আনয়ন করে তা ভালোভাবে মিশিয়ে দিতে হবে।



পাঠোত্তর ম ল্যায়ন ৩.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। প্রত্যেক ছোট এককের পিএইচ এ ইহার পরবর্তী বড় এককের চেয়ে কতগুণ বেশি H^+ আয়ন রয়েছে?
 - ক) ৫ গুণ
 - খ) ১০ গুণ
 - গ) ১৫ গুণ
 - ঘ) ২০ গুণ

- ২। মৃত্তিকা অম্লতা বৃদ্ধির সাথে কোন আয়নের ঘনমাত্রা বাড়ে?
 - ক) পটাসিয়াম আয়ন
 - খ) এমোনিয়াম আয়ন
 - গ) সোডিয়াম আয়ন
 - ঘ) হাইড্রোজেন আয়ন

- ৩। নিরপেক্ষ বা প্রশম মৃত্তিকার পিএইচ মান কত?
 - ক) ৫
 - খ) ৬
 - গ) ৭
 - ঘ) ৮

- ৪। চা উৎপাদনের উত্তম পিএইচ মান কোনটি?
 - ক) ৫.২-৫.৮
 - খ) ৫.০-৬.০
 - গ) ৪.০-৭.০
 - ঘ) ৬.০-৭.০

- ৫। সামান্য স্ন সহনশীল উদ্ভিদ কোনগুলো?
 - ক) আম, জাম, তুলা, খেজুর
 - খ) নারিকেল, সুপারী, তাল
 - গ) ফুলকপি, বাঁধাকপি, সীম, পুঁইশাক
 - ঘ) সুপারী, গম, তুলা, তামাক

- ৬। নিচের কোনগুলো মৃত্তিকা স্নতা বাড়ায়?
 - ক) সোডিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম কার্বনেট
 - খ) ইউরিয়া ও এমোনিয়াম সালফেট
 - গ) টিএসপি ও ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড
 - ঘ) পটাসিয়াম কার্বনেট ও বাইকার্বনেট

- ৭। স্কার মাটিকে কীভাবে চাষাবাদ উপযোগী করা যায়?
 - ক) লবণাক্ত সার প্রয়োগ করে
 - খ) লবণাক্ত পানি সেচ দিয়ে
 - গ) পানি সেচ অথবা জৈব সার প্রয়োগ করে।
 - ঘ) বার বার ধান ও পাট চাষাবাদ করে

পাঠ ৩.৪ মৃত্তিকা কোলয়েড

এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ মৃত্তিকা কোলয়েডের সংজ্ঞা ও আকার বলতে ও লিখতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা কোলয়েডের বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণীবিভাগ উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ কৃষিতে মৃত্তিকা কোলয়েডের গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবেন।



সাধারণতঃ যে সকল মৃত্তিকা কণার ব্যাস ২ মাইক্রন এর কম ঐগুলোকেই মৃত্তিকা কোলয়েড বলা হয়।

মৃত্তিকা কোলয়েডের সংজ্ঞা

কোলয়েড শব্দটি টমাস গ্রেহাম ১৮৬১ সালে প্রথম ব্যবহার করেন। গ্রীক ভাষায় কোলয়েড মানে আঁঠা। সাধারণতঃ যে সকল মৃত্তিকা কণার ব্যাস ২ মাইক্রন এর কম ঐগুলোকেই মৃত্তিকা কোলয়েড বলা হয়। তবে অধিকাংশ ক্ষেত্রে মৃত্তিকা কোলয়েড কণার ব্যাস থাকে ০.০০৫ থেকে ০.২ মাইক্রন।

কোলয়েড কণার আকার

কোলয়েড কণা এতই ক্ষুদ্র যে অণুবীক্ষণ যন্ত্র ছাড়া দেখা যায় না। কোলয়েড কণার আকার হচ্ছে ৫০ \AA ($\text{\AA} = 10^{-8}$ সে.মি.) থেকে ২ মাইক্রন (১ মাইক্রন = 10^{-6} সে.মি.)। কোলয়েড মৃত্তিকা কণাগুলোর ব্যাস ০.০০১ মিলিমিটারের চেয়ে কম। কোলয়েডের ব্যাস ০.০০৫ থেকে ০.২ মাইক্রন এর মধ্যে থাকলে কতকগুলো বিশেষ বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে। মৃত্তিকা কোলয়েড কণার আকার আকৃতি নানান রকমের হয়ে থাকে। কোলয়েড কণা লম্বা, দণ্ড, গোলাকার, ডিম্বাকার কিংবা ভিন্ন আকারেরও হতে পারে। কাদাকণার আকৃতি পাতলা চাদরের মতও হয়ে থাকে। উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মাধ্যমে কাদা কণার আকৃতি পাতের মত দেখায়।

কোলয়েড দ্রবণ একটি অসমসত্ত্ব মাধ্যম।

মৃত্তিকা কোলয়েডের বৈশিষ্ট্য

- ১। কোলয়েড দ্রবণ একটি অসমসত্ত্ব মাধ্যম।
- ২। কোলয়েড দ্রবণের অসমোটিক বা অভিস্রবণীয় চাপ কম।
- ৩। ফ্যারাডে ও টিনডাল প্রভাব সমৃদ্ধ।
- ৪। খালি চোখে দেখা যায় না। উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখলে কোলয়েড দ্রবণ সর্বদাই আকাবাঁকা গতিতে চলতে দেখা যায় বলে ব্রাউনীয় গতি বা সঞ্চরণ প্রদর্শন করে।
- ৫। কোলয়েড দ্রবণ অধিশোষণ বা এডজরপশন ও জমাটবদ্ধতা বা কোয়াগুলেশন বৈশিষ্ট্য সক্রিয়।
- ৬। কোলয়েড কণার আকার যতই ছোট হয় উপরিতলের আয়তন ততই বাড়ে এবং উপশোষণও বৃদ্ধি পায়।
- ৭। কোলয়েড কণা মাত্রই বৈদ্যুতিক আধান বহন করে। কোলয়েড দ্রবণ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে চার্জের প্রকৃতি অনুসারে এরা এনোড বা ক্যাথোডের দিকে ধাবিত হয়।
- ৮। কণার আকার (৬×10^{-6} - ১৫×10^{-6} মি.মি.) ও প্রকৃতির ভিত্তিতে কোলয়েড দ্রবণ কমলা হলুদ, কমলা লাল, নীল লোহিত, বেগুনী প্রভৃতি রঙের হয়ে থাকে এবং সিলভার সলে এ রঙ সুস্পষ্ট ধরা পড়ে।
- ৯। সম্পৃক্ত অবস্থায় কোলয়েড কণাগুলো পরস্পরের সংগে আকৃষ্ট হয়ে দলা পাকার ফলে মৃত্তিকা উত্তম চাষাবাদের উপযোগী হয়।
- ১০। একই কদম কণা Na^+ সম্পৃক্ততায় ব্যবধান বাড়ে কিন্তু Ca^{2+} দ্বারা সম্পৃক্ত হলে তা কমে যায়। অর্থাৎ সমান চার্জ সত্ত্বেও সম্পৃক্ত কদম কণার বিকীর্ণন ধর্ম বেশি।

