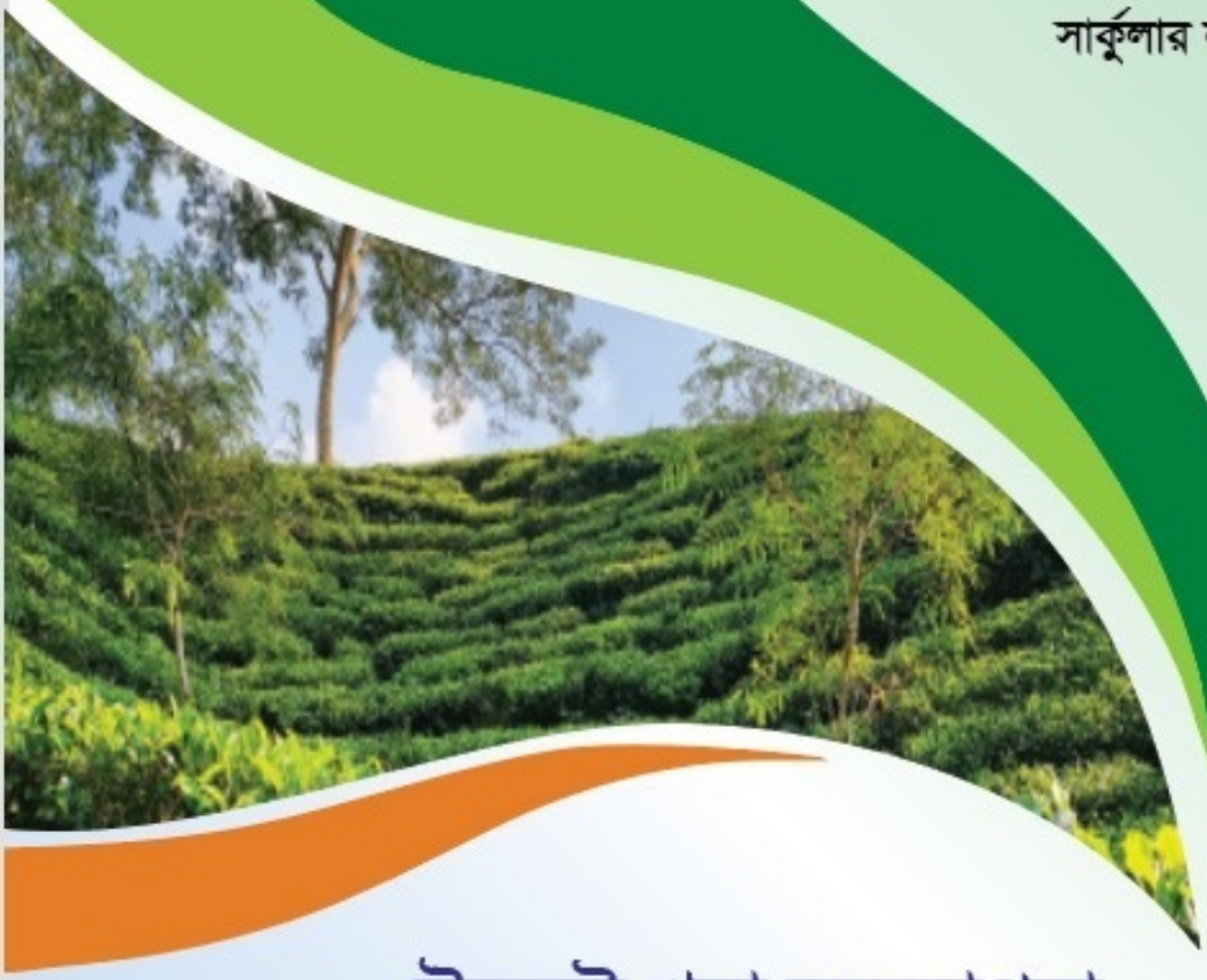
সার্কুলার নং-১৫১



# টেকসই খরা ব্যবস্থাপনা

(খরার পূর্বে, খরা বিরাজমান অবস্থায় এবং খরার পরে করণীয়)


## বাংলাদেশ চা গবেষণা ইনস্টিটিউট

(বাংলাদেশ চা বোর্ডের একটি অঙ্গ প্রতিষ্ঠান)

শ্রীমঙ্গল, মৌলভীবাজার।

## *মুখবন্ধ*

পরিবর্তিত জলবায়ু দ্বারা উদ্ভূত দীর্ঘ সময়ের খরার কারণে বাংলাদেশে ক্রমবর্ধমান চা চাষ হুমকির মুখে পড়ছে। দীর্ঘ সময়ের জন্য পানির ঘাটতি চা গাছের বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় প্রক্রিয়ায় প্রতিকূল পরিবর্তন ঘটায়, যার ফলে পাতা শুকিয়ে যায়, পাতার আকার ক্রমে ছোট হতে থাকে, গাছের বৃদ্ধি বাধাগ্রস্ত হয়, মাটি থেকে বিভিন্ন ধরনের মূখ্য ও গৌণ পুষ্টি গ্রহণ ব্যহত হয়, গাছের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস পায়, যা সম্মিলিতভাবে উদ্ভিদের স্বাস্থ্য ও উৎপাদনশীলতা হ্রাস করে। এর ফলে চায়ের ফলন এবং গুণগতমান হ্রাস পেতে পারে, এমনকি গাছের মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে, যা সরাসরি চা বাগানের অর্থনৈতিক কার্যকারিতাকে প্রভাবিত করে।

এই সমস্যাগুলি মোকাবেলা করার জন্য খরা-প্রতিরোধী চা চাষের ব্যবহার, দক্ষ সেচ ব্যবস্থাপনা, মাটির আর্দ্রতা সংরক্ষণ কৌশল যেমন মালচিং এবং কভার ফসলের ব্যবহার, টেকসই কৃষিতাত্ত্বিক ব্যবস্থাপনা ইত্যাদির সমন্বয়য়ে তৈরি সমন্বিত খরা ব্যবস্থাপনা টেকসই কৌশল উদ্ভাবন করা প্রয়োজন। এই সার্কুলারটি বাংলাদেশে চা চাষের প্রেক্ষাপটে খরার বর্তমান সমস্যা মোকাবেলার একটি ক্ষুদ্র প্রয়াস। এটি চা বাগানের উপর খরার বিরূপ প্রভাব চিহ্নিতকরণ, প্রশমন এবং চৌকস ব্যবস্থাপনার জন্য একটি সংক্ষিপ্ত কাঠামোমাত্র। বৈজ্ঞানিক গবেষণা, স্থানীয় অভিজ্ঞতা এবং উদ্ভাবনী জ্ঞানলব্ধ এই নির্দেশিকাটি চা চাষি এবং স্টেকহোল্ডারদের খরা মোকাবেলা করার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থাপনা কৌশল দিয়ে সজ্জিত করতে হয়েছে।

সাম্প্রতিক গবেষণা এবং বিশেষজ্ঞের সুপারিশ থেকে অন্তর্দৃষ্টি সংকলন করে রচিত এই সার্কুলারটি দেশের চা চাষি, নীতিনির্ধারক এবং অন্যান্য স্টেকহোল্ডারদের জন্য একটি গুরুত্বপুর্ণ ভূমিকা পালন করবে বলে আশাবাদ ব্যক্ত করছি। সার্কুলারটিতে জলবায়ু পরিবর্তনের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলায় চা শিল্পের স্থায়িত্ব নিশ্চিত করার জন্য সক্রিয় এবং অভিযোজিত পদক্ষেপের প্রয়োজনীয়তার উপর জোর দেয়া হয়েছে।

আমি আশা করি এই সার্কুলারটি বাংলাদেশের চা-উৎপাদনকারী সকলকে আরও দক্ষ এবং চৌকস খরা ব্যবস্থাপনার দিকে পরিচালিত করবে। এর ফলে নিশ্চিত হবে যে, পরিবর্তিত জলবায়ু দ্বারা উদ্ভূত খরার কারণে সৃষ্ট চ্যালেঞ্জের মধ্যেও চা শিল্পের উন্নতি অব্যাহত থাকবে।

(মেজর জেনারেল মোঃ আশরাফুল ইসলাম, *এনডিসি, পিএসসি)*

চেয়ারম্যান, বাংলাদেশ চা বোর্ড।

# বাংলাদেশ চা গবেষণা ইনস্টিটিউট

(বাংলাদেশ চা বোর্ডের একটি অঙ্গ প্রতিষ্ঠান)
শ্রীমঙ্গল, মৌলভীবাজার।

## টেকসই খরা ব্যবস্থাপনা

**(খরার পূর্বে, খরা বিরাজমান অবস্থায় এবং খরার পরে করণীয়)**

খরা একটি প্রাকৃতিক ঘটনা যা রোধ করা যায় না। তবে সঠিক ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে খরার বিরূপ প্রভাব কিছুটা হলেও কমানো যায়। সাম্প্রতিক বছরগুলোতে চা বাগানগুলো তীব্র ও দীর্ঘস্থায়ী খরায় ভুগছে। বৃহত্তর সিলেট, চট্টগ্রাম ও উত্তরাঞ্চলের চা বাগানগুলোতে বিগত বছরগুলোয় বিশেষত ২০২৩ এর শুরুতে মার্চ ও এপ্রিল মাসের শুরুর দিকে কিছুটা বৃষ্টিপাত হলেও পরবর্তীতে দ্বিতীয় ধাপের দীর্ঘস্থায়ী খরার সম্মুখীন হয়ে যায়। যাকে আমরা দ্বিতীয় ধাপের খরা (Second drought) বলি। এ সময় তীব্র তাপদাহ চলে যা মে মাসের প্রথম সপ্তাহ পর্যন্ত দীর্ঘস্থায়ী (Prolong) হয়। এ বছর ২০২৪ সনেও মার্চ এপ্রিল মাসের ১০-১২ তারিখের মধ্যে বালিশিরা, মনুদলই, লংলা, জুরি, নর্থ সিলেট ও লস্করপুর ভ্যালিতে মোটামুটি (On an average) ৩-৪ ইঞ্চি বৃষ্টিপাত পাওয়া যায়, কিন্তু এরপর এপ্রিল মাসের ৩০ তারিখ পর্যন্ত বৃষ্টিপাত একদম বন্ধ থাকে। এ সময় প্রতিদিন ৩৭ হতে ৩৮ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপদাহ চলে, যা কোন কোন ক্ষেত্রে ৪০ হতে ৪২ ডিগ্রি সেলসিয়াস পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়।

**গাছের বাহ্যিক আকার আকৃতি ও শারীরতাত্ত্বিক প্রক্রিয়ার (Morpho-physiological) উন্নয়ন ঘটিয়ে খরা এড়ানো:**

**(ক) স্বালোকসংশ্লেষন প্রক্রিয়ায় শুষ্ক পদার্থ তৈরির হার (Rate of photosynthesis) বাড়িয়ে খরা ব্যবস্থাপনা:** যে সমস্ত ক্লোন (Clone) এর শুষ্ক পদার্থ তৈরির (Dry matter production) হার যত বেশী, সেই সমস্ত ক্লোন তত বেশী খরা প্রতিরোধী। সাধারনত গাঢ় সবুজ পাতার রঙ (Dark green leaf colour) বিশিষ্ট মনিপুরি এগ্রোটাইপ (Monipuri Agrotype) গুলো খরা চলাকালীন সময়েও Absolute Growth Rate (AGR, g $day^{-1}$), Relative Growth Rate (RGR, mg $g^{-1}$ $day^{-1}$) ও Net Assimilation Rate (NAR, mg $dm^{-2}$ $day^{-1}$) বেশী হয়। সেই জন্য খরাপ্রবণ এলাকায় উক্ত জাতগুলো আবাদ করা যেতে পারে। জাতসমুহ হল বিটি২, বিটি৪, বিটি৭, বিটি১১, বিটি১২, বিটি২১।

**(খ) প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোর পরিমান ( Rate of transpiration loss) কম এরুপ ক্লোন আবাদ করে খরা এড়ানো:** যে সমস্ত ক্লোনের পাতা দিয়ে পানি হারানোর পরিমান কম সেগুলো খরা প্রতরোধী হয়। এক্ষেত্রে চায়না এগ্রোটাইপ, হাইব্রিড১ (বিটি৪, বিটি৮) ও হাইব্রিড২ (বিটি২, বিটি১১, বিটি১৭, বিটি২১) এর পাতার আকার আকৃতি ছোট হওয়ায় তূলনামূলকভাবে মোট পানি হারানোর পরিমাণ কম । এছাড়াও তূলনামূলকভাবে ডিপ্লয়েড টাইপের যে সমস্ত জাতের কিউটিকলের পুরুত্ব (Cuticle thickness) বেশী (বিটি২১) সেগুলোর পানি হারানোর পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম হওয়ায় উক্ত জাতগুলো খরাপ্রবণ এলাকায় আবাদ করা যেতে পারে।

**(গ) পানি ব্যবহারের ক্ষমতা বাড়িয়ে (Water use efficiency) খরা ব্যবস্থাপনা:** চা একটি ডিপ্লয়েড উদ্ভিদ (Diploid plant) যার ক্রোমোজোম সংখ্যা (Chromosome number) 2n = 30, তবে প্রকৃতিতে ট্রিপ্লয়েড (Triploid) (3n=40), টেট্রাপ্লয়েড (Tetraploid) (4n=60) ও হেক্সাপ্লয়েড (Hexaploid) (6n=90) এগ্রোটাইপ (Agrotype) ও আছে। ক্রোমোজোম সংখ্যা যত বেশী হয় এগ্রোটাইপ গুলোর পাতা তত বেশী কুশন টাইপের হয় এবং পাতার কিউটিকল লেয়ার (Cuticle layer) এর পুরুত্ব (Thickness) তত বেশী হয়। ফলে পাতার টারজিডিটি (Leaf turgidity) তত বেশী হয়, পাতা সজীব থাকে, খরায় কম কাতর হয়। শুধুমাত্র খরা প্রবণ এলাকায় অনুরুপ ক্লোন আবাদ করা যেতে পারে। উল্লেখ্য যে, উক্ত ক্লোনসমুহের (Triploid ও Tetraploid ) ফলন সীমিত। পানি ব্যবহারের ক্ষমতা=শুষ্ক প্রদার্থের ওজন/প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পাতা দিয়ে পানি বের করে দেওয়ার মোট পরিমাণ (WUE= Weight of dry matter/ Transpiration), এক কেজি শুষ্ক পদার্থ তৈরী হতে ২০০-১০০০ লিটার পানি প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পাতা দিয়ে গাছ বের করে দেয় (1Kg Drymatter- >200-1000 Liter water Transpiration)

