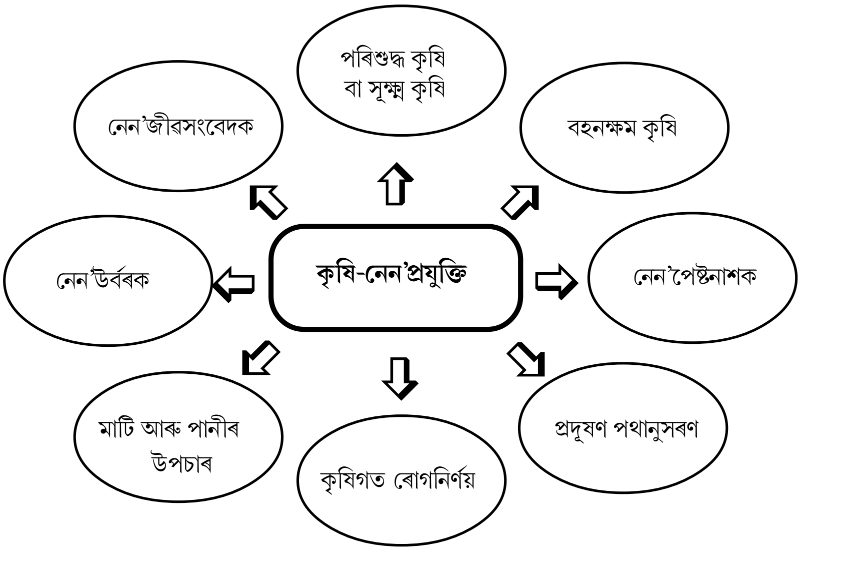
খাদ্য উৎপাদন কৰাটো সম্ভৱপৰ। আমি পুষ্টিদ্ৰব্যৰ চক্ৰীকৰণ (cycling) আৰু শস্য উৎপাদনৰ বাবে প্ৰচলিত আৰ্হিৰ সৈতে নেন’তথ্যপ্ৰযুক্তিবিদ্যাৰ সমন্বয় সাধন কৰি শস্য আৰু মাটি উভয়ৰে নিৰাপত্তা আৰু বহনক্ষমতা নিশ্চিত কৰিব পাৰোঁ।”



কৃষি-নেন’প্ৰযুক্তিৰ বিভিন্ন দিশ

নেন’উৰ্বৰক হ’ল উদ্ভিদৰ পৰিপুষ্টি আৰু স্বাস্থ্যৰ বাবে মাটিত পৰম্পৰাগত ৰাসায়নিক সাৰৰ পৰিৱৰ্তে প্ৰয়োগ কৰা নেন’পদাৰ্থ। এইবিধ সাৰৰ পৰা পুষ্টিদ্ৰব্যবোৰ মাটিত ক্ৰমাগতভাৱে আৰু নিয়ন্ত্ৰিতভাৱে সংযোজিত হয়। ফলত অতিৰিক্ত সাৰৰ দ্বাৰা জলাশয়ৰ প্ৰদূষণ নঘটে। নেন’উৰ্বৰকৰ কাৰ্যকাৰিতা বেছি, ইয়াৰ দ্বাৰা মাটিৰ বিষক্ৰিয়া নঘটে, আৰু ইয়াক ঘনাই প্ৰয়োগ নকৰিলেও হয়। বিজ্ঞানীসকলে গোমধানত টাইটেনিয়াম ডাইঅক্সাইড (TiO_2), আৰু ছয়াবিনত ছিলিকন ডাইঅক্সাইড (SiO_2) আৰু টাইটেনিয়াম ডাইঅক্সাইডৰ মিশ্ৰ নেন’উৰ্বৰকৰ ৰূপত প্ৰয়োগ কৰি সুফল পাইছে।