মৃত্তিকা কোলয়েডের শ্রেণিবিভাগ

মোটা বেলে মাটি ছাড়া সর্বত্রই কম বেশি কোলয়েড কণা বিদ্যমান। সকল প্রকার চাষাবাদের ভূমিতে কম বেশি কোলয়েড কণা রয়েছে। উৎপত্তি, আকার, আকৃতি ও অন্যান্য গুণের ভিত্তিতে মৃত্তিকা কোলয়েডকে দু'ভাগে ভাগ করা যায় :

- ১। অজৈব বা খনিজ কোলয়েড।
- ২। জৈব বা হিউমাস কোলয়েড।
- ১। অজৈব বা খনিজ কোলয়েড

মৃত্তিকায় অজৈব কোলয়েডকে খনিজ কোলয়েড বা কর্দম কোলয়েড বলা হয়। তবে কোলয়েডের কার্যবলী শুধু কর্দম কণাতেই নির্দিষ্ট নয়। কোলয়েড কণা যতই ছোট হয় ধর্ম ও গুণাবলী ততই বৃদ্ধি পায়। প্রকৃত পক্ষে ২ মাইক্রন আকারের নিচের সকল কর্দম কণাই কোলয়েড। উদাহরণ হচ্ছে :

Fe, Al, Mn ও Ti এর অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইড যথা : ম্যাগনেটাইট- Fe_3O_4 , লিমোনাইট- $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, কর্দম কোলয়েড এবং বক্সাইড- $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, ব্রাউনাইট- Mn_2O_3 ।

২। মৃত্তিকা জৈব কোলয়েড

মৃত্তিকা পৃষ্ঠস্তরে কাদাকণার সংগে হিউমাস কোলয়েডীয় অবস্থায় থাকে। হিউমাস কণার আয়তন অতি ক্ষুদ্র থাকায় ইহা কোলয়েড ধর্ম পেয়ে থাকে। বস্তুত জৈব কোলয়েড বলতে হিউমাসই বুঝায়। মৃত্তিকায় প্রাণী বা উদ্ভিদ অবশেষ পচনের ফলে যে কালো কোলয়েডীয় পদার্থ তৈরি হয় তাকেই হিউমাস বা হিউমিক পদার্থ বলা হয়। হিউমাস আকারবিহীন গাঢ় বাদামী থেকে কালো বর্ণের। হিউমাস কোলয়েড নিগেটিভ চার্জবিশিষ্ট এবং চারপাশে অসংখ্য ঋণাত্মক তড়িৎ আধান উৎপন্ন হয়।

প্রধান জৈব কোলয়েডসমূহ হচ্ছে

- ১। হিউমিক এসিড
- ২। ফালভিক এসিড
- ৩। হেমাটোমেলানিক এসিড
- ৪। হিউমিনস ও আলমিনস, ইত্যাদি।

কৃষিতে মৃত্তিকা কোলয়েডের গুরুত্ব

- ১। উদ্ভিদে খাদ্য গ্রহণ প্রক্রিয়া চালু রাখার জন্য মৃত্তিকা কোলয়েড মাটির ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন বিনিময় ক্ষমতা সক্রিয় রাখে।
- ২। কোলয়েড সমস্যায় মৃত্তিকা আয়ন বিনিময় ব্যহত হয়। আবার একদম না থাকলে আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়াও বন্ধ থাকে।
- ৩। মৃত্তিকায় কোলয়েড দ্রব্যের পরিমাণের ভিত্তিতে উদ্ভিদের খাদ্যোপাদানের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। তাই মৃত্তিকা কোলয়েডকে উদ্ভিদের খাদ্য ভান্ডারও বলা যায়।
- ৪। জৈব কোলয়েড ইহার খাদ্য ভান্ডার থেকে উদ্ভিদের প্রয়োজনীয় খাদ্যোপাদান সরবরাহ করে গাছপালার সুস্থ জীবন যাত্রা নিশ্চিত করে।
- ৫। হাইড্রোজেন, এলুমিনিয়াম, ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি ক্যাটায়ন বিনিময় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে মৃত্তিকা কোলয়েড মাটির দ্রবণের ভারসাম্য রক্ষা করে।
- ৬। মৃত্তিকা কোলয়েড মাটির অম্লতা ও বাফার ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণে রাখে।

বস্তুত জৈব কোলয়েড বলতে হিউমাসই বুঝায়। হিউমাস কোলয়েড নিগেটিভ চার্জবিশিষ্ট এবং চারপাশে অসংখ্য ঋণাত্মক তড়িৎ আধান উৎপন্ন হয়।

মৃত্তিকায় কোলয়েড দ্রব্যের পরিমাণের ভিত্তিতে উদ্ভিদের খাদ্যোপাদানের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। তাই মৃত্তিকা কোলয়েডকে উদ্ভিদের খাদ্য ভান্ডারও বলা যায়।

মৃত্তিকা কোলয়েড অতিরিক্ত খাদ্যোপাদান ধরে রাখে এবং কোলয়েডের অভাবে এগুলো চূয়ানীর মাধ্যমে মৃত্তিকা থেকে দূরীভূত হয়ে যায়।