**(ঘ) ক্লোরোফিল স্ট্যাবিলিটি ইনডেক্স (Chlorophyll Stability Index-CSI%):** খরা চলাকালীন সময়ে যে সমস্ত গাছের ক্লোরোফিল কম ব্যবহৃত হয়, উক্ত জাতগুলো খরা সহনশীল হয, More stable the chlorophyll, more hardier the plant। কাজেই খরা প্রবণ এলাকায় উক্ত জাতগুলো (টেস্টক্লোন বি/৮/৯৩>বিটি২>বিটি১২>বিটি৪>বিটি২৩> বিটি২১) চাষ করা যেতে পারে।

**(ঙ) পাতার আপেক্ষিক পানি ধারন ক্ষমতা (Relative Leaf Water Content-RWC%):** খরা চলাকালীন সময়ে যে সমস্ত গাছের পাতার তুলনামুলকভাবে পানি সংরক্ষণ করার ক্ষমতা বেশী অর্থাৎ পাতার আপেক্ষিক পানি ধারন ক্ষমতা (Relative Leaf Water Content) বেশি থাকে, সেই জাতগুলো (বিটি২> টেস্টক্লোন বি/৮/৯৩>বিটি৪>বিটি২৩>বিটি২১) খরা সহনশীল হয়, কাজেই খরা প্রবণ এলাকায় উল্লেখিত জাতগুলো চাষ করতে হবে।

**(চ) প্রোলিন কনটেন্ট (Proline content):** খরায় যে গাছ যত বেশী প্রোলিন ($\mu$ mol $g^{-1}$ fresh weight) তৈরী করে সেই গাছ খরার প্রতি ততোবেশী সহনশীল হয়। এজন্য খরা প্রবণ এলাকায় উক্ত ক্লোনগুলো (টেস্টক্লোন বি/৮/৯৩>বিটি২>বিটি৪>বিটি২৩>বিটি২১) আবাদ করার জন্য বিবেচনা করা যেতে পারে ।

**(ছ) লীফ ওয়াটার পটেনশিয়াল (Leaf Water Potential-LWP):** যে সমস্ত গাছের লিফ ওয়াটার পটেনশিয়ালের একক (বার) নেগেটিভলি যত কম হয় সেগুলো তত বেশি খরা সহনশীল হয়। উক্ত ক্লোনগুলো খরা প্রবণ এলাকায় আবাদ করা সমীচীন হবে।

**(জ) রিডিউসিং সুগার (Reducing sugar):** খরায় যে জাতগুলোর রিডিউসিং সুগার (Reducing sugar-ppm) তৈরির ক্ষমতা বেশি, সেই জাতগুলো খরার প্রতি তত বেশী সহনশীল হয়। এজন্য খরা প্রবণ এলাকায় উক্ত জাতগুলো আবাদ করার জন্য বিশেষভাবে বিবেচনা করা যেতে পারে ।

**(ঝ) ফ্লাস শুটের সুষম ও অনুরনিক বৃদ্ধি (Evenness of flush):** যে সমস্ত ক্লোন খরা মৌসুমে ফ্লাস শুটের সুষম ও অনুরনিক বৃদ্ধির বৈশিষ্ট সম্পন্ন , সেগুলো মূলত চায়ের মুল উপাদান পলিফেনলের আধিক্যের কারণে হয় । আর যে গাছে পলিফেনল বেশি থাকে সেগুলো স্বাভাবিকভাবে খরা প্রতিরোধি হয় । অনুরুপ বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন জাত খরা প্রবণ এলাকায় আবাদ করা যেতে পারে।

**(ঞ) প্রুনিং পরবর্তী নবাগত ডালপালার দ্রুত পূনঃবৃদ্ধি (Speedy recovery after pruning):** প্রুনিংয়ের পরে যে সমস্ত ক্লোনের নবাগত ডালপালার দ্রুত পূনঃবৃদ্ধি ঘটে, উক্ত জাতসমুহ খরায় কম কাতর হয় অনুরুপ জাত খরাপ্রবণ এলাকায় আবাদ করা যেতে পারে ।

**(ট) চয়ণকৃত পাতার দ্রুত অক্সিডেশন হার (High rate of oxidation):** সাধারণত যে সমস্ত ক্লোনে পলিফেনলের আধিক্য থাকে সেগুলোতেই দ্রুত ও স্বাভাবিক জারণ সংঘটিত হয় । দ্রুত ও স্বাভাবিক জারণ সংঘটিত হওয়া ভাল চা তৈরীর নির্দেশক যা পর্যাপ্ত পলিফেনলের উপস্থিতির কারণে হয় যা খরা প্রতিরোধিতার একটি নির্দেশক (Indicator) ।

**(ঠ) পাতার বোটায় রঞ্জক পদার্থের উপস্থিতি (Pigmentation of petiole):** পাতার বোটায় ক্লোরোফিল এ ও বি, ক্যারোটিন ও জ্যান্থোফিল (Carotene ও Xanthophyll) রঞ্জক পদার্থের উপস্থিতি চায়ের একটি উত্তম গুনাগুন নির্দেশক। আদর্শমানের পলিফেনলের উপস্থিতিই উক্ত উত্তম গুনাগুনের কারণ যা খরা প্রতিরোধিতার একটি নির্দেশক (Indicator) ।

**(ড) পত্রকুঁড়ি ও নবাগত পাতায় পত্ররোমের আধিক্য (Number of pubescence):** পত্রকুড়ি ও প্রথম পত্রে পত্ররোমের আধিক্য তৈরি চায়ের শক্তি, সজীবতা, গাঢ়ত্ব ও উজ্জ্বলতা বাড়িয়ে দেয় । যা মূলত সাত ধরণের অ্যান্টিঅক্সিডেন্টের পর্যাপ্ত সরবারহ (Supplement ও Complement) তথা উপস্থিতির কারণে ঘটে। অ্যান্টিঅক্সিডেন্টের পর্যাপ্ত উপস্থিতি খরা প্রতিরোধিতার নির্দেশক।

**(ঢ) এগ্রোটাইপস (Agrotypes ):** প্রকৃতিতে মোট আট ধরণের চায়ের এগ্রোটাইপ (Tea agrotype) পাওয়া যায় । যথা : চায়না, মণিপুরি, বার্মা, লুসাই, আসাম, হাইব্রিড১, হাইব্রিড২ ও হাইব্রিড৩। এর মধ্যে গাঢ় সবুজ পাতার রং (Dark green leaf colour) বিশিষ্ট মনিপুরি এগ্রোটাইপগুলো স্বভাবতই (Naturally) খরা প্রতিরোধি। কাজেই খরা প্রবন এলাকাগুলোতে উক্ত এগ্রোটাইপগুলো যেমন- হাইব্রিড১ (বিটি৪), হাইব্রিড২ (বিটি২, বিটি১১, বিটি১৭, বিটি২১) ও হাইব্রিড৩ (বিটি৭, বিটি১২) এবং বিটিআরআই এর টেস্টক্লোন বি/৮/৯৩ যা হাইব্রিড ২ নামে পরিচিত আবাদ করে খরা এড়ানো সম্ভব।

**(ণ) বাঞ্জি অনুপস্থিতির সর্বনিম্ন হার (Absence of tendency to dormancy) :** চয়নযোগ্য শূট যা পত্র কুড়িসহ প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র এবং কোন কোন ক্ষেত্রে তৃতীয় পত্রের সমন্বয়ে ঘটে। খরা চলাকালীন সময়েও সুপ্ত কুড়ির দ্রুততার সাথে সুপ্ততা দশা কেটে মুখ খুলে (Sprouting) আড়াই পাতা ও সাড়ে তিন পাতা তৈরি হওয়া খরা প্রতিরোধিতার নির্দেশক। বাঞ্জিদশার সর্বনিম্ন হার বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন ক্লোনের ক্রম: বিটি২> বিটি৪> বিটি৮>বিটি২১>বিটি২৩।

**(ত) ক্যাটেচিন (Catechin):** খরা চলাকালিন সময়ে যে সমস্ত ক্লোনের ক্যাটেচিন (Catechin-ppm) এর পরিমাণ তুলনামূলকভোবে বেশি থাকে সেগুলো খরার তীব্রতাকে ভালোভাবে মোকাবেলা করতে পারে ।

**(থ) ফলন ও গুনগতমান (Yield ও Cup quality):** ফলন ও গুনগতমানই হল চায়ের ক্ষেত্রে প্রধান বিবেচ্য বিষয় (Key Factor), কাজেই খরা প্রতিরোধিতার অন্যান্য সকল গুনাগুনের সাথে যে সমস্ত ক্লোনের ফলন ও গুনগতমান আদর্শ পর্যায়ের সেগুলোকে অগ্রাধিকার দিতে হবে।

**ছায়াতরু ব্যবহার করে খরা ব্যবস্থাপনা:**

বাংলাদেশের আবহাওয়ায় চা উৎপাদনে ছায়াতরু গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এটি চা গাছকে অত্যধিক তাপ (Heat) এবং বিকিরণ (Radiation) থেকে রক্ষা করে। ছায়াতরু মাটি হতে বাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় পানি হারানো (Evaporation loss) এবং গাছপালা হতে প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পাতার সাহায্যে পানি হারানো (Transpiration loss) কমিয়ে দেয়। এছাড়াও বাতাসের গতি কমাতে সাহায্য করে। চা গাছের স্বাভাবিক বৃদ্ধির জন্য ১৮ হতে ২৯ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা আদর্শ। তাপমাত্রা ৩২ ডিগ্রি সেলসিয়াসের উপরে গেলে উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়া (Rate of photosynthesis) তথা শুষ্ক পদার্থ (Dry matter) তৈরি কিছুটা বাধাগ্রস্ত হয়। তাপমাত্রা ৩৭ ডিগ্রি সেলসিয়াসের উপরে গেলে শুষ্ক পদার্থ তৈরির উপর বিরূপ প্রভাব তৈরি হয়, তাপমাত্রা ৪২ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং তার উপরে গেলে গাছ শুষ্ক পদার্থ তৈরি তথা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় খাদ্য তৈরী করতে পারে না। এই ক্ষেত্রে চা বাগানগুলোতে আদর্শ মানের ছায়াতরু থাকলে ছায়াতরু বায়োবিয় তাপমাত্রা (Ambient temperature) হতে গাছের পাতার তাপমাত্রা ৯ হতে ১৩ ডিগ্রি সেলসিয়াস পর্যন্ত কমাতে সক্ষম। এজন্য আমাদের বাংলাদেশের প্রাকৃতিক আবহাওয়ার ক্ষেত্রে "নো শেড নো টি" No shade no tea কথাটি প্রযোজ্য। অর্থাৎ চা বাগান স্থাপনের জন্য ছায়াতরু অবশ্যম্ভাবী। এজন্য বলা হয়ে থাকে চা চারা রোপণ করার সাথে সাথেই অস্থায়ী, আধাস্থায়ী ও স্থায়ী ছায়াতরু রোপন করতে হবে যার বর্ণনা নিম্নরুপ-

**(i) অস্থায়ী ছায়াতরু (Temporary shade):** একসারি অন্তর অন্তর (Row inter Row) সবুজ শস্য (Green crop) হিসেবে ডাল জাতীয় শস্য বগামেডলা অথবা ক্রটোলারিয়া বপন করতে হবে। তবে Crotolaria এর ডালপালা ভেঙ্গে পড়ার (Lodging tendency) প্রবণতা সম্পন্ন হওয়ায় "বগামেডলা" সবুজ শস্য (Green crop) হিসেবে প্রথম পছন্দ (First preferable)। গ্রীন ক্রপ লাগানোর মুখ্য উদ্দেশ্য হল লপিং ও থিনিং (Lopping & Thining) করে সবুজ শস্যের লতাপাতা, মাটিতে মিশিয়ে মাটির অর্গানিক ম্যাটারের স্টাটাস বৃদ্ধি করা। যা খরা এড়ানোর একটি উল্লেখযোগ্য পন্থা।

**(ii) আধাস্থায়ী ছায়াতরু (Semi permanent):** আধাস্থায়ী (Semi permanent) ছায়াতরু হিসেবে ইন্ডিগোফেরা (*Indigoferra teysmanii*) ১০ ফুট দূরে দূরে লাগিয়ে দেওয়া দরকার। ইন্ডিগোফেরা একটি ডালজাতীয় শস্য হওয়ায় রাইজোবিয়াম ব্যকটেরিয়ার সাহায্যে বায়োবিয় নাইট্রোজেনকে সংবন্ধন করতে পারে ও মৃত্তিকার পুষ্টিগুন বৃদ্ধি করে । এছাড়া ইন্ডিগোফেরা প্রচুর পরিমান লতাপাতা মাটিতে সংযুক্ত করে।

**(iii) স্থায়ী ছায়াতরু (Permanent shade):** স্থায়ী ছায়াতরু হিসেবে (ক) আলবিজিয়া অডোরাটিসিমা *(Albizzia odoratissima),* (খ) আলবিজিয়া সাইনেনসিস (*Albizzia sinensis),* (গ) আলবিজিয়া লেবেক *(Albizzia lebbek),* ও (ঘ) ডেরিস রোবাস্টা *(Derris robusta)* লাগিয়ে দিতে হবে। উল্লিখিত ছায়াতরুসমুহ ডালজাতীয় শস্য হওয়ায় রাইজোবিয়াম ব্যকটেরিয়ার সাহায্যে বায়োবিয় নাইট্রোজেনকে সংবন্ধন করে ও মৃত্তিকার পুষ্টিগুন বৃদ্ধি করে । এছাড়া উল্লিখিত ছায়াতরুসমুহ প্রচুর পরিমান লতাপাতা কঁচি ডাল ও পড মাটিতে সংযুক্ত করে। এভাবেও টেকসই পদ্ধতিতে স্থায়ীভাবে খরা মোকাবেলা করা যায় ।

ছায়াতরু গাছের পাতার তাপমাত্রা ৯-১৩°C কমায় (**Reduce Leaf Temerature By ৯-১৩°C**)

| | Ambient Temp. | Leaf Temp. |
|---|---|---|
| No Shade | ৩০-৩২°C | ৪০-৪৫°C |
| Shade | ৩০-৩২°C | ৩১-৩২°C |

নিরপেক্ষভাবে (Randomly) তিন ধরণের ছাঁয়াতরুর গাছের নয়টি স্থান হতে যা প্রতি বার বর্গ মিটার জায়গা হতে সংগৃহীত, ছাঁয়াতরু গাছের পাতা, কঁচি ডাল (twig) ও পড হতে সংগ্রহ পূর্বক দেখা গেছে ছাঁয়াতরু প্রতিবছর প্রতি হেক্টর জমিতে পাঁচ টন জৈব পদার্থ যুক্ত করে **(Shade : Spread ১২ $m^2$, added ৫ tons organic matter $ha^{-১}$ $Year^{-১}$)**