নেন’উৰ্বৰকৰ জৰিয়তে তিনি প্ৰকাৰৰ পুষ্টিদ্ৰব্য উদ্ভিদক যোগান ধৰা হয়। যেনে— স্থূল-পুষ্টিদ্ৰব্য (macronutrients), সূক্ষ্ম-পুষ্টিদ্ৰব্য (micronutrients), আৰু নেন’কণিকা (nanoparticulates)। উপযুক্ত পৰিপুষ্টিৰ বাবে স্থূল-পুষ্টিদ্ৰব্য বেছি পৰিমাণে প্ৰয়োগ কৰিবলগীয়া হয়। এনে উৰ্বৰকৰ জৰিয়তে উদ্ভিদক নাইট্ৰ’জেন, ফছফৰাছ, পটেছিয়াম, কেলছিয়াম, ছালফাৰ, আৰু মেগনেছিয়ামৰ যোগান ধৰা হয়। সূক্ষ্ম-পুষ্টিদ্ৰব্যৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ উপাদান হ’ল জিংক; ইয়াক জিংক অক্সাইড (ZnO) নেন’কণিকাৰ ৰূপত প্ৰয়োগ কৰা হয়। নেন’কণিকাৰূপী পুষ্টিদ্ৰব্যৰ উদাহৰণ হ’ল ঃ টাইটেনিয়াম ডাইঅক্সাইড, ছিলিকন ডাইঅক্সাইড আৰু কাৰ্বন নেন’নলী (carbon nanotubes; CNTs)। কাৰ্বন নেন’নলীক ‘পুষ্টিদ্ৰব্য-বাহক নেন’উৰ্বৰক’ (nutrient-loaded nanofertilizers) বোলা হয়। এইবিধ পদাৰ্থই অংকুৰিত বীজৰ অভ্যন্তৰত প্ৰৱেশ কৰি জল-অন্তঃগ্ৰহণ ক্ষমতা আৰু উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি দ্ৰুত কৰে বুলি ধাৰণা কৰা হৈছে।

কৃষিত কীট-পতংগ আৰু পোষক ৰোগজনক জীৱ (বেক্টেৰিয়া, ভাইৰাছ, ভেঁকুৰ আদি) নিয়ন্ত্ৰণ কৰাত নেন’পেষ্টনাশকে গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা পালন কৰিব পাৰে। শেহতীয়াকৈ, কেপছুলৰ ভিতৰত নেন’পেষ্টনাশক দ্ৰব্য ভৰাই উদ্ভিদত প্ৰয়োগ কৰি পৰীক্ষা কৰা হৈছে। নেন’পেষ্টনাশক উৎপাদনৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ দিশ হ’ল নেন’পদাৰ্থবোৰৰ দ্ৰৱণীয়তা আৰু পৃষ্ঠ-বিস্তাৰণ বৃদ্ধি কৰা। ইয়াৰ বাবে এই পদাৰ্থবোৰ নেন’অৱদ্ৰৱৰ (nanoemulsions) ৰূপত প্ৰস্তুত কৰি প্ৰয়োগ কৰাৰ পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰা হৈছে। নেন’অৱদ্ৰৱত পদাৰ্থটো নেন’ আকাৰৰ টোপালৰ ৰূপত থাকে। পেষ্টনাশক পদাৰ্থটো যাতে উদ্ভিদৰ পাততে থাকে, সেই বিষয়ত গুৰুত্ব দিয়া হৈছে। এটা অধ্যয়নত লেটুছ নামৰ পাচলিৰ ওপৰত কপাৰ হাইড্ৰ’ক্সাইডভিত্তিক নেন’পেষ্টনাশকৰ প্ৰভাৱৰ মূল্যাংকন কৰি দেখা গৈছে যে $Cu(OH)_2$ নেন’কণিকাবোৰ পত্ৰৰন্ধ্ৰৰ মাজেদি সোমাই ঘাইকৈ পাততে থাকে। কিন্তু নেন’পেষ্টনাশকবোৰ শস্যত প্ৰয়োগ কৰাৰ পূৰ্বে ইয়াৰ সামগ্ৰিক বিকাশ, কাৰ্যকাৰিতা আৰু প্ৰভাৱ সম্পৰ্কে অধিক গৱেষণাৰ প্ৰয়োজন।