- ৭। মৃত্তিকা কোলয়েড অতিরিক্ত খাদ্যোপাদান ধরে রাখে এবং কোলয়েডের অভাবে এগুলো চূয়ানীর মাধ্যমে মৃত্তিকা থেকে দূরীভূত হয়ে যায়। অবশ্য কোলয়েড দ্রব্য এগুলো পরিশোধনযোগ্য করে উদ্ভিদের খাদ্য যোগায়।
- ৮। মৃত্তিকায় কোলয়েড ঘাটতি থাকলে পর্যাপ্ত সার প্রয়োগেও সুফল পাওয়া দুস্কর।
- ৯। মৃত্তিকায় সকল রাসায়নিক গুণাবলী নিয়ন্ত্রণে কোলয়েড সক্রিয় ভূমিকা রাখে।
- ১০। মৃত্তিকার সকল প্রকার বিষাক্ত দ্রব্য সামগ্রী পরিশোধন, বিয়োজন ও বিনষ্টকরণে মৃত্তিকা কোলয়েড গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।
- ১১। মৃত্তিকা কোলয়েড ভূমিক্ষয় হ্রাস করে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। অধিকাংশ মৃত্তিকায় কোলয়েড কণার আয়তন কত মাইক্রন?
 - ক) ০.২-১.০
 - খ) ০.০০২-০.৫
 - গ) ০.০০৫-০.২
 - ঘ) ০.০৫-০.২
- ২। কোলয়েড দ্রবণ কোন্ গতিতে চলে?
 - ক) সোজা
 - খ) আঁকাবাকা
 - গ) উপর নীচ
 - ঘ) সামনে পিছনে
- ৩। কোথায় কোলয়েডের পরিমাণ অতি সীমিত বা নেই?
 - ক) কর্দম
 - খ) হিউমাস
 - গ) এঁটেল মাটি
 - ঘ) সমুদ্র সৈকত
- ৪। হিউমাস কোন ধরনের কোলয়েড চার্জ বহন করে?
 - ক) ঋণাত্মক
 - খ) ধনাত্মক
 - গ) ঋণাত্মক কম ধনাত্মক বেশি
 - ঘ) ধনাত্মক কম ঋণাত্মক বেশি
- ৫। কোলয়েড একদম না থাকলে মৃত্তিকায় আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া কী হয়?
 - ক) দ্রুত বৃদ্ধি পায়
 - খ) স্বাভাবিক গতিতে চলতে থাকে
 - গ) মধুর গতি সম্পন্ন
 - ঘ) বন্ধ হয়ে যায়

পাঠ ৩.৫ আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া



এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ আয়ন বিনিময় কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- ◆ ক্যাটায়ন বিনিময় প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ যাদের মধ্যে মৃত্তিকা ক্যাটায়ন বিনিময় ঘটে তাদের নাম লিখতে পারবেন।
- ◆ ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা করতে পারবেন।
- ◆ ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার তারতম্য ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ◆ ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার গুরুত্ব বর্ণনা করতে পারবেন।
- ◆ অ্যানায়ন বিনিময় সম্পর্কে বিস্তারিত বলতে ও লিখতে পারবেন।

আয়ন বিনিময়



সূক্ষ্ম খনিজ পদার্থ ও জৈব পদার্থের সংমিশ্রণে প্রাকৃতিক মৃত্তিকা বস্তু জৈব রাসায়নিক গতিশীলতা প্রাপ্ত হয়। কর্দম কণা, হিউমাস ও সক্রিয় মৃত্তিকা দ্রবণের মধ্যে রাসায়নিক উপাদানের ভারসাম্য রক্ষা আয়ন বিনিময়ের বহিঃ প্রকাশ।

মৃত্তিকা কোলয়েড ও মৃত্তিকা দ্রবণের মধ্যে বৈদ্যুতিক আধানে ভারসাম্য রক্ষাকল্পে রাসায়নিক অণু ও পরমাণুর আদান প্রদানকে আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া বলে। কর্দম কোলয়েড ঋণাত্মক আধানযুক্ত, এগুলো ধনাত্মক আধানসম্পন্ন আয়নকে আকর্ষণ করে যেগুলো আবার অপসারণযোগ্য। এগুলোকে বিনিময়যোগ্য ক্যাটায়ন বলা হয়। যেহেতু কর্দম কোলয়েড ঋণাত্মক আধানযুক্ত তাই এ ঋণাত্মক আধানকে তৃপ্ত করার জন্য মৃত্তিকা কণায় ধনাত্মক আয়ন ধরা থাকে। যখন একটি ক্যাটায়নের অন্যটি দ্বারা বিনিময় ঘটে তখন ক্যাটায়নগুলো পুনঃ স্থাপিত হয়ে যায়।

মৃত্তিকা কোলয়েড ও মৃত্তিকা দ্রবণের মধ্যে বৈদ্যুতিক আধানে ভারসাম্য রক্ষাকল্পে রাসায়নিক অণু ও পরমাণুর আদান প্রদানকে আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া বলে।

মৃত্তিকা আয়ন বিনিময় প্রক্রিয়া দু'প্রকার যথা-

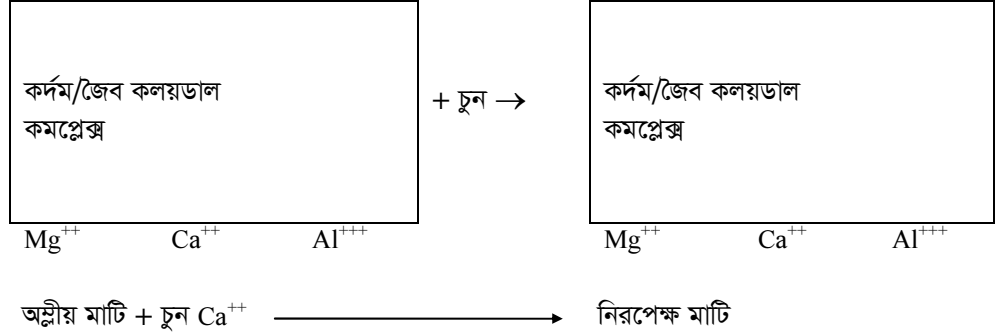
- ১। ক্যাটায়ন বিনিময়, ও
- ২। অ্যানায়ন বিনিময়