**মৃত্তিকার সর্বমোট সহজলভ্য পানির উপর ছাঁয়াতরুর প্রভাব (Effect of shade on total available water (mm)**

| | Depth (cm) | |
|---|---|---|
| | ০-১৫ (cm) | ১৫-৩০ (cm) |
| No shade | ৭.৮ available water (mm) | ৪.৯ available water (mm) |
| Shade (৬m x২m) | ৮.৫" | ৭.৪" |
| Shade (৩mx২m) | ৯.৭" | ১২.৪" |

**মৃত্তিকা আর্দ্রতা বৃদ্ধির মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:**

৬০ হতে ৭০ শতাংশ মৃত্তিকা আর্দ্রতায় (Soil moisture content) গাছের বৃদ্ধির হার সর্বোচ্চ পরিমানে হয়। ফলে আমাদের বাংলাদেশের আবহাওয়ায় জুন, জুলাই, আগস্ট ও সেপ্টেম্বর মাসে চায়ের মোট ফলনের প্রায় ৭০% ফসল আহরণ (Crop harvest) করা সম্ভব হয়ে থাকে। ৩২ হাতে ৩৬ শতাংশ মৃত্তিকা আর্দ্রতা তথা ফিল্ড ক্যাপাসিটিতে গাছ তার মুখ্য (Macro nutrients যেমন- C, H, O, N, P, K, Ca, Mg ও S) ও গৌন (Micro nutrients যেমন- Fe, Cu, Zn, Mo, B ও Cl) খাদ্য উপাদানসমূহ অনায়াসে মাটি হতে গ্রহণ করতে পারে। এরপর মৃত্তিকার আর্দ্রতা যত কমতে থাকে গাছ তার নিউট্রিয়েন্ট স্বাভাবিকভাবে নিতে পারে না।

মৃত্তিকার আর্দ্রতা ৩০% হলে যাকে মৃদু খরা (Mild stress) বলা হয়, এতে মৃত্তিকা উপাদান গাছের জন্য কিছুটা সহজলভ্য থাকে। মৃত্তিকার আর্দ্রতা ২৪% হলে যাকে মাঝারী ধরনের খরা (Moderate stress) বলা হয়, এতে মৃত্তিকা উপাদান গাছের জন্য অনেকটাই আর সহজলভ্য থাকে না (Partially unavailable), পাতা অনেকটাই ফ্যাকাশে হলদে বর্ণ ধারণ করে। মৃত্তিকার আর্দ্রতা ১৮% হলে বা তার নিচে চলে গেলে গাছ তীব্র খরার (Severe drought) সম্মুখীন হয়। মাটি হতে কোনরূপ খাদ্য উপাদান সংগ্রহ করতে পারে না, এতে মৃত্তিকা উপাদান গাছের জন্য গ্রহনযোগ্য (Unavailable form) অবস্থায় থাকে না। আস্তে আস্তে গাছ নেতিয়ে পড়ে। এক পর্যায়ে পানি ও পুষ্টি উপাদানের অভাবে গাছ মারা যায়। চা আবাদিতে আদর্শ মানের ছায়াতরু থাকলে ছায়াতরু হতে পতিত পত্র পল্লব এর পুরুত্ব (Thickness) আড়াই হতে সাড়ে চার সেন্টিমিটার হলে চা আবাদির মাটির আর্দ্রতা দশ হতে বারো শতাংশ বৃদ্ধি করতে পারে। ছাঁয়াতরু মাটি হতে সরাসরি পানি হারানো বা পানি উড়ে যাওয়া যাকে বাষ্পীয়ভবন (Evaporation loss ) প্রক্রিয়ায় পানি হারানো বলা হয়, ছায়াতরু সরাসরি পানি হারানোকে কমিয়ে দেয়। এছাড়াও গাছ পাতার মাধ্যমে পানি হারায় যাকে প্রস্বেদন (Transpiration loss) প্রক্রিয়ায় পানি হারানো বলা হয়। আদর্শ মানের ছাঁয়াতরু থাকলে ট্রান্সপিরেশন প্রক্রিয়ায় পানি হারানো অনেক কম হয়। এছাড়া মাটিতে জৈব পদার্থ যোগ করেও মাটির পানি ধারণ ক্ষমতা বাড়ানো যায়।

**খরা মৌসুমে সেচের পানির পরিমান নির্ধারণ:**

(১) চা আবাদীতে সেচের পানি প্রদানের সম্ভাব্য হার ভুমির ঢাল ও মৃত্তিকার বুনট শ্রেনীর উপর নির্ভর করে প্রদান করতে হয়।
(The approximate rate of irrigation water application in the tea field depends on the slope of the ground and textural class).

টেবিল: টিলার ঢালে সেচের পানি প্রদানের হার (মিমি/ ঘন্টা
(Table: Rate of irrigation water application in mm/ hour under different slopes)

| মৃত্তিকার বুনট (Soil Texural Class) | গ্রাউন্ড স্লোপ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ০-৫% ঢাল | ৫—৮% ঢাল | ৮-১২% ঢাল | ১২-১৬% ঢাল |
| দোআঁশ বেলে (Loamy sand) | ২০ (মিমি/ ঘন্টা) | ১৮ (মিমি/ ঘন্টা) | ১৫ (মিমি/ ঘন্টা) | ১০ (মিমি/ ঘন্টা) |
| বেলে দোঁআশ (sandy loam | ১৩ " | ১০ " | ৮ " | ৬ " |
| পলি দোঁআশ (Silt Loam) | ১০ " | ৯ " | ৭ " | ৫ " |
| এটেল দোঁআশ (Clay loam) | ৮ " | ৬ " | ৫ " | ৪ " |

টিলার ঢাল তুলনামূলক বেশী খাড়া হলে সেচের সময় বাড়িয়ে পানির পরিমান কমিয়ে দিতে হয়। এতে লিচিং লস এড়ানো যায়।

**Soil is the store house of water, storing capacity depends on (i) soil texture (ii) Soil strcuture, (iii) organic matter, (iv) type of clay**

(২) বেলে দোঁআশ মৃত্তিকার (Sandy loam soil) ক্ষেত্রে মাটি সম্পূর্ণরুপে পানি সিক্ত করতে যতটুকু পানির প্রয়োজন (উদাহরণ হিসেবে ১০০ কেজি মাটিকে পানি সিক্ত করার জন্য ৪০ লি পানি দরকার), উক্ত (৪০ লি) মৃত্তিকা আর্দ্রতার ৩৬% (১৪.৪ লি), ৩০% (১২ লি), ২৪% (৯), ও ১৮% (৭.২ লি) হলে কতটুকু পানি সেচ দিতে হবে তা নিম্নের অনুসুত্র অনুসরণপূর্বক বের করা যেতে পারে-

খরার সময় y= a+bx = ৩.৪+০.০২১৯x ফর্মুলার মাধ্যমে মাটির সঠিক আর্দ্রতা নির্ধারন করা যায় (y= মাটির আর্দ্রতা, x= নিউট্রন প্রোব কাউন্ট, a= intercept/ constant, b= slope)। উদাহরণ স্বরূপ, (i) ৩৬% মাটির আর্দ্রতা স্তরে নিউট্রন প্রোবের সংখ্যা হবে আনুমানিক ১৪৮৯ (ii) ৩০% মাটির আর্দ্রতা স্তরে নিউট্রন প্রোবের সংখ্যা হবে আনুমানিক ১২১৫ (iii) ২৪% মাটির আর্দ্রতা স্তরে নিউট্রন প্রোবের সংখ্যা হবে আনুমানিক ৯৪১ ( iv) ১৮% মাটির আর্দ্রতা স্তরে নিউট্রন প্রোবের সংখ্যা হবে আনুমানিক ৬৬৭।

**খরা শুরুর পূর্বেই স্ট্যান্ডার্ড প্রুনিং অপারেশন অনুশীলন করে খরা ব্যবস্থ্যাপনা:**

সাধারণত গাছে পাতা বেশি থাকলে প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোর পরিমান বেশি হয়, যে কারণে ছাঁটাইবিহীন (Untouched), লাইট স্কিফড এবং হালকা ছাটাইকৃত (LOS= Level of Skiff) সেকশনগুলোর চা গাছে প্রচুর পরিমাণ পাতা থাকায় প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোর পরিমান অনেক বেশি হয়। ফলে ছাঁটাইবিহিন এবং হালকা ছাটাইকৃত চা আবাদি খরার প্রতি বেশি সংবেদনশীল হয়। এজন্য সংশ্লিষ্ট বাগানের চা আবাদীর যে সেকশনগুলো খরা প্রবণ ওই সেকশনগুলোতে এলপি -ডিএসকে -এমএসকে (LP-DSK-MSK) এই তিন বছরের প্রুনিং চক্র অনুসরণ করতে হবে। এতে খরা এড়িয়ে চা আবাদীকে রক্ষা করা সম্ভব।

যে সমস্ত বাগান এলপি -এলএসকে-ডিএসকে -এমএসকে (LP-LSK -DSK-MSK) প্রুনিং চক্র অনুসরণ করেন সেই সমস্ত বাগানে ৩য় বছরে ডিপ স্কিফ করার কথা থাকলেও ইচ্ছায় কিংবা অনিচ্ছায় যদি পুণরায় লাইট স্কিফ (LSK) করে থাকেন সেই ক্ষেত্রে লাইট স্কিফ পুনঃপুনঃ দুই বছর হওয়ায় বুশে বিদ্যমান মেইন্টেনেন্স ফলিয়েজে পুরাতন ১৮ মাস বা তদুর্ধ বয়সী পাতার সংখ্যা বেশী হওয়ায় উক্ত বুশগুলো খরায় দ্রুত কাতর হয়, ফলনের উপর বিরুপ প্রভাব ফেলে, বুশগুলো ঝাড়ুর সদৃশ হয়, পরবরতীতে চা গাছকে টিকায়ে রাখা কঠিন হয়ে পড়ে।

**মেইনটেনেন্স ফলিয়েজে নতুন পাতা সংযোজনের মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:**

৬ মাস বা তার কম বয়সের পাতার সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শুষ্ক পদার্থ (Dry matter) তৈরির ক্ষমতা অনেক বেশি। পুরোপুরি বিকশিত হওয়ার পর ছয় মাস হতে আঠারো মাস পর্যন্ত গাছের পাতা পুরোপুরি কর্মক্ষম থাকে । এরপর বয়স যত বাড়ে ততই পাতার সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শুষ্ক পদার্থ (Dry matter) তৈরির ক্ষমতা কমতে থাকে। পুরাতন বয়স্ক পাতায় এবসিসিক এসিড (Abscicic acid) এর পরিমাণ বাড়তে থাকে। ফলে গাছের নতুন পাতা সোর্স (Source) হিসেবে কাজ করে খাদ্য তৈরি করলেও পুরাতন পাতাসমূহ টিকে থাকার জন্য নতুন পাতার দ্বারা তৈরিকৃত খাদ্য গ্রহন করে, পুরাতন পাতা সমূহ অনেকটাই সিংক (Sink) হিসেবে কাজ করে, এক পর্যায়ে পুরাতন পাতাসমূহ গাছের জন্য বাড়তি বোঝাসরূপ হয়। এইজন্য চার বছর মেয়াদী LP -DS-MS-LS প্রুনিং সাইকেল অত্যন্ত গুরুত্ব দিয়ে সঠিকভাবে অনুসরণ করতঃ

(i) এলপি প্রুনিং বছরে (LP year) পাঁচটি নতুন পাতা সংযোজন তথা ছেড়ে দিয়ে টিপিং করতে হবে।
(ii) ডিএসকে ছাঁটাই বছরে (DSK year) তিনটি নতুন পাতা সংযোজন তথা ছেড়ে দিয়ে টিপিং করতে হবে।
(iii) এমএসকে ছাঁটাই বছরে (MSK year) দুইটি নতুন পাতা সংযোজন তথা ছেড়ে দিয়ে টিপিং করতে হবে।
(iv) এলএসকে ছাঁটাই বছরে (LSK year) একটি নতুন পাতা সংযোজন তথা ছেড়ে দিয়ে টিপিং করতে হবে।

এভাবে আমাদেরকে বুশের মেইনটেনেন্স ফলিয়েজ আদর্শ পর্যায়ে রাখতে হবে। এজন্য মার্চ-এপ্রিল মাসে ৬-৭ দিন অন্তর অন্তর টিপিং উচ্চতায় আসা সুটগুলো জরুরিভাবে ভেঙ্গে দিতে হবে এবং সংগ্রহ করতে হবে। আমাদেরকে একথা অবশ্যই খেয়াল রাখতে হবে যে, “টিপিং” মানেই গাছ থেকে পাতা নিয়ে আসা নহে, বরং গাছকে আদর্শমানের ঝাড় তৈরির সুযোগ করে দেয়া, অর্থাৎ বুশে পর্যাপ্ত নতুন পাতার ব্যবস্থা করে আদর্শ মানের ঝাড় তৈরি করা। এজন্য প্রয়োজনে ৬ হতে ৭ দিন অন্তর অন্তর বিক্ষিপ্তভাবে টিপিং উচ্চতায় আসা সুটগুলো দ্রুততার সাথে সংগ্রহ করতে হবে। এতে সারা বছরের জন্য সর্বোচ্চ সংখ্যক প্লাকিং পয়েন্ট (Number of plucking point) তৈরি হওয়ার সুযোগ হবে। খরা এড়ানোর জন্য সর্বদাই হার্ড প্লাকিং তথা জনম প্লাকিং ও ফিস লিফ প্লাকিংকে অগ্রাধিকার দিতে হবে। খড়া চলাকালীন সময় খরার মারাত্মক অবনতি হলে স্বাভাবিকভাবেই বুশে বাঞ্জিদশা চলে আসে। হার্ড বাঞ্জি তৈরি হলে পাতায় পানি কম থাকায় প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় তুলনামূলক পানি হারানোর পরিমান কম হয়। ফলে খরা মারাত্মক (Severe) আকার ধারণ করলে বাঞ্জি সুটগুলো উত্তোলন না করাই ভাল তথা হার্ড বাঞ্জিগুলো চয়ন না করাই উত্তম।