নেন’জীৱসংবেদক নামৰ যতনবিধে জীৱবিজ্ঞান, ৰসায়নবিজ্ঞান আৰু নেন’প্ৰযুক্তিৰ জ্ঞানৰ সমাহাৰেৰে শস্যৰ উৎপাদন বৃদ্ধিত অৰিহণা যোগায়। এই যতনবিধ অণুজীৱ, সংদূষক (contaminants), প্ৰদূষক, খাদ্যৰ সজীৱতাৰ চিনাক্তকৰণ আৰু পাৰিৱেশিক অৱস্থাৰ পথানুসৰণ তথা নিয়ন্ত্ৰণ কাৰ্যত ব্যৱহাৰ কৰা হয়। নেন’সংবেদকৰ নেন’ স্মাৰ্ট ধূলিকণা আৰু গেছে পৰিৱেশত থকা প্ৰদূষকৰ উপস্থিতিৰ মূল্যাংকন কৰে। পানী আৰু মাটিৰ উপচাৰতো নেন’সংবেদক অপৰিহাৰ্য। এই যতন খাদ্যৰ পেকেজিং, সঞ্চয়ন আৰু পৰিৱহনত ঘটা অপচয় চিনাক্ত কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। সাধাৰণ সংবেদকৰ তুলনাত নেন’সংবেদকৰ সংবেদনশীলতা, চয়নশীলতা (selectivity), বাস্তৱিক-সময় চিনাক্তকৰণ (real-time detections) বেছি, দামো কম আৰু ইয়াক সহজে লৈ ফুৰাব পাৰি। বৰ্তমান এই যতনত নেন’ আকাৰৰ সোণ, ৰূপ, ক’বাল্ট, কাৰ্বন নেন’নলী, চুম্বকীয় নেন’কণিকা, আৰু কোৱাণ্টাম ডট আদি প্ৰয়োগ কৰাৰ বিষয়ে গৱেষণা চলি আছে।

শস্যত বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ কীট-পতংগ আৰু ভেঁকুৰ আদিৰ সংক্ৰমণ ঘটি উৎপন্ন হোৱা অপকাৰী ৰাসায়নিক পদাৰ্থবোৰো নেন’সংবেদকে চিনাক্ত কৰিব পাৰে। তেনে জীৱ চিনাক্ত হোৱাৰ লগে লগে তাক আঁতৰোৱাৰ ব্যৱস্থাও কৰা হয়। নেন’কণিকাযুক্ত ডিএনএ বা জিনৰ সহায়ত অণুজীৱৰোধী উদ্ভিদ সৃষ্টি কৰিব পৰা যাব। বৰ্তমান বিজ্ঞানীসকলে তাঁৰবিহীন নেন’সংবেদক কৃষিত প্ৰয়োগ কৰাত গুৰুত্ব দিছে, যাতে একে সময়তে কেইবাটাও স্থানত সংবেদক প্ৰয়োগ কৰি কম সময়তে শস্য বা খাদ্য নষ্ট হোৱাৰ উৎস চিনাক্ত কৰিব পৰা যায়। নেন’জীৱসংবেদকবোৰ ইমান গুৰুত্বপূৰ্ণ হ’লেও ই স্বাস্থ্য আৰু পৰিৱেশৰ বাবে কিমান নিৰাপদ, সেই সম্পৰ্কে এতিয়াও সন্দেহ আঁতৰা নাই। বৰ্তমান নেন’পদাৰ্থবোৰৰ প্ৰয়োগজনিত উন্মোচন (exposure) আৰু বিষক্ৰিয়া সম্বন্ধীয় জ্ঞানৰ সীমাবদ্ধতাৰ বাবেই নেন’সংবেদকৰ দৰে যতনবোৰ নিৰ্মাণত বাধাৰ সৃষ্টি হৈছে।

বিপদ-আশংকা আৰু সাৱধানতা

নেন’প্ৰযুক্তিভিত্তিক কৃষি এতিয়াও গৱেষণা আৰু পৰীক্ষা-নিৰীক্ষাৰ পৰ্যায়তে আছে। প্ৰকৃতাৰ্থত নেন’প্ৰযুক্তিৰে কৰা খেতিৰ ফচল এতিয়াও আমাৰ পাকঘৰ সোমোৱাহি নাই। এনে দ্ৰব্য গৱেষণাগাৰৰ পৰা মাটিলৈ (lab to land) যাবলৈ কমেও কুৰি বছৰ লাগে বুলি জনা গৈছে। যদিও নেন’প্ৰযুক্তিৰ প্ৰয়োগে উদ্ভিদৰ বৃদ্ধি আৰু বিকাশত যথেষ্ট সহায় কৰে, এই কৃষি পদ্ধতিত নিৰ্গত হোৱা