ক্যাটায়ন বিনিময় (Cation Exchange)

পজিটিভ চার্জযুক্ত আয়ন যা নেগেটিভ চার্জ দ্বারা আকর্ষিত হয় তাকে ক্যাটায়ন বলে। মাটি এবং অন্যান্য পদার্থ দ্বারা ক্যাটায়ন গ্রহণ বা ত্যাগ করাকে ক্যাটায়ন বিনিময় বলে (Taking up and giving off positively charged ion by a soil and other substances is referred as cation exchange)। মোট ক্যাটায়ন বিনিময়কে মিলি তুলনাৎক/১০০ গ্রাম মাটি (স.ব/১০০ gm soil) এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। যদি কোন কর্দমের ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা ১ মিলি তুলনাৎক/১০০ গ্রাম মাটি হয় এতে বুঝা যায় যে, কর্দমের হাইড্রোজেন আয়নের অধিশোষণ (adsorbing) বা ধরে রাখা ক্ষমতা ১ মিলিগ্রাম বা এর সমতুল্য। মাটিতে যখন কোন ক্যাটায়ন যোগ করা হয় তখন ক্যাটায়ন বিনিময় সংঘটিত হয়। যেমন : মাটিতে চুন যোগ করলে Ca^{++} , পটাসিয়াম সার যোগ করলে K^+ , এবং অ্যানহাইড্রাস অ্যামোনিয়া, অ্যামোনিয়াম ফসফেট বা অ্যামোনিয়াম সালফেট যোগ করলে NH_4^+ এর বিনিময় সংঘটিত হয়। এসব ক্যাটায়নের বিনিময় সম্পর্ককে কর্দম স্ফটিকের (clay crystal) এবং হিউমাস কণার পৃষ্ঠে সংঘটিত হয়। কারণ কর্দম স্ফটিকে এবং হিউমাস কণার পৃষ্ঠে ঋণাত্মক বা নেগেটিভ চার্জ জালের মত বিস্তৃত থাকে এজন্য ধনাত্মক বা পজিটিভ চার্জ আকর্ষিত হয়। উদাহরণস্বরূপ স্লীয়া মাটিতে চুন যোগ করলে যে ক্যাটায়ন বিনিময় ঘটে তা নিম্নেদেখান হলো।

পজিটিভ চার্জযুক্ত আয়ন যা নেগেটিভ চার্জ দ্বারা আকর্ষিত হয় তাকে ক্যাটায়ন বলে। মাটি এবং অন্যান্য পদার্থ দ্বারা ক্যাটায়ন গ্রহণ বা ত্যাগ করাকে ক্যাটায়ন বিনিময় বলে।





যাদের মধ্যে মৃত্তিকা ক্যাটায়ন বিনিময় ঘটে

- ১। মৃত্তিকা দ্রবণের ক্যাটায়ন ও কর্দম স্ফটিক বা হিউমাস কণার ক্যাটায়ন এর মধ্যে।
- ২। উদ্ভিদ শিকড় থেকে মুক্ত ক্যাটায়ন এবং কর্দম স্ফটিক বা হিউমাস কণার ক্যাটায়ন এর মধ্যে।
- ৩। দুটি কর্দম স্ফটিক ও দু'টি হিউমাস কণার ক্যাটায়ন কিংবা একটি কর্দম স্ফটিক ও একটি হিউমাস কণার ক্যাটায়ন এর মধ্যে।
- ৪। H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ ও মেটালের ক্যাটায়ন বিনিময় ধারা যথাক্রমে $H^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+ > Na^+$

ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা (সিইসি)

নির্দিষ্ট পরিমাণ (১০ অথবা ২০ গ্রাম) মৃত্তিকার সঙ্গে এমোনিয়াম (NH_4^+), পটাসিয়াম (K^+), বেরিয়াম (Ba^{2+}) বা ক্যালসিয়াম (Ca^{2+}) লবণের জলীয় দ্রবণ পর্যায়ক্রমে কয়েকবার বিক্রিয়া করলে মৃত্তিকার ক্যাটায়নগুলো প্রতিস্থাপিত হয়ে যথাক্রমে NH_4^+ , K^+ , Ba^{2+} ev Ca^{2+} এর দ্বারা মাটি সম্পৃক্ত হয়। দ্রবণে অবস্থিত মুক্ত আয়ন পানিতে ধুয়ে সরিয়ে নিয়ে যে কোন ক্যাটায়ন সম্পৃক্ত মাটি থেকে বিনিময় পদ্ধতিতে পুণরায় মাটিতে আবদ্ধ অবস্থা থেকে দ্রবণীয় অবস্থায় নিয়ে আসা সম্ভব। তবে H^+ আয়ন ব্যবহার করা সবচেয়ে উত্তম। বিনিময় দ্বারা মুক্ত ক্যাটায়নের পরিমাণ জানলে অতি সহজেই মৃত্তিকা ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা হিসাব করা সম্ভব। ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার ইউনিট হচ্ছে ১০০ গ্রাম মাটিতে মিলিইকুইভ্যালেন্ট (সব/১০০ম) বা মিলি তুল্যাংক। মৃত্তিকা ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা নির্ণয় করার (সিইসি) হিসাবটি এখানে দেয়া হলো।

$$\text{ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা} = \frac{h \times 0.1 \times 0.1 \times 100}{f} \text{ মিলিতুল্যাংক (সব)/১০০ গ্রাম মাটি}$$

এখানে n = পাতিত করার জন্য ব্যবহৃত এসিডের ($\frac{N}{10} H_2SO_4$) পরিমাণ (মিলি)

w = মাটির ওজন (গ্রাম)

$$\begin{aligned} 1 \text{ মিলি } \frac{w}{10} H_2SO_4 &= 0.0019 \text{ গ্রাম } NH_3 \\ &= 1.9 \text{ মিলিগ্রাম } NH_3 \\ &= \frac{1.9}{10} = 0.1 \text{ মিলি তুল্যাংক(me) } NH_3 \end{aligned}$$

ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা প্রকাশের পদ্ধতি হচ্ছে মিলি তুল্যাংক/১০০ গ্রাম (সব/১০০ম)

ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা প্রকাশের পদ্ধতি হচ্ছে মিলি তুল্যাংক/১০০ গ্রাম মাটি (সব/১০০g soil), যে মৃত্তিকায় ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা এক মিলিতুল্যাংক (১মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি) এর প্রতি ১০০ গ্রাম মৃত্তিকা এক মিলিগ্রাম হাইড্রোজেন বা এর সমতুল্য আয়ন এডজরবড করতে সক্ষম। এটা প্রতি লক্ষ (১০০,০০০) মিলিগ্রাম মৃত্তিকায় ১ মিলিগ্রাম বা প্রতি মিলিয়নে ১০ অংশের সমতুল্য। এক একর জমি কর্ষণের ফলে সৃষ্ট খাতের ফালি যদি ২০,০০,০০০ পাউন্ড পর্যন্ত হয়, তবে ১ মিঃতুঃ ২০ পাউন্ড হাইড্রোজেনের সমান বা এর সমতুল্য।

তুল্যমান ব্যবহারে আয়নকে মিঃতুঃ আকারে প্রকাশ করা যায়। ক্যালসিয়ামের আণবিক ওজন ৪০ এবং যোজনী ২, অর্থাৎ ২ আধান (Ca^{++}) সম্পন্ন যা ২টি হাইড্রোজেন আয়নের ($2H^+$) সমতুল্য। সুতরাং সূত্র অনুসারে এক মিলিগ্রাম হাইড্রোজেন দর করতে ৪০/২ বা ২০ মিলিগ্রাম ক্যালসিয়াম দরকার। অর্থাৎ ১ মিঃতুঃ ক্যালসিয়ামের ওজন ২০ মিলিগ্রাম। একই ভাবে ১ মিঃতুঃ ম্যাগনেসিয়ামের ওজন ১২ মিলিগ্রাম এবং ১ মিঃতুঃ সোডিয়ামের ওজন ২৩ মিলিগ্রাম। ১০০ গ্রাম মৃত্তিকা ৪৫০ মিলিগ্রাম ক্যালসিয়াম উপশোষণ (Adsorbed) করলে এর ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা (সিইসি) হবে ৪৫০/২০ বা ২২.৫ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি। এখানে প্রতি ১০০ গ্রাম মৃত্তিকার মিঃতুঃ হিসেব করার সুবিধা হচ্ছে সঠিক বিনিময় ক্ষমতা সহজে নির্ণয় করা যায় এবং সংখ্যাগুলো ছোট (০.১-৪০) থাকে। খনিজ মৃত্তিকায় সিইসি কম থাকে পক্ষান্তরে হিউমাস অধিক সিইসি সমৃদ্ধ, যার মান ২০০-৫০০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি পর্যন্ত হতে পারে। বেলে মাটি এবং কদম মাটির সিইসি যথাক্রমে ০-৫ এবং ৩০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মৃত্তিকা হতে পারে।



অনুশীলন (Activity) ৪ ৫০০ গ্রাম মৃত্তিকা ৯০০ মিলিগ্রাম ম্যাগনেসিয়াম এডজরবড করলে এর ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা নির্ণয় করুন।

ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার তারতম্যের কারণ

- ১। মৃত্তিকায় জৈব পদার্থ বা হিউমাসের পরিমাণ ও উৎস বস্তু। এসব উপাদানের কারণে সিইসি ২০০-৫০০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মৃত্তিকা পর্যন্ত হয়।
- ২। মৃত্তিকায় অবস্থিত বালি, পলি ও কদম কণার অনুপাত ও আয়তনী পরিমাণ। বেলে মাটির সিইসি ০-৫ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি, বেলে দোআঁশ মৃত্তিকায় ৫-১০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি, এঁটেল দোআঁশ মৃত্তিকায় ১৫- ২০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি এবং কদম মৃত্তিকায় ৩০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি এর অধিক হয়।
- ৩। মৃত্তিকায় কদম কণার শ্রেণি, গঠন, আকার ও আকৃতি। মন্টমরিলোনাইটে সিইসি ৮০-১৫০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি, ইলাইটে ১০-৪০ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি ও কেওলিনাইট কদম কণায় ৩-১৫ মিঃতুঃ/১০০ গ্রাম মাটি।
- ৪। মৃত্তিকা খনিজের গঠনও ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতায় ব্যাপক প্রভাব ফেলে।
- ৫। মৃত্তিকা পিএইচও বিনিময়যোগ্য ক্যাটায়নের অনুপাত সম্পর্কে ধারণা দিতে পারে।

ক্যাটায়ন (সিইসি) বিনিময় ক্ষমতার গুরুত্ব

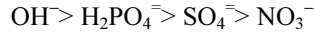
- ১। মাটির উর্বরতা সিইসি এর ওপর নির্ভরশীল।
- ২। কোন মাটি অতিরিক্ত স্লীয়া হলে বিনিময়যোগ্য হাইড্রোজেন আয়নের আধিক্যের কারণে তা উর্বর হলেও উদ্ভিদের জন্য প্রয়োজনীয় পুষ্টি সরবরাহ করতে পারে না। ফলে চুন প্রয়োগ করতে হয়।
- ৩। মাটির সিইসি অধিক হলে কোলয়েড পৃষ্ঠে যে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, পটাসিয়াম এবং এমোনিয়াম ক্যাটায়ন লেগে থাকে তা গাছের জন্য সহজে গ্রহণযোগ্য হয়।
- ৪। কোলয়েড কদম এবং হিউমাস বিভিন্ন পরিমাণে বিনিময়যোগ্য এবং সহজলভ্য ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, পটাসিয়াম, নাইট্রোজেন, ফসফরাস ও অন্যান্য গৌণ পুষ্টি ধরে রাখে।
- ৫। মাটির ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার দরুন প্রয়োগকৃত দ্রবণীয় অজৈব সারের পুষ্টি উপাদান ধুয়ে যেতে পারে না।
- ৬। ক্যাটায়ন আধিক্যের ফলে অণুজীবের কার্যাবলী বৃদ্ধি পায় যেমন, ক্যালসিয়ামের আধিক্যে এমোনিফিকেশন ও নাইট্রিফিকেশন পদ্ধতিতে প্রভাব ফেলে।