**ফলিয়ার হিসেবে দুই শতাংশ মিউরিয়েট অব পটাশ সার ব্যবহার করে খরা এড়ানো:**
বিরুপ অবস্থায় তথা প্রতিকুল পরিবেশে পটাসিয়াম দ্রবণ ট্রান্সপিরেশন লস কমায় এবং চা গাছের পানি ব্যবহারের দক্ষতা বাড়ায় । এটি পাতার টার্জিডিটি (Leaf turgidity) বজায় রাখতেও সাহায্য করে। নভেম্বর মাসে যখন বৃষ্টির পানি বন্ধ হয়ে যায়, চা বুশগুলোর পাতা পানির অভাবে পুষ্টি উপাদান গ্রহন করতে না পারায় ফ্যাঁকাশে ও হলদে বর্ণ ধারণ করতে থাকে, ঠিক তখনই প্রতি ১৫ দিন অন্তর অন্তর (Fortnightly intervals) মিউরিয়েট অব পটাশ দুই শতাংশ তথা ২০০ লিটার পানিতে ৪ কেজি এমওপি সার মিশ্রিত দ্রবন তৈরী করে পাতার ফলিয়ার হিসাবে প্রয়োগ করা যায়। এতে পাতায় বিদ্যমান পত্ররন্ধগুলো ফলিয়ার সলিউশন দ্বারা বন্ধ হয়ে যাওয়ায় পাতার লিফ টারজিডিটি সমুন্নত থাকে, পাতা সজীব সতেজ থাকে। পাতা দিয়ে পানি হারানোর পরিমাণ কম হওয়ায় গাছের পাতাগুলো সজীব থাকার একটি উল্লেখযোগ্য কারণ। তীব্র রোদে মিউরিয়েট অব পটাশ ফলিয়ার হিসেবে প্রয়োগ করায় পাতা ঝলসানোর (Burning effect) প্রভাব আছে। এই জন্য মিউরিয়েট অব পটাশ এর মিশ্রিত দ্রবণ অবশ্যই সকাল ১১ ঘটিকার পূর্বে কিংবা বিকাল তিন ঘটিকার পরে ফলিয়ার হিসেবে স্প্রে করতে হবে। লক্ষ্য রাখতে হবে চয়নযোগ্য শুটগুলো চয়নের পর পুরাতন মাতৃ পাতার উপর মিউরিয়েট অব পটাশ ফলিয়ার হিসেবে প্রয়োগ করতে হবে। নতুন শুট ও নতুন পাতার উপর কোন অবস্থাতেই পটাশ ফলিয়ার হিসেবে প্রয়োগ করা যাবে না, কারণ এতে নবীন কচি শুটগুলো ঝলসে যেতে পারে। নভেম্বর ও ডিসেম্বর মাসে খরার কারনে পাতার রং যখন ফ্যাকাশে হলদে বর্ণ ধারণ করে ঠিক তখনই ১৫ দিন অন্তর অন্তর এমওপি ফলিয়ার প্রয়োগ করা যায়।

**দীর্ঘ মেয়াদে খরা চলাকালীন সময়ে ছিটিয়ে (Broadcasting) সার প্রয়োগ বন্ধ রেখে খরা মোকাবেলা:**
গাছ স্ট্রেস কন্ডিশনে (Stress condition) গেলে এবং মারাত্মক খরার সম্মুখীন হলে (Severe) ব্রডকাস্ট পদ্ধতিতে সার প্রয়োগ করা বন্ধ রাখতে হবে। কারণ এতে মাটিতে পুষ্টির ঘনত্ব তথা মৃত্তিকার আর্দ্রতার কন্সেন্ট্রেশন বেশি হওয়ায় বহিঃ অসমসিস (Exo-osmosis) প্রক্রিয়ায় গাছ হতে রস বের হয়ে মাটিতে সংযোজিত হতে পারে। এতে গাছের মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। তবে খরার এরূপ মারাত্মক অবনতি আমাদের দেশে এখনো পর্যন্ত দেখা যায় নি।

**ডালপালা ও প্রুনিং লিটার মালচ মেটেরিয়াল (Mulch material) হিসেবে ব্যবহার করে খরা মোকাবেলা:**
চা গাছ ছাটাই পরবর্তী প্রুনিং লিটার, ডালপালা ও লতা পাতা চা সেকশনের মাটিতে সংরক্ষন করে মাটির আর্দ্রতা বাড়ানো চা বাগান মালিক, প্লান্টারস ও ম্যানেজারদের চিরাচরিত বহুল ব্যবহৃত একটি প্রথা । প্রুনিং লিটার, ডালপালা ও লতা পাতা ব্যবহার করে মাটির অর্গানিক মেটার বৃদ্ধি করা যায়। এতে মাটির পানি ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। ফলে মৃত্তিকা আর্দ্রতাও বৃদ্ধি পায়। তবে প্রুনিং লিটার ও ডালপালা হতে লতা পাতা ঝরে পড়ার পর মোটা ডাল যে গুলো পচনযোগ্য নহে সেগুলো সরিয়ে ফেলা ভাল, কারণ এতে উইপোকা তথা টারমাইটের আক্রমণ (Infestation) হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

**মৃত্তিকা মালচিং (Soil mulching) এর মাধ্যমে খরা মোকাবেলা:** খরা চলাকালীন সময় বিশেষ করে নতুন চা আবাদি এলাকার উপরের স্তরের মাটি ফরকিং করে দিলে মাটি হতে বাষ্পিভবন পদ্ধতিতে পানি উড়ে যাওয়ার পরিমান অনেকাংশে কমানো যায়। এতেও সহজভাবে খরা মোকাবেলা করা যায় ।

**কন্টুর ড্রেন ও কন্টুর পথ তৈরি করে খরা মোকাবেলা:** নির্দিষ্ট দুরূত্বে টিলার ঢালের দিকে দুই ফুট গভীর ও এক ফুট প্রশস্ত ড্রেন তৈরি করতে হবে, ড্রেনটি ৫-১০ ফুট দূরে দূরে ২-৩ ফুট খনন না (Untouch রেখে) করে পকেট সিস্টেম তৈরি করতঃ বর্ষা মৌসুমের পানি সংরক্ষণের ব্যবস্থা করে খরা এড়ানো যায়। এতে সিপেজ ওয়াটার ও রান অফ ওয়াটার (Seepage water ও Run off water) জমা হয়ে টিলার ঢালকে ঠান্ডা রাখে। কন্টুর পকেটের মধ্যে পলি (Siltration) জমা হওয়ায় প্রাকৃতিকভাবে টিলার ঢালগুলো ঠান্ডা থাকে, পিটগুলো বৃষ্টির পানি সংগ্রহের জন্য সহায়ক হয়, যা খরার সময় উপকারে আসে। মাঝে মাঝে পিটগুলো হতে জমানো পলিগুলো কোদাল দিয়ে সংগ্রহ করে সেকশন অভ্যন্তরে ছড়িয়ে দিতে হয় ও পিটগুলো ফ্রি করে দিতে হয়।

**স্লোপ কালচারের (Slope culture) এর মাধ্যমে খরা মোকাবেলা:**
আমাদের দেশে বৃহত্তর সিলেট ও চট্টগ্রামে টিলাতে চা আবাদ করতে হয়। দক্ষিণমুখী (South facing) ঢালগুলো সর্বদাই গরম (Hot slope) হয়। উত্তরমূখী ঢালগুলো (North facing) সাধারণত ঠান্ডা (Cold slope) হয়। পশ্চিমমূখী ঢালগুলো (West facing) আংশিকভাবে গরম হয়। (i) দক্ষিণমূখী ঢালগুলো গরম হওয়ায় কাছাকাছি দুরত্বে (Closure spacing) যথা সারে চার (৪.৫) মিটার অন্তর অন্তর ছায়াতরু লাগিয়ে (ii) উত্তরমূখী ঢালগুলো ঠান্ডা হওয়ায় দুরে দুরে (Larger spacing) নয় (৯) মিটার অন্তর অন্তর ছায়াতরু লাগিয়ে (iii) সমতলে ও পূর্ব ও পশ্চিমুখী (East-west) টিলার ঢালে ৬ মিটার অন্তর অন্তর ছায়াতরু লাগিয়ে খরা মোকাবেলা করা সম্ভব।

**আগাম চারা রোপনের (Early planting) মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:**

চা বাগানের যে সমস্ত জায়গা অতি উচ্চ টিলা, অত্যন্ত খরা প্রবণ, নুরি পাথরময় কোনভাবেই চা গাছ উত্তোলন করা সম্ভব হয় না। সেই সমস্ত এলাকাতেও মে হতে জুনের মধ্যে আগাম চা গাছ রোপন (Early planting) করে চা বাগান প্রতিষ্ঠা করা সম্ভব । এক্ষেত্রে বাগানে চা চারা রোপনের সময় প্রতি পিটে দুই হতে আড়াই কেজি পচা গোবর ৩০ গ্রাম টিএসপি ও ১৫ গ্রাম এমওপি সার দিয়ে মে হতে জুন মাসের মধ্যেই আগাম (Early) প্লান্টিং করতে হবে। জংগল ভালভাবে আপরুটিং, লেভেলিং ও ড্রেসিং করতে হবে। এতে অতি উচ্চ নুড়ি পাথরময় অত্যন্ত বালুকাময় খরাপ্রবণ উঁচু টিলাতেও ভালোভাবে চা বাগান প্রতিষ্ঠা করা সম্ভব। এই ক্ষেত্রে বিটিআরআই কর্তৃক সুপারিশকৃত সকল কৃষিতাত্ত্বিক পরিচর্যা অনুসরণ করার জন্য জোর সুপারিশ করা হলো।

**অত্যন্ত খরা প্রবণ, অতি উচ্চ টিলা, (Too high tillah) অতি উচ্চ নুরি পাথরময় টিলায় খরা মোকাবেলা করে চা বাগান প্রতিষ্ঠা:**

চা বাগানের শুধুমাত্র যে সমস্ত জায়গা অতি উচ্চ টিলা, অত্যন্ত খরা প্রবণ, নুরি পাথরময় কোনভাবেই চা গাছ উত্তোলন করা সম্ভব হয় না, সেই সমস্ত এলাকায় মে হতে জুনের মধ্যে আগাম চা গাছ রোপন (Early planting) করে রোপন সময় হতে পরবর্তী ৩০ মাস গাছগুলোকে কোনরূপ ছাটাই না করে অর্থাৎ ছাটাই বিহীন (Untouch) রাখতে হবে। উল্লেখ্য, উক্ত ত্রিশ মাস সময়ে টিপিং ও প্লাকিং পিরিয়ডে ২৪ ইঞ্চি উচ্চতায় পাতা চয়ন অব্যাহত রাখা। উদ্দেশ্য হলো কাঙ্খিতমানের গাছ সংখ্যা (Number of plant population) নিশ্চিতায়ন করা। পরবর্তীতে ৩০ মাস পরে ছাটাই মৌসুমে (Pruning period) একই সাথে মেরিট বেসিস (Merit basis) তথা মাল্টি স্টেমার হলে ৬-৯ ইঞ্চিতে মুলকান্ডটিকে Decentre এবং সিঙ্গেল স্টেমার হলে Breaking করতে হবে, বাকি ডালপালাগুলো ১৬ ইঞ্চিতে এফএফপি১ প্রুনিং করতে হবে। প্রত্যেক ক্ষেত্রে ২৪ ইঞ্চিতে পাতা চয়ন করতে হবে। এর পরবর্তীতে তৃতীয় বছর ২২ ইঞ্চিতে স্কিফ করতে হবে ও ২৪ ইঞ্চিতে পাতা চয়ন করতে হবে। চতুর্থ বছরে ১৮ ইঞ্চিতে এফএফপি২ (Frame formation pruning২) করতে হবে ও ২৮ ইঞ্চিতে পাতা চয়ন করতে হবে। পঞ্চম বছরে ২৮ ইঞ্চিতে স্কিফ করতে হবে ও ৩০ ইঞ্চিতে পাতা চয়ন করতে হবে।

পরবর্তীতে ষষ্ঠ বছর হতে বিটিআরআই হতে অনুমোদিত পরিণত চা (Mature tea) এর প্রুনিং চক্র অনুসরণ করতে হবে। এভাবেও অত্যন্ত দক্ষতার সাথে বাগানের অতি উচ্চ নুরি পাথরময় খরা প্রবণ এলাকাগুলো চা আবাদির আওতায় নিয়ে আসা সম্ভব। স্মরণ রাখতে হবে এই ব্যবস্থা শুধুমাত্র খরা প্রবণ, নুরি পাথরময় অতি উচ্চ টিলার জন্য প্রযোজ্য। বাগানের বাকি ৯০-৯৫ শতাংশ চা আবাদিতে চলমান বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতিতে চা আবাদ করতে হবে। স্মরণ রাখতে হবে যে, চা আবাদ একটি অত্যন্ত বিজ্ঞানময় প্রক্রিয়া (Tea is the most Scientific crop) যার পদে পদে বিজ্ঞান (Science) জড়িত। কাজেই বিটিআরআই অনুমোদিত বহুল ব্যবহৃত বিজ্ঞানসম্মত পদ্ধতি ব্যবহার করেই চা বাগান প্রতিষ্ঠা করা যুক্তিযুক্ত হবে।

**ব্যালেন্স ফার্টিলাইজার অ্যাপ্লিকেশনের মাধ্যমে খরা মোকাবেলা:**

সাধারণত, সুস্থ ও সবল চা গাছ খরায় কম ভোগে এবং দুর্বল গাছের তুলনায় দ্রুত রিকোভারি করে। সুষম সার প্রয়োগ গাছের স্বাস্থ্য ও প্রাণশক্তি বৃদ্ধি করার অন্যতম উপায়। শুকনো শক্ত মাটিতে সার প্রয়োগ করা উচিত নয় । খরা শেষ হওয়ার পরপরই আর্দ্র এবং ভেজা মাটিতে সার প্রয়োগ করা উচিত। পর্যাপ্ত বৃষ্টি হলে তিন হতে চার বার বৃষ্টির (Shower) পর ৮ হতে ১০ ইঞ্চি গভীর পর্যন্ত মাটি আর্দ্রসিক্ত হলে এপ্রিল মাস হতেই সার প্রয়োগ শুরু করা যায় । প্রথম দফায় সার প্রয়োগের সময় যেহেতু ইউরিয়া সারের সাথে টিএসপি ও এমওপি সার ছিটিয়ে (Broadcast method) প্রয়োগ করতে হয়। স্বভাবতই ইউরিয়া সারের তুলনায় টিএসপি সারের বাষ্পিভবন লস কম হওয়ায় উক্ত সার প্রয়োগের দ্বারা আগাম নতুন ডালপালা তথা পুনঃবৃদ্ধির (Regrowth) পর্যাপ্ত সুযোগ মেলে তৈরি হয় পরবর্তিতে খরার সম্মুখীন হলেও ফলন হ্রাস (Crop loss) হওয়া হতে রক্ষা পাওয়া যায়।

**প্রুনিং এর পূর্বে পাতা চয়ন না করে চা গাছকে বিশ্রাম দিয়ে গাছে জমাকৃত শর্করার (Starch reservation) এর পরিমান বাড়িয়ে খরা মোকাবেলা:**