কোন মাটি অতিরিক্ত স্লীয়া হলে বিনিময়যোগ্য হাইড্রোজেন আয়নের আধিক্যের কারণে তা উর্বর হলেও উদ্ভিদের জন্য প্রয়োজনীয় পুষ্টি সরবরাহ করতে পারে না।

- ৭। ক্যাটায়নের প্রকৃতি মৃত্তিকা দ্রবণের পিএইচ এর ওপর যথেষ্ট প্রভাব ফেলে। যেমন সোডিয়াম কর্দম ক্ষার ও হাইড্রোজেন কর্দম স্লীয়। আবার অধিক স্ল মাটিতে ম্যাঙ্গানিজের সহজলভ্যতা বৃদ্ধি ও ফসফরাসের সহজলভ্যতা কমার কারণে গাছের জন্য বিষাক্ত হয়।
- ৮। ক্যাটায়ন সম্বন্ধে সুষ্ঠু জ্ঞান থাকলে অতি সহজেই মাটির দূষণ, অস্বচ্ছ, ক্ষারকত্ব ইত্যাদি সংশোধন সম্ভব।

অ্যানায়ন বিনিময় (Anion Exchange)

ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন যা ধনাত্মক চার্জ দ্বারা আকর্ষিত হয়, তাকে অ্যানায়ন বলে। একটি অ্যানায়ন এক বা একাধিক ঋণাত্মক আধান বহন করে। মৃত্তিকা কিংবা অন্য পদার্থ দ্বারা ঋণাত্মক চার্জ গ্রহণ এবং ত্যাগ করাকে অ্যানায়ন বিনিময় বলে। বস্তুত ক্যাটায়নের মতো অ্যানায়ন বিনিময়ও মৃত্তিকা কোলয়েডের এক উল্লেখযোগ্য রাসায়নিক বিক্রিয়া। কাদা কণা পুরাতন হওয়ার সাথে সাথে ক্রমেই এগুলো কেওলিনাইটে রূপান্তরিত হয়। পরবর্তীতে এগুলো কেওলিনাইট জাতীয় কাদা কণায় বিয়োজিত হয়ে লৌহা ও এলুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হয়। এ সকল অক্সাইডে প্রচুর ঋণাত্মক তড়িৎ আধান সৃষ্টি হয়। মৃত্তিকা দ্রবণে হাইড্রোক্সিল গ্রুপের (OH⁻) আয়নীয় বিশ্লেষণ হয়। এভাবে হাইড্রোক্সিল গ্রুপ পৃথক হয়ে যাওয়ায় কোলয়েডে ধনাত্মক তড়িৎ আধান দেখা দেয়। আবার কারো মতে এ হাইড্রোক্সিল গ্রুপ বিভিন্ন আয়নের সঙ্গে স্থান পরিবর্তন করে। অধিক জৈব পদার্থ সম্পন্ন মৃত্তিকা সামান্য পরিমাণ বিনিময় যোগ্য অ্যানায়ন ধরে রাখতে পার। এ বিনিময়যোগ্য অ্যানায়নগুলো হচ্ছে NO₃⁻, SO₄⁼, H₂PO₄⁻, PO₄⁼, OH⁻ ইত্যাদি। এসব অ্যানায়নের বিনিময়যোগ্যতার আপেক্ষিক মাত্রা নিম্নরূপঃ



সাধারণত ফসফেট, ক্লোরাইড, নাইট্রেট, কার্বনেট, সালফেট প্রভৃতি আয়নের মাধ্যমে অ্যানায়ন বিনিময় ঘটে থাকে। ক্লোরাইড কিংবা নাইট্রেট কোলয়েডের সঙ্গে হালকাভাবে লেগে থাকে। ফলে অতি সহজেই এরা স্থানচ্যুত হতে পারে। তবে যে সকল ফসফেট আয়নের যোজ্যতা এক (H₂PO₄⁻) এরা খুব শক্তভাবে কোলয়েডের সঙ্গে আটকে থাকে। আর্সেনেট, সিলিকেট, সাইট্রেট, অক্সালেট, হাইড্রোক্সিল ও ক্লোরাইড জাতীয় অ্যানায়ন কিন্তু এদের পরস্পরকে অপসারিত করতে পারে। কারো কারো মতে অ্যানায়ন বিনিময় প্রক্রিয়াটি আর্সেনেট বা সিলিকেট আয়ন দিয়ে ফসফেট আয়নের অপসারণের মাধ্যমে সুস্পষ্টভাবে বুঝা যায়। মৃত্তিকায় ফসফেট অ্যানায়ন সবচেয়ে বেশি পরিমাণ থাকে। তবে স্ল মাটিতেই এর আধিক্য ঘটে। কিন্তু সবটুকু বিনিময়যোগ্য নয়। স্লতা বৃদ্ধির সাথে ফসফরাস আটকে থাকা (Fixation) বৃদ্ধি পায়। সেখানে মৃত্তিকাস্থিত ফসফেট অ্যানায়ন দ্রবণীয় লৌহ, এলুমিনিয়াম, সিলিকেট ও ম্যাঙ্গানিজের সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ফসফেট যৌগ উৎপন্ন করে। আবার অদ্রবণীয় ফসফেট যৌগের কিছুটা ফসফেট অন্যান্য অ্যানায়ন যেমন OH⁻ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। এ প্রতিস্থাপনকেই অ্যানায়ন বিনিময় বলে। একটি অ্যানায়ন অন্যটি দ্বারা বিনিময়কে অ্যানায়ন বিনিময় বলে। যে সব মৃত্তিকায় প্রধান খনিজ মন্টমরিলোলাইট, ইলাইট সেগুলোর চেয়ে যে মৃত্তিকায় কেওলিনাইট বেশি ঐ সকল মৃত্তিকায় অ্যানায়ন বিনিময় ক্ষমতা বেশি।

মৃত্তিকা কিংবা অন্য পদার্থ দ্বারা ঋণাত্মক চার্জ গ্রহণ এবং ত্যাগ করাকে অ্যানায়ন বিনিময় বলে।

যে সব মৃত্তিকায় প্রধান খনিজ মন্টমরিলোলাইট, ইলাইট সেগুলোর চেয়ে যে মৃত্তিকায় কেওলিনাইট বেশি ঐ সকল মৃত্তিকায় অ্যানায়ন বিনিময় ক্ষমতা বেশি।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৩.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। ক্যাটায়নযুক্ত সার মাটিতে ক্যাটায়নের কোন্ অবস্থা সৃষ্টি করে?
 - ক) ক্যাটায়ন বাড়ায়
 - খ) ক্যাটায়ন কমায়
 - গ) অ্যানায়ন বাড়ায়
 - ঘ) ক্যাটায়ন বাড়ে বা কমে না

- ২। সিইসির একক কোনটি?
 - ক) গ্রাম/সিসি
 - খ) পাউন্ড/সেমি
 - গ) মি.গ্রাম/মিটার
 - ঘ) মিলিতুল্যাংক/১০০ গ্রাম মাটি

- ৩। ১০০ গ্রাম মৃত্তিকা ৪৫০ গ্রাম ক্যালসিয়াম উপশোষণ (Adsorbed) করলে এর ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতা কত হবে?
 - ক) ১০ মি.তুল./১০০ গ্রাম মাটি।
 - খ) ১৫ মি.তুল./১০০ গ্রাম মাটি।
 - গ) ২২.৫ মি.তুল./১০০ গ্রাম মাটি।
 - ঘ) ২৫.৫ মি.তুল./১০০ গ্রাম মাটি।

- ৪। মেটালের ক্যাটায়নের সঠিক ক্রম কোনটি?
 - ক) $K^+ > H^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$
 - খ) $H^+ > Ca^{++} > Mg^{++} > K^+$
 - গ) $Ca^{++} > K^+ > H^+ > Mg^{++}$
 - ঘ) $Mg^{++} > Ca^{++} > K^+ > H^+$

- ৫। কোনটি কোলয়েডের গায়ে শক্তভাবে আটকে থাকে?
 - ক) PO_4^{3-}
 - খ) $H_3PO_4^-$
 - গ) $H_2PO_4^-$
 - ঘ) HPO_4^{2-}

ব্যবহারিক

পাঠ ৩.৬ মাটির আর্দ্রতা পরীক্ষা



এ পাঠ শেষে আপনি –

- ◆ মৃত্তিকার আর্দ্রতা নির্ণয়ের পদ্ধতির নাম উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ মাটির আর্দ্রতা নির্ণয়ের উপকরণের তালিকা তৈরি করতে পারবেন।
- ◆ ত্রৈভিমিত্রিক পদ্ধতিতে মাটির আর্দ্রতা নির্ণয় করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকার আর্দ্রতা নির্ণয়ের সাবধানতা উল্লেখ করতে পারবেন।

মাটির আর্দ্রতা দু'টি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা যায়

- ১। ত্রৈভিমিত্রিক বা ওজন পদ্ধতি
- ২। টেনসিওমিটার পদ্ধতি

ত্রৈভিমিত্রিক পদ্ধতিতে মাটির আর্দ্রতা নির্ণয়
প্রয়োজনীয় উপকরণ

- ১। এলুমিনিয়াম পাত্র
- ২। ওভেন বা চুল্লী
- ৩। ডেসিকেটর
- ৪। পেন্সিল বা মার্কার কলম
- ৫। নমুনা মাটি
- ৬। নিষ্ক্রি



চিত্র ৬ ৪ ক- এলুমিনিয়াম পাত্র; খ- ডেসিকেটর; গ- ওভেন বা চুল্লী
কাজের ধাপ

- ১। একটি খালি পরিস্কার এলুমিনিয়াম পাত্র নিন।
- ২। নিষ্কিতে খালি পাত্রটির ওজন নিন।
- ৩। এবার পাত্রে নমুনা মাটি রাখুন ও নিষ্কিতে ২০-৩০ গ্রাম পরিমাণ ওজন নিন।
- ৪। পাত্রের কিনারায় কিংবা নিচে পরিচিতির নম্বর বসান।
- ৫। তারপর পাত্রটি ওভেন বা চুল্লীর ভিতর ঢুকান।
- ৬। চুল্লীটি ১০৫° সেঃ তাপে ১৬-২৪ ঘন্টা রাখুন।
- ৭। পাত্রটি চুল্লী থেকে বের করুন এবং ডেসিকেটর কিংবা টেবিলে রেখে স্বাভাবিক ঠান্ডা করুন।
- ৮। এবার শুকনো মাটি সহ পাত্রটির নিষ্কিতে ওজন নিন।

ডাটা

- ১। খালি পাত্রের ওজন = ক
- ২। ভিজা মাটিসহ পাত্রের ওজন = খ
- ৩। শুকনো মাটিসহ পাত্রের ওজন = গ

হিসাব

$$\text{মৃত্তিকায় শতকরা পানির পরিমাণ (\%)} = \frac{\text{খ}-\text{ক}}{\text{গ}-\text{ক}} \times 100 \text{ (চুল্লী শুকনো ভিত্তিক ফল)}$$

ফলাফল ঃ প্রাপ্ত মৃত্তিকার সঠিক আর্দ্রতার শতকরা পরিমাণ লিখে নিন।

সাবধানতা

- ১। মাটির ওজন তাড়াতাড়ি নিন এবং কখনও খুব শুকনো মাটি নিবেন না।
- ২। পাত্রের উপর আপনাদের গ্রুপ অথবা আপনার রোল নম্বর লিখুন যাতে ঐটি না হারায়।
- ৩। অতিরিক্ত ভিজা মাটি কখনও নিবেন না।
- ৪। অবশ্যই নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত পাত্রটি চুল্লীতে রাখুন।
- ৫। তাপমাত্রা ১০৫° সেঃ রাখুন, কম বেশি হলে সঠিক ফলাফল পাবেন না।