মিডিয়াম প্রুনিং (MP), হাইট রিডাকশন প্রুনিং (HRP) ও লাইট প্রুনিং (LP) এর ক্ষেত্রে অবশ্য অবশ্যই শর্করা জমা আছে কিনা বা কি পরিমান আছে তা পরীক্ষা করতে হবে। স্টারচ্ জমা কম থাকলে প্রুনিং এর পূর্বে ৪-৮ সপ্তাহ পাতা চয়ন না করে বিশ্রাম (Rest) দিতে হবে, এতে গাছে Starch জমা হওয়ার সুযোগ তৈরি হবে। গাছগুলো প্রুনিং পরবর্তী প্রকোপ (Shock) সহ্য করতে পারবে। প্রুনিং এর পুর্বে Starch পরীক্ষা না করে বিবেচনাহীন ভাবে গাছ প্রুনিং করলে বিশেষত গভীর ছাটাই, এইচআরপি ও এলপি প্রুনিং এর ক্ষেত্রে নতুন সুট আসার পরেও গাছ মারা যাওয়ার অহরহ ঘটনা ঘটে। কাজেই স্টারচ্ পরীক্ষা করে তথা আয়োডিন সলিউশন এর মধ্যে সদ্য উত্তোলিত শেকর চুবায়ে যদি দেখা যায় সেগুলো পর্যাপ্ত নীল (Blue) রং ধারন করেছে তাহলে আমরা বুঝবো পর্যাপ্ত শর্করা জমা আছে। এছাড়াও মৃত্তিকায় পর্যাপ্ত আর্দ্রতা থাকলে সেই ক্ষেত্রে এমপি, এইচআরপি ও এলপি প্রুনিং করা উচিত। শর্করার পর্যাপ্ত রিজার্ভ থাকলে গাছ খরা মোকাবেলা করতে পারে । সুতরাং স্টার্চ পরীক্ষা করার দ্বারা খরা মোকাবেলা করা যায়। বিশেষ করে এমপি প্রুনিং (Medium pruning) এর ক্ষেত্রে চা আবাদির সংশ্লিষ্ট সেকশনকে নভেম্বরের মাঝামাঝি থেকে পাতা চয়ন না করে ৬-৮ সপ্তাহের জন্য বিশ্রাম দেওয়া উচিত। এতে চা গাছের শেকড়ে পর্যাপ্ত শর্করা জমা হওয়ার সুযোগ তৈরি

হয় । শেকড়ে পর্যাপ্ত শর্করা জমা থাকলে গাছ পরবর্তিতে খরার প্রকোপ সহ্য করতে পারে । আগাম ডালপালা গজায় ও ডালপালার বৃদ্ধি অব্যাহত থাকে ।

**অপরিণত চারায় (Young tea) ছাঁটাই এড়িয়ে খরা এড়ানো:**

সর্বদা খরা অবস্থায় অপরিণত চারায় (Young tea) ছাঁটাই এড়িয়ে চলতে হবে । অপরিণত চারায় (Young tea) ছাঁটাই এর ক্ষেত্রে মাটিতে পর্যাপ্ত আর্দ্রতা নিশ্চিত করে ছাঁটাই করা উচিত। এজন্য আগাম প্লান্টিং অর্থাৎ মে-জুন মাসে লাগানো বাচ্চা চারাসমূহ নভেম্বর-ডিসেম্বর মাসে মাটিতে যখন পর্যাপ্ত আর্দ্রতা থাকে তখন ডিসেন্টার বা ব্রেকিং করতে হবে । অপর পক্ষে দেরিতে প্লান্টিং অর্থাৎ সেপ্টেম্বর-অক্টোবর মাসে লাগানো বাচ্চা চারা সমূহ পরবর্তি বছর মে মাসের প্রথম সপ্তাহে বৃস্টির কারণে মাটিতে যখন পর্যাপ্ত আর্দ্রতা যুক্ত হয় তখন ডিসেন্টার বা ব্রেকিং করতে হবে, এতে গাছের টিকে থাকার হার সর্বোচ্চ পাওয়া যাবে।

**খরা বিরাজমান থাকা অবস্থায় পোকামাকড় ও রোগ বালাই নিয়ন্ত্রনে রেখে খরা মোকাবেলা:**

**১. লাল মাকড় এর আক্রমণ প্রতিহত করা:**

খরার প্রকোপ যত বেশী হয়, লাল মাকড় এর উপদ্রব ততই বাড়ে, রোদ যত বেশি হয় লাল মাকড়ের প্রজনন ক্ষমতা তত বেশি হয়, ফলে লাল মাকড়ের আক্রমণও তত বেশী হয়। লালমাকড়ের আক্রমণ পরবর্তীতে সেকেন্ডারি পেস্ট হিসেবে ফাংগাসের আক্রমণ হওয়ায় কো-ইনসিডেন্স (Coincidence) হিসেবে ব্ল্যাক রট রোগের আক্রমণ ঘটে, ফলে গাছ দুর্বল হয়, আস্তে আস্তে চা গাছ মারা যেতে পারে। কাজেই খরা বিরাজমান অবস্থায় গরুত্ব দিয়ে লাল মাকড়ের আক্রমন দমন করতে হবে।

**২. ডাইব্যাক রোগ দমন:**

খরা তথা অতিরিক্ত রোদের কারণে (i) সান স্কচিং (Sun schorching) হয় এরপর কো-ইনসিডেন্স (Coincidence) হিসেবে ডাইব্যাক (Dieback) রোগ হয়। কাজেই আদর্শ ছায়াতরু উত্তোলন করত খরা মোকাবেলা করতে হবে। হেলোপেলটিসের আক্রমণ পরবর্তী (ii) সেকেন্ডারি পেস্ট হিসেবে ছত্রাক (Fungus) এর আক্রমণ হওয়ায় কো-ইনসিডেন্স (Coincidence) হিসেবে ডাইব্যাক রোগের আগমন ঘটে গাছকে দুর্বল করে, খরায় গাছ দ্রুত কাতর হয়।

**খরায় অনেক বেশি ডাইব্যাক হলে খরা শেষে করনীয়:**

অনেক বেশি ডাইব্যাক হলে, নতুন বৃদ্ধিপ্রাপ্ত ডালপালা টিপিং উচ্চতায় আসা পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে, এমএসকে সেকশন হলে যথানিয়মে দুটি পাতা ছেড়ে দিয়ে টিপিং করতে হবে, এলএসকে হলে একটি পাতা ছেড়ে দিয়ে টিপিং/ প্লাকিং করতে হবে। তবে অতিরিক্ত আরও একটি পাতা সংযোজন করা হলে আরও ভাল ফলাফল পাওয়া যাবে।

**খরা শেষ হলে চা গাছের মৃত ডালপালা কেটে খরা ব্যবস্থাপনা:**

খরা শেষ হলে, সেকশনগুলো পরিদর্শন করা উচিত এবং খরার কারণে গাছের মৃত সমস্ত ডালপালা কেটে ফেলা উচিত এতে নতুন সুট বৃদ্ধির জন্য জায়গা তৈরি হবে । এর ফলে প্লাকিং টেবিলে কিছু অসমতা দেখা দিতে পারে কিন্তু খরা কাটিয়ে ওঠার জন্য এর চেয়ে অন্য কোনো উত্তম উপায় নেই।

**৩. রেড রাস্ট রোগ প্রতিহত করার দারা খরা মোকাবেলা:**

খরায় রেড রাস্ট (Red rust) রোগের প্রাদুর্ভাব বেশী হয়, কাজেই বাগানের খরা প্রবণ এলাকায় যাতে Red rust এর প্রাদুর্ভাব না হয়, সেই জন্য দুই বছরের উর্ধ্ব বয়সী পুরনো সবুজ শস্য (Green crop) হিসেবে ব্যবহৃত বগামেডলা গাছ উচ্ছেদ করতে হবে। কারণ দুইবছরের পুরনো বয়স্ক বগামেডলা রেড রাস্ট রোগের হোস্ট প্লান্ট হিসেবে কাজ করে। খরা প্রবণ এলাকায় ও বালির আধিক্য বেশী এমন এলাকায় রেড রাস্ট রেজিস্ট্যান্স ক্লোনগুলো আবাদ করতে হবে, পক্ষান্তরে রেড রাস্ট সংবেদনশীল চায়ের জাত আবাদ হতে বিরত থাকতে হবে।

**৪. থ্রিপস এর আক্রমণ প্রতিহত করার দারা খরা মোকাবেলা:**

খরার প্রকোপ যত বেশী হয় থ্রিপস এর আক্রমণ ততই বেশী হয় । কাজেই থ্রিপস এর আক্রমণ যাতে বেশী না হয় সেই ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।

**(৫) রিমব্লাইট রোগ দমন করার দারা খরা মোকাবেলা:**

খরার কারণে (Jassid) এর আক্রমণ হয়। পরবর্তীতে কো-ইনসিডেন্স (Coincidence) হিসেবে রিমব্লাইট হয়। কাজেই খরা বিরাজমান অবস্থায় গরুত্ব দিয়ে জ্যাসিড এর আক্রমন প্রতিহত করতে হবে।

**খরা পরবর্তী মনিটরিং পূর্বক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করে খরা মোকাবেলা করা:** মে মাসের প্রথম সপ্তাহ পার হয়ে গেলে যখন খরা পুনর্বার সংঘটিত হওয়ার আর তেমন সম্ভাবনা থাকে না, ঠিক তখনই চা আবাদির সেকশনগুলো ঘুরে ঘুরে দেখতে হবে। সাধারণত দেখা যায় খরা প্রবণ এলাকায় জায়গায় জায়গায় কিছু সংখ্যক চা গাছ খরার কারণে ঝাড়ুর সদৃশ হয যায়, তখনই উল্লেখিত বুশগুলোর শুকনো ডালগুলো ধারালো ছুরি দিয়ে কেটে ফেলে দিতে হবে । এরপর একই সাথে দুই সারির মাঝখানে পরিমাণমত অথবা প্রতি চার গাছের মাঝখানে **২.০-২.৫** কেজি পচা গোবর সার ও ৫০-৬০ গ্রাম টিএসপি মাটির সাথে ভালোভাবে ফর্কিং করে মিশ্রিত করে দেয়া দরকার। এরপর মাটি লেভেলিং ও ড্রেসিং করে দেয়া দরকার। খরা পরবর্তি খরা মোকাবেলায় এর থেকে কার্যকরি আর কোন পদ্ধতি নেই । এতে চা গাছে নতুন ডালপালা গজানো ও শুটের পুনঃবৃদ্ধি দ্রুততার সাথে সংঘটিত হয়।

**মাঝারি ধরনের খরা হলে লাইট প্লাকিং তথা মাদার লিফ প্লাকিংয়ের মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:** যদি খরা তেমন তীব্র না হয় তথা মাঝারি ধরনের খরা হয় তবে লাইট প্লাকিং তথা মাদার লিফ প্লাকিং অবলম্বন করতে হবে।

**তীব্র এবং দীর্ঘস্থায়ী খরার ক্ষেত্রে খরা প্রবণ এলাকায় প্লাকিং বন্ধ রেখে খরা মোকাবেলা:** তীব্র এবং দীর্ঘস্থায়ী খরার ক্ষেত্রে শুধুমাত্র খরাপ্রবণ এলাকায় প্লাকিং বন্ধ রাখতে হবে। এতে চয়ণযোগ্য শুটগুলো পর্যায়ক্রমে বাঞ্জি দশায় চলে যায়। হার্ড বাঞ্জি তৈরী হলে শক্ত পাতা হতে প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোর পরিমাণ কম হয়, যা মারাত্মক খরা পরিস্থিতিতে গাছকে টিকিয়ে রাখার জন্য সহায়ক হয়। তবে পোকামাকড় বিশেষ করে মশা ও থ্রিপ্সের আক্রমণ হলে প্লাকিং করেতে হবে।

**খরা শেষে রিকোভারির পরে স্টেপ আপ প্লাকিং এর মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:**

**(i)** খরার তীব্রতার উপর নির্ভর করে, খরা শেষে রিকোভারির পরে লাইট স্কিফ সেকশনে গাছগুলো যখন ঝাড়ুসদৃশ হয়ে যায় তখন যদিও একটি পাতা ছেড়ে দিয়ে পাতা চয়ন করার কথা, সেইক্ষেত্রে অতিরিক্ত আরও একটিসহ মোট দুটি পাতা ছেড়ে দিয়ে প্লাকিং করতে হবে। এতে কর্মক্ষম পাতার পরিমান বৃদ্ধি পাওয়ায় গাছ পুনরায় সারা বছর ধরে লাভজনক হারে বাচ্চা তথা চয়নযোগ্য সুট দেয়ার ক্ষমতা পুনঃ অর্জন করে। ঝাড়ু সদৃশ বুশগুলো হতে লাভজনকহারে চয়নযোগ্য সুট পেতে এর থেকে উত্তম আর কোন পন্থা নেই।

**(ii)** চা আবাদির মধ্যে স্কিফ সেকশনগুলোতে সাধারনত বাঞ্জিদশা খুব বেশি দেখা যায়। চা আবাদিতে বাঞ্জিও একধরনের স্ট্রেস। এক্ষেত্রে মৌসুমের মধ্যমভাগে তথা জুলাই-আগষ্ট মাসে উল্লিখিত স্কিফ সেকশনগুলোতে বাঞ্জিদশা দেখা গেলে স্টেপ আপ (Step up) প্লাকিং অর্থাৎ অতিরিক্ত আরো একটি পাতা ছেড়ে দিয়ে প্লাকিং করা যেতে পারে। এতে কর্মক্ষম পাতার পরিমান বৃদ্ধি পাওয়ায় গাছ পুনরায় বাচ্চা তথা সুট দেয়ার ক্ষমতা পুনঃঅর্জন করে। এতে কাঙ্খিত ফলন পাওয়া যায় ।

**ড্রেনেজ সিস্টেম অনুশীলন করে খরা শুরু হওয়ার আগে খরা ব্যবস্থাপনা:**

সাধারণত অগভীর নালা সমৃদ্ধ ও জলাবদ্ধ (Water logged) এরিয়াতে জন্মানো চা গাছগুলো অগভীর শেকড় বিশিস্ট হয়ে থাকে এবং খরার সময় বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হয়। কারণ পানি ও পুষ্টি সহজলভ্য (Available) হওয়ায় গাছের শেকড় মাটির গভীরে যাওয়ার প্রয়োজন হয় না, গাছ শেকড় ছাড়ে না। সামান্য এরিয়া ব্যাপি গাছের শেকড় থাকে। এর থেকে উত্তরনের জন্য-

চা বাগানের সেকশন অভ্যন্তরে পার্শ্ব (Lateral) ড্রেইনগুলো পর্যায়ক্রমে ৩ থেকে ৩.৫ ফুট, সেকশনের বাহিরে সাবল্যাটেরাল (Sub-lateral) ড্রেইনগুলো ৩.৫ থেকে ৪ ফুট এবং রাজনালা (Main drain) ৫ থেকে ৭ ফুট গভীরতা সম্পন্ন করে পানির প্রাকৃতিক প্রবাহ (Natural catchment) অনুযায়ী পানি জমা হওয়ার উৎস (Outlet) এর সহিত নালা সংযুক্ত করে দিতে হয়।

ড্রেনগুলোর সাথে সঠিক নিষ্কাশন ব্যবস্থা গড়ে তুলতে হবে, পর্যায়ক্রমে ড্রেন গভীর করা হলে পানির স্তর নিচের দিকে যাওয়ার সাথে সাথে গাছগুলোকে পানি এবং পুষ্টির অন্বেষণে গভীর শেকড়বিশিষ্ট (Deep rooted) হতে সাহায্য করে এবং খরার সময় মাটির গভীর হতে রস শোষণে সহায়তা করে। ড্রেন গভীর করা হলে শেকড় গভীর হওয়ার কারণে দীর্ঘ এরিয়া ব্যাপি খাদ্য পুষ্টি গ্রহন করে গাছ সজীব, সতেজ হৃষ্টপুষ্ট হয়ে উঠে।

উল্লেখ যে, ড্রেইনেজ সিস্টেম উন্নয়নের সকল প্রক্রিয়া চা গাছ লাগানোর পর হতে বাস্তবতার নিরিখে অপরিণত চায়ের প্রথম বছর হতে পঞ্চম বছরে ধাপে ধাপে সম্পাদন করতে হবে। প্রথম বছরে যেহেতু পলিটিউবে চা চারার শেকরের গভীরতা সর্বোচ্চ নয় ইঞ্চি পর্যন্ত থাকে, সেকারণে প্রথম বছর ড্রেনের গভীরতা এক হতে দেড় ফুট পযর্ন্ত, দ্বিতীয় বছর দেড় হতে দুই ফুট পযর্ন্ত, তৃতীয় বছর দুই হতে আড়াই ফুট পযর্ন্ত, চতুর্থ বছর আড়াই হতে তিন ফুট পযর্ন্ত এবং পঞ্চম বছর তিন হতে সারে তিন ফুট পযর্ন্ত করা যেতে পারে।

Main component of drainage system (i) Outlet (ii) Main Drains (iii) Lateral drains, (iv) Drainage spacing, (v) drain location (vi) types of drain system (a) Herring bone (b) Grid Iron (c) Random (vii). Drain construction, (viii) drain junction

**এলপি সেকশনে প্রুনিংয়ের পূর্বে পঁচা গোবর সার ব্যবহার করে খরা মোকাবেলা:**
চা বাগানের চিরাচরিত প্রথা অনুযায়ী তৈরী চায়ের গুণগতমান ও ফলনের মধ্যে অভুতপূর্ব সমন্বয় ঘটানোর জন্য প্রতি বছর বিটিআরআই অনুমোদিত একচতুর্থাংশ লাইট প্রুনিং, একচতুর্থাংশ ডিপস্কিফ ছাটাই, একচতুর্থাংশ মিডিয়াম স্কিফ ছাটাই, একচতুর্থাংশ লাইট স্কিফ ছাঁটাই করতে হয়। উপোরক্ত একচতুর্থাংশ লাইট প্রুনিংয়ের আওতাধীন চা আবাদিতে প্রুনিংয়ের সাথে সাথে পঁচা গোবর তথা জৈব সার প্রয়োগ করে খরা মোকাবিলা করা যায়। যা বাংলাদেশের চা বাগানগুলোর একটি Sustainable & Good Agricultural Practice। চা আবাদির ক্ষেত্রে এলপি প্রুনিংসহ এমপি ও এইচআরপি প্রুনিংয়ের ক্ষেত্রে প্রতি হেক্টর চা আবাদিতে পাঁচ টন পঁচা গোবর প্রতি দুই সারির মাঝখানের মাটি উলট-পালট (Fork) করে মাটির সাথে ভালোভাবে মিশিয়ে দিতে হবে। এরপর মাটি লেভেলিং (Levelling) ও ড্রেসিং (Dressing) করে দিতে হবে। এতে মাটিতে পর্যাপ্ত আর্দ্রতা সংরক্ষণ হওয়া, গাছের জন্য পুষ্টি উপাদান গ্রহনযোগ্য অবস্থায় (Available form এ) আসা ও গাছের শেকড়ে স্টার্চ জমা হওয়ার সুযোগ তৈরি হয়। ফলে গাছ প্রুনিংয়ের পর ছাঁটাই জনিত প্রকোপ (Pruning shocked) সহ্য করতে পারে। এলপি প্রুনিং পরবর্তি চা গাছ মারা যাওয়ার মতো খারাপ পরিস্থিতি মোকাবেলা করতে পারে। মৃত্তিকায় অর্গানিক ম্যাটার যুক্ত হওয়ার কারণে মাটির পানি ধারণ ক্ষমতা বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। এ ব্যবস্থা শুধুমাত্র এলপি প্রুনিং এর আওতাভূক্ত সেকশনে খরা এড়ানোর জন্য প্রুনিংয়ের পরপরই প্রয়োগ প্রযোজ্য।

**জৈব পদার্থ (Organic matter) ব্যবহার করে সবচেয়ে বেশি ক্ষতিগ্রস্থ চা আবাদিতে খরা ব্যবস্থাপনা:**
জৈব পদার্থ (Organic matter) বিশিষ্ট মাটি বেশি পানি ধরে রাখতে পারে এবং বেশি জৈব পদার্থ বিশিষ্ট মাটিতে জন্মানো গাছপালা খরার সময়ে কম ক্ষতিগ্রস্ত হয়। তাই মাটিতে জৈব সার এবং গোবর প্রয়োগ করে মাটির জৈব পদার্থের পরিমান বৃদ্ধি করা উচিত। বিশেষ করে অপরিণত চা আবাদী এবং খরায় বেশি ক্ষতিগ্রস্ত ঝাড়ুসদৃশ্য চা গাছসমুহের গোড়ার মাটির অর্গানিক ম্যাটার বৃদ্ধি করা উচিত। চারটি গাছের মাঝখানে বা দুটি সারির মধ্যে ফর্কিং করে মাটি ওলট-পালট করে দুই হতে আড়াই কেজি পঁচা গোবর এবং ৫০-৬০ গ্রাম টিএসপি সার প্রয়োগ করে ইতোমধ্যে ক্ষতিগ্রস্ত চা গাছসমুহকে দ্রুত পুনঃরুদ্ধার (Recover) করা সম্ভব। এটি চা আবাদীর শুধুমাত্র ইতোমধ্যে ক্ষতিগ্রস্ত সেকশনের সমতল ভূমি (Flat land) এলাকার চা গাছের গোড়ায়, মৃদু ঢাল (Gentle slope) এলাকার চা গাছের গোড়ায়, এবং টিলার উপরে অবস্থিত সমতল (Flat land) অংশের জন্য প্রযোজ্য। মাটির ক্ষয় (Soil erosion) এড়াতে খাড়া ঢালে (Steep slope) এটি অনুশীলন করা উচিত নয় ।

**কচুরিপানা মালচ** (Mulch material) **হিসেবে ব্যবহার করে খরা মোকাবেলা:**
কচুরিপানা মালচ হিসেবে অতুলনীয়।_বাচ্চা চা চারা (Young tea) এর পাশাপাশি খরা বিরাজমান থাকা অবস্থায় পরিণত চা (Mature tea) আবাদির খরা প্রবণ এলাকার চা গাছগুলো রক্ষার জন্য ও চায়ের বৃদ্ধি ও উৎপাদনশীলতার জন্য মালচিং অত্যন্ত উপকারী। এটি মাটির আর্দ্রতা বহুলাংশে বৃদ্ধি করে । খরা শুরুর পূর্বেই মালচিং করা উচিত। নতুন বাচ্চা চা চারার জন্য কচুরিপানা মালচ হিসেবে খুবই উপযোগী। অন্যান্য মালচের ক্ষেত্রেও যেমন- বাগরাকোট, ভাট গাছসহ অন্যান্য দ্বিবীজ পত্রি উদ্ভিদের লতাপাতা, মালচ ম্যাটেরিয়াল হিসেবে ব্যবহার করা যায়। এখানে লক্ষ্য রাখতে হবে যে, চা গাছের গোরায় যাতে ব্লাকরট রোগের আক্রমন না হয় সেজন্য চা গাছের গোরার কিছুটা অংশ ফাকা রেখে মালচ ম্যাটেরিয়াল গুলো চার হতে ছয় ইঞ্চি পুরু করে দিতে হবে। এতেও সহজভাবে খরা এড়ানো সম্ভব।

**সঠিক ইনফিলিং (Infilling) এর মাধ্যমে খরা মোকাবেলা:** "চা চারা দুইটি মরলে তিনটি লাগান, যখন মরবে তখনই লাগান" এই ধারণার উপর চা বাগান প্রতিষ্ঠা করতে পারলে সহজভাবে খরা মোকাবেলা করা খুবই সম্ভব। কারণ চা আবাদী যতই কমপেক্ট (Compact) হবে, বাস্পিভবন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোর পরিমাণ (Evaporation loss) তত কম হবে। আগাছার প্রকোপ হবে না, বরং আগাছা দমন সহজ হবে, প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানিও কম হারাবে।

**লেস্টওভার (Left over) চা চারা না লাগিয়ে খরা মোকাবেলা:** লেস্টওভার চারা দিয়ে কখনোই বাগান প্রতিষ্ঠা করা সম্ভব নহে। কমপক্ষে বার মাস বয়সি, ১৮ ইঞ্চি উচ্চতা সম্পন্ন, পেনসিল সম বেড় (Pencil thickness girth), হৃষ্ট পুষ্ট সজীব সতেজ হার্ডেনিং করা চা চারা দিয়ে বাগান প্রতিষ্ঠা করতে হবে। লেস্টওভার চা চারা খরায় দ্রুত ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

**নির্বিচারে ইউরিয়ার ফলিয়ার হিসেবে ব্যবহার এড়ানোর দ্বারা খরা প্রতিহত করন:**

নির্বিচারে ইউরিয়া সারের দ্রবণ ফলিয়ার হিসেবে ব্যবহার এড়ানোর দ্বারা খরা প্রতিহত করা যায়। ইউরিয়া ও এমওপি সার (i) পর পর তিন বছর নির্বিচারে ব্যবহার করা হলে অথবা (ii) একই বছর বারংবার ব্যবহার করা হলে ইউরিয়া যেহেতু গাছের লতাপাতার খুব বেশি বৃদ্ধি ঘটায় সেজন্য এক পর্যায়ে গাছ তার খাদ্যের রিজার্ভের অভাবে প্রতিরোধ ক্ষমতা হারিয়ে ফেলে। রোগবালাই, পোকামাকড় ও খরায় সংবেদনশীল হয়ে যায়। গাছ মারাত্মকভাবে ক্ষতির সম্মুখীন হয়।

**সীমিত পরিসরে আদর্শ মানের ফলিয়ার ব্যবহার করার দ্বারা প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষভাবে খরা মোকাবেলা:**

**(i)** খরাকালীন মশার আক্রমণ ব্যাপক হলে ব্লাক প্লাকিং পরবর্তী উপযুক্ত মশানাশক ব্যবহার করে মশা দমন পূর্বক দ্রুত রিকভারির জন্য রিহ্যাবিলেটরি স্প্রে হিসেবে ২০০ লিটার পানিতে ১% ইউরিয়া + ১% জিংক সালফেট + ০.১% বোরিক এসিড ব্যবহার করা যেতে পারে।

**(ii)** বাঞ্জি দশা এক ধরণের স্ট্রেস (one kind of stress): বাঞ্জি দশা হতে উত্তোরণের জন্য **বাঞ্জি বিরাজমান অবস্থায়** নিম্নোক্ত boost up dose ব্যবহার করা যেতে পারে: (a) হেক্টর প্রতি ৫০০ লিটার পানিতে ২৫০ গ্রাম চিলেটেড জিংক + ৫৫ গ্রাম বোরন + ৪০০ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ও ৩০০ এমএল বায়োক্যাড ফলিয়ার প্রয়োগ করা যেতে পারে। (b) ২০০ লিটার পানিতে ২-৪ কেজি সুপার মাইক্রো (৭.৫% সালফার + ১৪.৫% ক্যালসিয়াম + ৩.০% ম্যাগনেসিয়াম + ১১% দস্তা + ১.২% বোরন + ০.৮% কপার + ০.৭% লৌহ + ০.৩% ম্যাঙ্গানিজ + ০.০২% মলিবডেনাম + ৬১.২৫% অন্যান্য) ফলিয়ার প্রয়োগ করা যেতে পারে। (c) ২০০ লিটার পানিতে ৩ কেজি ডিএপি + ১ কেজি এমওপি + ৩ কেজি ইউরিয়া ফলিয়ার প্রয়োগ করা যেতে পারে। ডিএপি প্রয়োগের ২৪ ঘন্টা পূর্বে পানিতে ভিজিয়ে রেখে সাসপেনশন তৈরি করে নিতে হবে। (d) ২০০ লিটার পানিতে ২ কেজি জিংক সালফেট+১ কেজি ম্যাগনেসিয়াম সালেফেট +১ কেজি এমওপি+৩কেজি ইউরিয়া ফলিয়ার প্রয়োগ করা যেতে পারে। (e) একর প্রতি ২০০ লিটার পানিতে ১ কেজি ইউরিয়া + ১ কেজি জিংক সালফেট + ১২০ এমএল বায়োক্যাড ফলিয়ার প্রয়োগ করা যেতে পারে।

**(iii)** যে কোন শোষক পোকার (বিশেষ করে থ্রিপস ও red স্লাগ পোকা) আক্রমণ হলে গাছ স্ট্রেস কন্ডিশনে চলে যায়। তখন ২০০ লিটার পানিতে ১% জিংক সালফেট + ২% ইউরিয়া + ৫ লিটার তামাক পাতার স্টক সলিউশন ফলিয়ার হিসেবে প্রয়োগ করা যায়। (স্টক সলিউশন তৈরীর পদ্ধতি: ৫ কেজি শুকনো তামাক পাতা কুচিকুচি করে কেটে ২৪ ঘন্টা পূর্বে ২০০ লিটার পানির সাথে ভালভাবে মিশিয়ে স্টক সলিউশন তৈরী করতে হবে। ব্যবহারের পূর্বে তামাক পাতা ছেকে আলাদা করে নিতে হবে। এর পর উক্ত ২০০ লিটার ষ্টক সলিউশন হতে ৫ লিটার করে নিয়ে ২০০ লিটার ফ্রেশ পানির সাথে মিশ্রিত করে ব্যবহার করা যায়। অর্থাৎ ২০০ লিটার পানি ধারণ ক্ষমতা সম্পন্ন ড্রামে ৪০ বার (২০০/৫=৪০) স্টক সলিউশনটি ব্যবহার করা যাবে।