উল্লেখিত সকল কার্যক্রম আপনার ব্যবহারিক খাতায় লিপিবদ্ধ করুন।

ব্যবহারিক

পাঠ ৩.৭ মাটির জ্ঞান পরীক্ষা

এ পাঠ শেষে আপনি –



- ◆ মৃত্তিকা পিএইচ (অম্লমান) নির্ণয়ের পদ্ধতিসম হের নাম উল্লেখ করতে পারবেন।
- ◆ গ্যাস ইলেকট্রোড পদ্ধতিতে মৃত্তিকা পিএইচ নির্ণয় করতে পারবেন।
- ◆ মৃত্তিকা পিএইচ নির্ণয়ে সাবধানতা তুলে ধরতে পারবেন।

মৃত্তিকা পিএইচ নির্ণয় পদ্ধতি

তিনটি পদ্ধতিতে মৃত্তিকা পিএইচ নির্ণয় করা যায়, যথা

- ১। মাঠ পদ্ধতি (Field method)
- ২। লভিবন্ড পদ্ধতি (Lovibond comparator method)
- ৩। গ্যাস ইলেকট্রোড পদ্ধতি (Glass electrode method)



গ্যাস ইলেকট্রোড পদ্ধতিতে মৃত্তিকার পিএইচ বা অম্লমান নির্ণয় প্রয়োজনীয় উপকরণ

- ১। ৫০ মি.লি. মাপের বিকার
- ২। বাফার দ্রবণ
- ৩। পিএইচ মিটার
- ৪। পরিশোধিত পানি
- ৫। কাঁচের দন্ড
- ৬। নমুনা মাটি
- ৭। ৫০ মি.মি. সিলিভার



চিত্র ৭ : পি.এইচ. মিটার

কাজের ধাপ

- ১। ৫০ মি.লি. মাপের একটি পরিষ্কার বিকার নিন।
- ২। নিজিতে প্রদত্ত নমুনা থেকে ১০ কিংবা ২০ গ্রাম মৃত্তিকা নিন।
- ৩। মাটি বিকারে ঢেলে দিন।
- ৪। সিলিভারের সাহায্যে ১০ গ্রাম মাটিতে ২৫ মি.লি. (২০ গ্রাম হলে ৫০ মিলি) পরিশোধিত পানি যোগ করুন (মাটি ও পানির অনুপাত ১ঃ২.৫)।
- ৫। একটু পর পর কাঁচের দণ্ড দিয়ে ২০-৩০ মিনিট পর্যন্ত নাড়তে থাকুন।
- ৬। টেবিলের উপর এক ঘণ্টা রাখুন যাতে ভাল তলানী জমে।
- ৭। সাবধানে বিকার পিএইচ মিটারের কাছে নিয়ে যান।
- ৮। বাফার দ্রবণ দিয়ে পিএইচ মান ঠিক করুন।
- ৯। এবার দ্রবণে ইলেকট্রোড ঢুকিয়ে মৃত্তিকার পিএইচ মান লক্ষ করুন।

ফলাফল : প্রাপ্ত মৃত্তিকার সঠিক পিএইচ মান লিখে নিন।

সাবধানতা

- ১। বাফার দ্রবণের সঠিক ফলাফলে নিশ্চিত হউন।
- ২। অসংখ্য নমুনা (Sample) থাকলে একটু পর পর বাফার দিয়ে পিএইচ মান ঠিক করুন।
- ৩। মাটি ও পানির অনুপাত ঠিক রাখুন।
- ৪। সর্বদাই কাজ শেষে গ্যাস ইলেকট্রোড ও রেফারেন্স ইলেকট্রোড উত্তম রূপে ধৌত করুন।
- ৫। সন্দেহজনক ফল আসলে আবারন তন করে কাজ শুরু করুন।

উল্লিখিত সকল কার্যক্রম আপনার ব্যবহারিক খাতায় লিপিবদ্ধ করুন।



ইউনিট ৩

চূড়ান্ত মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। মৃত্তিকায় খনিজ উপাদানের একটি সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিন।
- ২। মৃত্তিকায় ভারী উপাদানের সম হের নাম ও রাসায়নিক সংকেত লিখুন।
- ৩। মৃত্তিকা দ্রবণ কাকে বলে? মৃত্তিকা দ্রবণ ঘনত্ব ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। মৃত্তিকা দ্রবণের গুরুত্ব আলোচনা করুন।
- ৫। মৃত্তিকায় অম্লত্ব ও ক্ষারকত্বের সংজ্ঞা সহ ব্যাখ্যা দিন।
- ৬। মাটিতে অম্লতা সৃষ্টির কারণ উল্লেখ করুন।
- ৭। মাটিতে অম্লতার গুরুত্ব ব্যাখ্যা দিন।
- ৮। ক্ষার মাটির বৈশিষ্ট্যগুলো লিখুন।
- ৯। ক্ষার মাটিকে কীভাবে চাষাবাদের উপযোগী করা যায়?
- ১০। মৃত্তিকা কোলয়েড কাকে বলে। এর আকার আকৃতি ব্যাখ্যা দিন।
- ১১। মৃত্তিকায় জৈব ও অজৈব কোলয়েড উদাহরণসহ বর্ণনা করুন।
- ১২। ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন বিনিময় ক্ষমতা কাকে বলে? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ১৩। ক্যাটায়ন বিনিময় ক্ষমতার গুরুত্ব বর্ণনা দিন।



উত্তরমালা

পাঠ ৩.১

১। গ, ২। খ, ৩। গ, ৪। ঘ, ৫। খ

পাঠ ৩.২

১। খ, ২। গ, ৩। ক, ৪। ঘ, ৫। খ

পাঠ ৩.৩

১। খ, ২। ঘ, ৩। গ, ৪। ক, ৫। গ, ৬। খ, ৭। গ

পাঠ ৩.৪

১। গ, ২। খ, ৩। ঘ, ৪। ক, ৫। ঘ

পাঠ ৩.৫

১। গ, ২। ক, ৩। ঘ, ৪। গ, ৫। খ