**(iv)** এমএসকে এবং এলএসকে সেকশনে ফেব্রুয়ারি মাসে খরা মোকাবেলার জন্য ২০০ লিটার পানিতে ২.৫ কেজি ম্যাগনেসিয়াম সালফেট + ১ কেজি এমওপি শুধুমাত্র একবারের জন্য ফলিয়ার হিসেবে প্রয়োগ করা যেতে পারে।

## *Trichoderma asperellum* ব্যবহার করার মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:

(i) শুষ্ক মৌসুমে নার্সারিতে চায়ের চারার দ্রুত বৃদ্ধির জন্য, (ii) শীতকালে খরা মৌসুমে চারা রোপণের পর গাছের মৃত্যুহার কমাতে, (iii) LP-DSK-MSK-LSK ছাঁটাইয়ের পরপরই ছত্রাকের আক্রমণ নিয়ন্ত্রণ করতে এবং (iv) ছাঁটাই পরবর্তী দ্রুত প্রুনিং রিকোভারির জন্য এবং (v) কাঙ্খিত ফলনের জন্য ছত্রাকনাশক গুন সম্পন্ন অনুজীব সার হিসেবে প্রতি লিটার পানিতে ৫ গ্রাম Trichoderma asperellum এর মিশ্রণ খুব ভালোভাবে মিশিয়ে প্রতি দুই মাস অন্তর অন্তর স্প্রে করতে হবে। উল্লেখ্য যে, যে কোন ধরণের জৈবসার ব্যবহারের পুর্বে প্রতি টন জৈবসার এর সাথে এককেজি *Trichoderma asperellum* ভালভাবে মিশিয়ে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া, ট্রাইকোকম্পোস্ট তৈরি করার জন্য হিপ তৈরির শুরুতে প্রতি টনে এক কেজি *Trichoderma asperellum* ভালভাবে মিশাতে হবে এবং কম্পোস্ট তৈরির শেষ পর্যায়ে প্রতি টনে পূনরায় এককেজি *Trichoderma asperellum* ভালভাবে মিশিয়ে কয়েক দিন পর মাটিতে প্রয়াগ করতে হয়।

*Trichoderma asperellum* এর অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার:

(i) নতুন চারার মাটি শোধনঃ

প্রতি চারার পিটের (গর্তে) ১০ গ্রাম ট্রাইকোডার্মা পাউডার পঁচা গোবর বা কম্পোস্ট বা অন্য কোন জৈব সার এর সাথে ভালভাবে মিশিয়ে ব্যবহার করতে হবে।

(ii) পুরাতন চা আবাদীর মাটি শোধনঃ

প্রতি একর চা আবাদীতে প্রায় ৩.০ কেজি ট্রাইকোডার্মা পাউডার পঁচা গোবর বা কম্পোস্ট বা অন্য কোন জৈব সারের সাথে মিশিয়ে বছরে একবার জমিতে প্রয়োগ করে মাটির সাথে মিশিয়ে দিতে হবে।

(iii) ক্লোন কাটিং শোধনঃ

১০-১৫ গ্রাম পাউডার ১ লিটার পানিতে মিশিয়ে সদ্য প্রস্তুতকৃত কাটিং ১০-১৫ মিনিট ডুবিয়ে রেখে শোধন করে রোপন করতে হবে।

**সেচ ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে খরা ব্যবস্থাপনা:**

খরার প্রাদুর্ভাব হওয়া সেকশনে খরা এড়ানোর জন্য সেচই হল সর্বোত্তম উপায়। চা গাছ, বিশেষ করে বাচ্চা চা চারাকে রক্ষা করতে সঠিক সময়ে সঠিক পরিমাণে সেচের ব্যবস্থা করতে হবে। বিরাজমান খরা অবস্থায়, দীর্ঘ ব্যবধানে বেশি পরিমাণের পানি সেচের তুলনায় স্বল্প ব্যবধানে কম পরিমাণে পানি দিয়ে সেচ ব্যবস্থা বেশি কার্যকর। সেচ ব্যবস্থা কার্যকর করার জন্য সেচের পানি চা গাছের শেকড়ের গভীরতা পর্যন্ত পৌঁছানোর ব্যবস্থা করতে হবে। অনেক উন্নত চা বাগানে স্থায়ী স্প্রিংকলার সেচ ব্যবস্থা রয়েছে এবং তাদের পক্ষে খরা পরিস্থিতি মোকাবিলা করা সহজ। যাদের স্প্রিংকলার সেচের ব্যবস্থা নেই কিন্তু ভালো পানির উৎস আছে, তারা পাম্প এবং হোস পাইপ ব্যবহার করে বাচ্চা চা চারায় সেচ দেওয়ার কথা বিবেচনা করতে পারেন। বাগানের জন্য গভীর জলাধার খনন করে সেচের উদ্দেশ্যে পানির উৎস নিশ্চিত করতে হবে।

**দীর্ঘ ও মারাত্মক খরা পরিস্থিতির ক্ষেত্রে, স্কিফ ছাটাই (শীর্ষ ২-৩ ইঞ্চি পাতার লেয়ার অপসারণ) করে খরা ব্যবস্থাপনা:**

যখন চা গাছগুলো ক্রমাগত নতুন শ্যুট উৎপাদন করে এবং ক্রমাগত প্লাকিং করা হয়, তখন স্বাভাবিকভাবেই গাছগুলোর রিজার্ভ কমে যাওয়ায় একটি স্ট্রেস কন্ডিশনে পড়ে। দীর্ঘ ও মারাত্বক খরা পরিস্থিতির ক্ষেত্রে, খরা প্রবণ এলাকায় স্কিফ (শীর্ষ ২-৩ ইঞ্চি পাতার লেয়ার অপসারণ) ছাটাই অনুশীলন করা যেতে পারে, যাতে নতুন শ্যুট উৎপাদন সাময়িকভাবে বন্ধ থাকে। এতে বার্ষিক ফলন কিছুটা হ্রাস পেলেও বিনিময়ে চা গাছ মারা যাওয়া হতে রক্ষা পাবে অর্থাৎ বৃহত্তর স্বার্থে এটিই একটি উত্তম ব্যবস্থাপনা।

স্কিফ ছাটাইসহ যে কোন ছাটাইয়ের পরপরই কপার ফানজিসাইড প্রয়োগ করতে হয়, না হলে গাছের ক্ষত জায়গায় ছত্রাকের আক্রমণ হয় ও পরবর্তীকত নতুন ডাল পালার পুণবৃদ্ধি হতে অনেক সময় ক্ষেপন হয়।

**অ্যান্টি-ট্রান্সপিরেন্ট (Anti-transpirant) ব্যবহার করে খরা ব্যবস্থাপনা:**

চা বুশের রক্ষণাবেক্ষনকারী (Maintenance foliage) পাতার উপর ফলিয়ার (Foliar) হিসেবে অ্যান্টি-ট্রান্সপিরেন্ট যৌগ যেমন কেওলিন ও কাইসেরাইট (Kaolin & Kieserite) ইত্যাদি প্রয়োগ করা যেতে পারে। কেওলিন ও কাইসেরাইট চা গাছের পাতার উপর একটি পাতলা আবরণ তথা আস্তর তৈরি করে পত্ররন্ধ্রসমূহকে ঢেকে রাখে। ফলে প্রস্বেদন প্রক্রিয়ায় পানি হারানোকে কমিয়ে দেয়, পাতার টার্জিডিটি সমুন্নত রাখে। কেওলিন ও কাইসেরাইট প্রয়োগ করার সময়, দ্রবনের ঘনত্ব আবশ্যই পাঁচ শতাংশ রাখতে হবে।

**আশ্রয় (Shelter) বেল্ট স্থাপন:**

বাগানের মধ্যে চায়ের সেকশনের বাহিরে এবং রাস্তার উভয়পার্শে আদর্শ মাইক্রো-ক্লাইমেটিক অবস্থা তৈরি করতে ক্যাসিয়া, আকাশমনি ও নিম (*Cassia siamea, Acacia sp., Melia azadirachta*) ইত্যাদি দক্ষিণ ও পশ্চিম সীমান্তে লাগানো যেতে পারে। এই গাছগুলো উইন্ড ব্রেকার এবং শেল্টার বেল্ট হিসেবেও কাজ করবে।

**খরা সহনশীল জাত রোপণ:**

খরাপ্রবণ এলাকায়, খরা প্রতিরোধী ক্লোন যেমন বিটি২, বিটি৪, বিটি৭, বিটি৮, বিটি১১, বিটি১২, বিটি১৭, বিটি১৯, বিটি২১ ও বিটি২৩ এবং বিটিএস১ ও বিটিএস৫ এর মতো বাইক্লোনাল চা চারা রোপণ করা যায়।

(ড. মোঃ ইসমাইল হোসেন)
পরিচালক (ভারপ্রাপ্ত)।

## ***Preface***

Tea cultivation in Bangladesh is increasingly threatened by prolonged periods of drought, which pose significant challenges to both the productivity and quality of tea. Drought profoundly impacts tea cultivation by imposing severe physiological stress on tea plants due to water deficiency, leading to wilting, reduced leaf size, stunted growth and impaired nutrient uptake which collectively diminish plant health and productivity.This results in drastically reduced yields and a decline in the quality of tea leaves, directly impacting the economic viability of tea estates.

Addressing these issues necessitates a comprehensive approach involvinguse of drought-resistant tea cultivars, efficient water management practices, soil conservation techniques such as mulching and the use of cover crops, sustainable agricultural practices and robust policy support alongside community engagement to build resilience against the adverse effects of drought.

This circular is an endeavor to address the present issue of drought in the context of tea cultivation in Bangladesh. It aims to provide a detailed framework for understanding, mitigating and managing the adverse effects of drought on tea plantations. Drawing from local experiences, scientific research and innovative practices, this guide seeks to equip tea growers and stakeholders with the necessary tools and knowledge to combat drought effectively.

By compiling insights from the latest research, field studies, and expert recommendations, this circular aims to serve as a comprehensive resource for tea growers, agricultural advisors, policymakers and other stakeholders in Bangladesh. It underscores the necessity of proactive and adaptive measures to ensure the resilience and sustainability of the tea industry in the face of climatic challenges.

I hope this circular will guide the tea-growing community in Bangladesh towards more resilient and sustainable practices, ensuring that the tea industry continues to thrive even amid the challenges posed by drought.

(Major General Md. Ashraful Islam, *ndc, psc)*

Chairman, Bangladesh Tea Board

**Bangladesh Tea Research Institute**
**(An organ of Bangladesh Tea Board)**
**Srimangal, Moulvibazar.**

## Sustainable Drought Management
## (Management before drought, onset drought and after drought)

Drought is a natural phenomenon that cannot be prevented. However, with proper management, the adverse effects of drought can be reduced to some extent. Tea plantations have been suffering from severe and prolonged drought in recent years. The tea plantations of greater Sylhet, Chittagong and northern areas have experienced a second phase of prolonged drought, especially in early March and early April, in previous years, especially in early 2023, what we call second drought. At this time there is intense heat which lasts till the first week of May. In this year 2024 too, between 10-12th of March and April, Balishira, Monu-doloi, Lungla, Juri, North Sylhet and Luskerpore valley received 3-4 inches of rainfall on an average, but then the rainfall stopped completely till 30th of April. Currently, the temperature is 37 to 38 degrees Celsius every day, which in some cases increases to 40 to 42 degrees Celsius.

Avoiding drought by improving the morpho-physiological process of the plant:

a) **Drought management by increasing the rate of photosynthesis**: The higher the dry matter production rate of the clone, the more drought tolerant the clone. Generally, Monipuri Agrotype with dark green leaf color showed higher Absolute Growth Rate (AGR, g day-1), Relative Growth Rate (RGR, mg g-1 day-1) and Net Assimilation Rate (NAR, mg dm-2 day-1) during drought. Therefore, the varieties such as BT2, BT4, BT7, BT11, BT12, BT21 can be cultivated indrought-prone areas.
b) **Drought avoidance by planting clones with low rate of transpiration loss**: Those clones that have low rate of transpiration loss are drought tolerant. In this case, China Agrotype, Hybrid1 (BT4, BT8) and Hybrid2 (BT2, BT11, BT17, BT21) have smaller leaf size and relatively less total water loss. Also, comparatively diploid type cultivars with higher cuticle thickness (BT21) have less water loss and can be cultivated in drought prone areas.
c) **Drought management by increasing water use efficiency**: Tea is a diploid plant with chromosome number 2n = 30, but in nature, there is triploid (3n=40), tetraploid (4n= 60) and Hexaploid (6n=90) Agrotype is also there. The higher the chromosome number, the more cushion type the leaves of the agrotypes and the cuticle layer is thicker. As a result, the leaf turgidity is higher, the leaves remain alive, and less dry in drought. Only thesetypes of clones can be grown in drought-prone areas. It should be noted that the yield of the clones (Triploid and Tetraploid) is limited. Water use capacity = weight of dry matter / total amount of water transpiration through the leaves (WUE = Weight of dry matter / Transpiration), 200-1000 liters of water are transpired by the leaves to produce 1 kg of dry matter (1Kg Drymatter- >200-1000 Liter water Transpiration)

d) **Chlorophyll Stability Index (CSI%):** During drought, those plants that use less chlorophyll, those varieties are drought tolerant. The more stable the chlorophyll, more hardier the plant. So the cultivars (B/8/93>BT2>BT12>BT4>BT23>BT21) can be cultivated in drought-prone areas.
e) **Relative Leaf Water Content (RWC%):** During the drought period, those varieties that have relatively high water retention capacity i.e. relative leaf water content (RWC%) (B/8/93>BT4>BT23>BT21) are drought tolerant, so the mentioned varieties should be cultivated in drought-prone areas.
f) **Proline content:** The more proline (µmol g-1 fresh weight) the plant produces in drought, the more drought-tolerant the plant is. Therefore, the clones (Testclone B/8/93>BT2>BT4>BT23>BT21) can be considered for cultivation in drought-prone areas.
g) **Leaf Water Potential (LWP)**: The less negative the unit (bar) of leaf water potential, the more drought tolerant the plants are. The clones will be suitable for cultivation in drought-prone areas.
h) **Reducing sugar:** The varieties thatare more capable of producing reducing sugar (Reducing sugar-ppm) in drought, those varieties are more tolerant to drought. For this reason, these varieties can be specially considered for planting in drought-prone areas.
i) **Evenness of flush:** All those clones that have balanced growth of flush shoots during the drought season are mainly due to the desired amount of polyphenol, the main component of tea. The plants that are high in polyphenols are naturally drought tolerant. Varieties with similar characteristics can be grown in drought-prone areas.
j) **Speedy recovery after pruning:** After pruning, the new shoots of the clones show rapid recovery, are less susceptible to drought, and can be planted in drought-prone areas.
k) **High rate of oxidation of the shoots**: Generally, those clones which have huge amounts of polyphenols have a fast and normal oxidation. Rapid oxidation is an indicator of good tea due to the presence of polyphenols which is an indicator of drought tolerance.
l) **Pigmentation of petiole**: The presence of chlorophyll A and B, carotene and xanthophyll pigment in petiole is a good indicator of tea quality. The presence of polyphenols is the reason for this good quality which is also an indicator of drought tolerance.
m) **Number of pubescence in leaf buds and first leaves**: The higher number of pubescence in leaf buds and first leaves increases the strength, briskness, depth and brightness of tea. The higher number of pubescence was found due to the presence of a sufficient supply of seven types of antioxidants. Adequate presence of antioxidants is indicative of drought resistance.
n) **Agrotypes:** A total of eight types of tea agrotypes are available in nature, namely: China, Manipuri, Burma, Lusai, Assam, Hybrid1, Hybrid2 and Hybrid3. Among them, Manipuri agrotypes with dark green leaf color are naturally drought resistant. Therefore, drought can be avoided by planting the agrotypes such as Hybrid1 (BT4), Hybrid2 (BT2, BT11, BT17, BT21) and

Hybrid3 (BT7, BT12) and test clone B/8/93 (Hybrid 2) in drought-prone areas.

o) **Minimum rate of Banjee (Absence of tendency to dormancy):** Even during the drought period, the rapid breaking of dormancy and sprouting of two-and-a-half leaves and three-and-a-half leaves are indicative of drought resistance. The sequence of clones with the lowest rate of Banjee was: BT2 > BT4 > BT8 > BT21 > BT23.

**Drought management using shade trees:**

Shades play an important role in tea production in the climate of Bangladesh. It protects the tea plant from excessive heat and radiation. Shade reduces evaporation loss from soil and transpiration loss from plants through leaves, also helps reduce wind speed. Temperature of 18 to 29 degrees Celsius is ideal for normal growth of tea plants. If the temperature is above 32 degrees Celsius, the process of photosynthesis (Rate of photosynthesis) i.e. production of dry matter is somewhat hindered. If the temperature is above 37 degrees Celsius, there is an adverse effect on the formation of dry matter, if the temperature is 42 degrees Celsius and above, the plant cannot produce dry matter in the process of photosynthesis. In this case, if there is an ideal shade in the tea gardens, the shade can reduce the temperature of the leaves from 9 to 13 degrees Celsius from the ambient temperature. That's why the phrase "No shade no tea" applies to the natural climate of Bangladesh. That's why, shade is essential for setting up a tea garden. That is why it is said that immediately after planting tea seedlings, temporary, semi-permanent and permanent shade trees should be planted which are described as follows-

**(i) Temporary shade:** Row inter Row as green crop leguminous crops Bogamedla or Crotolaria should be sown. However, due to the lodging tendency of Crotolaria, 'Bogamedla' is the first preferred green crop. The main purpose of planting green crops is to increase the organic matter status of the soil by mixing green crop foliage with soil by 'Lopping & Thinning'. Which is a significant way to avoid drought.

**(ii) Semi permanent shade:***Indigoferra teysmanii* should be planted 10 feet apart as semi-permanent shade. *Indigofera* being a legume can fix bio-nitrogen with the help of *Rhizobium* bacteria and increase soil nutrients. In addition, indigofera attach a large amount of foliage to the soil.

**(iii) Permanent shade:** As permanent shade (a) *Albizzia odoratissima*, (b) *Albizzia sinensis*, (c) *Albizzia lebbek*, and (d) *Deris robusta* should be planted. Being a leguminous crop mentioned above, rhizobium binds bio-nitrogen with the help of rhizobium bacteria and increases soil nutrients. In addition, the above-mentioned shade species have a large number of leafy scissor branches and pods attached to the soil. In this way, drought can be permanently dealt with in a sustainable manner. Shade lowers leaf temperature by 9-13 degrees Celsius.

| Condition | Ambient Temperature | Leaf Temperature |
|---|---|---|
| **No Shade** | **30-32$^0$C** | **40-45$^0$C** |
| **Shade** | **30-32$^0$C** | **31-32$^0$C** |

Randomly collected leaves, twigs and pods from nine locations of three types of shade trees, collected from each square meter area, showed that shade added five tons of organic matter per hectare per year.

Effect of shade on total available water (mm)

| **Condition** | **Depth (cm)** | |
|---|---|---|
| | **0-15(cm)** | **15-30(cm)** |
| **No shade** | **7.8 available water (mm)** | **4.9 available water (mm)** |
| **Shade (6m x2m)** | **8.5"** | **7.4"** |
| **Shade (3mx2m)** | **9.7"** | **12.4"** |

**Drought management by increasing soil moisture:**

The plant growth rate was found maximum when the soil moisture content is 60 to 70 percent. As a result, it is possible to harvest about 70% of the total yield of tea in June, July, August and September in the climate of Bangladesh. In 32-36 percent of soil moisture and field capacity, the plant has its main (Macronutrients such as C, H, O, N, P, K, Ca, Mg and S) and secondary (Micronutrients such as Fe, Cu, Zn, Mo, B and Cl) nutrients can be easily taken up from the soil. Then, as the soil moisture decreases, the plant cannot absorb its nutrients normally.

If the soil moisture is 30%, which is called mild stress, the soil nutrient is slightly available for plants. If the soil moisture is 24%, which is called moderate stress, the soil nutrient is not available for the plant (Partially unavailable), and the leaves become pale yellow. If the soil moisture is 18% or below, the plant experiences severe drought. No food material can be absorbed from the soil, in which the soil nutrient is not in an unavailable form for plants. At some point, the plant dies due to lack of water and nutrients. If there is an ideal shade in the tea plantation, the thickness of the fallen leaves from the shade is two and a half to four and a half centimeters, it can increase the soil moisture of the tea plantation by ten to twelve percent. Shade reduces direct water loss from the soil or evaporation, which is called evaporation loss. Plants also lose water through leaves which is called transpiration loss. A good quality shade reduces the loss of water through the transpiration process. Besides, the water-holding capacity of the soil can be increased by adding organic matter to the soil.

**Determining the amount of irrigation water during the dry season:**

(1) The approximate rate of irrigation water application in the tea field depends on the slope of the ground and textural class.

Table: Rate of irrigation water application in mm/ hour under different slopes

| Soil Texural Class | **Ground slope** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **0-5** % slope | **5-8**% slope | **8-12**% slope | **12-16**% slope |
| Loamy sand | 20 **(mm/ hour)** | **18 (mm/ hour)** | **15 (mm/ hour)** | **10 (mm/ hour)** |
| **S**andy loam | **13"** | **10"** | **8"** | **6"** |
| Silt Loam | **10"** | **9"** | **7"** | **5"** |
| **C**lay loam | **8"** | **6"** | **5"** | **4"** |

If the slope of the hill is relatively steep, the irrigation time should be increased and the amount of water should be reduced. It avoids leaching loss. Soil is the storehouse

of water, storing capacity depends on (i) soil texture, (ii) Soil structure, (iii) organic matter, (iv) type of clay

In the case of sandy loam soil, the amount of water required to completely moisten the soil, and how much water to irrigate can be calculated by following the formula below (for example, 40 liters of water is required to moisten 100 kg of soil), the (40 liters) soil moisture is 36% (14.4 liters), 30 % (12 L), 24% (9 L), and 18% (7.2 L)-

The exact soil moisture can be determined by the formula y= a+bx = 3.4+0.0219x during drought (y= soil moisture, x= neutron probe count, a= intercept/constant, b= slope). For example, (i) Number of neutron probe count at 36% soil moisture level will be approximately 1489 (ii) Number of neutron probe count at 30% soil moisture level will be approximately 1215 (iii) Number of neutron probe count at 24% soil moisture level will be approximately 941 (iv) 18% The number of neutron probe count at the soil moisture level will be approximately 667.

**Drought management by practicing standard pruning operations before the onset of drought:**

Generally, if there are more leaves in the plant, the amount of water lost in the process of transpiration is high. That is why the amount of water lost in the process of transpiration is high because of the large number of leaves in tea plants when unpruned (untouched), Light Skiffed and LOS (Level of Skiff) sections. As a result, unpruned and lightly pruned tea plantations are more susceptible to drought. Therefore, the drought-prone sections of tea plantations in the respective gardens should be followed by LP-DSK-MSK pruning cycle of three years. It is possible to protect tea growers by avoiding drought.

Estates that follow the LP-LSK-DSK-MSK pruning cycle are scheduled for deep skiff in the 3rd year but re-light skiff (LSK), since the maintenance foliage existing in the bush for two years has more leaves that are 18 months old or more, the bushes die quickly in drought, which has an adverse effect on the yield, the bushes become broom-like, and subsequently it becomes difficult to maintain the tea plant.

**Drought management by adding new leaves to Maintenance Foliage:**

The capacity to produce dry matter in the photosynthesis process of leaves of 6 months or less is very high. The leaves of the plant are fully functional from six to eighteen months after they are fully developed. After that, as the age increases, the ability of the leaves to produce dry matter in the process of photosynthesis decreases. Abscisic acid content increases in older leaves. As a result, the new leaves of plants work as a source to produce food, but the old leaves take the food made by the new leaves to survive, the old leaves act as a sink, and at one point the old leaves become an additional burden for the plant. Hence the four-year LP-DS-MS-LS pruning cycle is very important to follow correctly:

(i) Tipping should be done by leaving five new leaves in the LP pruning year (LP year).

(ii) Tipping by leaving three new leaves in the DSK year.

(iii) Tipping should be done by leaving two new leaves in the MSK year.

(iv) Tipping should be done by leaving a new leaf in the LSK year.

Thus we have to keep the maintenance foliage of the bush at the ideal level. For this reason, the shoot coming to the tipping height should be urgently broken down and plucked every 6-7 days during the month of March-April. We must be careful that "tipping" does not mean plucking leaves from the bush, but rather allowing the plant to produce an ideal bush, i.e. providing enough new leaves on the bush to produce an ideal bush. For this reason, the shoot coming to the tipping height should be collected rapidly at intervals of 6 to 7 days. This will create the maximum number of plucking points for the entire year. Hard plucking like 'janam' plucking and 'fish' leaf plucking should always be preferred to avoid drought. During the dry season, when the drought worsens, bushy Banjee naturally occurs. When hard Banjee s are formed, there is less water in the leaves, so the amount of water lost in the process of transpiration is less. As a result, if the drought becomes severe, it is better not to pluck the Banjee shoots and it is better not to choose hard Banjee s.

**Avoid drought by applying two percent muriate of potash (MoP) fertilizer as a foliar:**

Potassium solution reduces transpiration loss and increases the water use efficiency of tea plants in adverse conditions. It also helps in maintaining leaf turgidity. When the rain-water stops in November, the leaves of the tea bushes start turning pale and yellow due to lack of water to absorb the nutrients, just then every 15 days (fortnightly intervals) muriate of potash two percent or 4 kg in 200 liters of water should be used as foliar. MoP fertilizer can be prepared as a foliar application. In this foliar, as the pores in the leaves are closed by the foliar solution, the leaf turgidity is maintained and the leaves remain alive and fresh. Less water loss through the leaves is a significant factor in the survival of plant leaves. Application of muriate of potash as foliar in the scorching sun has a burning effect. For this, a mixed solution of muriate of potash must be sprayed as foliar before 11 am or after 3 pm. It should be noted that muriate of potash should be applied foliarly on the old mother leaves after picking the pickable shoots. Under no circumstances should potash be applied as foliar to new shoots and new leaves, as this may cause scorching of young shoots. MoP foliar can be applied every 15 days when leaves turn pale yellow due to drought in November and December.

**Drought management by avoiding fertilizer broadcasting during drought**

If a plant is under any stress condition or facing severe drought, the application of fertilizers in broadcast method should be avoided. Because the concentration of nutrients in the soil and the concentration of moisture in the soil is high, the cell sap can be released from the plants and added to the soil in the process of exo-osmosis. It can even lead to the death of the plant. However, such severe effect of drought has not been seen in our country yet.

**Drought management by using stems and pruning litter as mulch material:**

After pruning tea plants, the practice of keeping pruning litters, stems and leaves in the tea section to increase soil moisture is a widely used practice by tea garden owners, planters and managers. Soil organic matter can be increased by using pruning litters, twigs and leaves. It increases the water-holding capacity of the soil.

As a result, soil moisture also increases. However, it is better to remove the thick branches which are not decomposed after the pruning litters and leaves fall from the branches, because there is a possibility of termite and disease infestation.

**Drought management through mulching of soil surface:**
During drought, especially in the upper layers of new tea plantations, forking the soil surface can greatly reduce the amount of water that evaporates from the soil. Drought can also be easily dealt with in this way.

**Drought management by creating contour drains and contour paths:**
Two feet deep and one-foot wide drains should be made towards the slope of the hill at certain distances. The drains should be made at a distance of 5-10 feet and 2-3 feet apart to form a pocket system. Drought can be avoided by seasonal water conservation. It accumulates seepage water and run-off water and keeps the hot slope cool. Due to siltation in the contour pockets, slopes remain naturally cool. Pits help to collect rain-water, which is beneficial during droughts. Sometimes the sediments from the pits have to be collected with a spade and spread inside the section and the pits have to be empty.

**Management of drought through slope culture:**
In our country, most of the tea is currently growing in the hilly areas of Sylhet and Chittagong region. South facing slopes are always known as hot slopes. North facing slopes are usually cold slope. West facing slopes are partially heated. Since the south facing slopes are hot, closure spacing i.e. 4.5 meters should be used to establish shade tree. Since the north facing slopes are cold, larger spacing (9 meters) can be used for shade tree plantation. On plains and east-west slopes of the hills, it is possible to deal with drought by planting shade trees at intervals of 6 meters.

**Drought management through early planting:**
The areas which are very hilly, very drought-prone and rocky as well as it is not possible to raise tea plants, in all those areas it is possible to establish a tea plantations by early planting between May and June. In this case, tea seedlings should be planted in the pit with two to two and a half kg of decomposed cow dung, 30 grams of TSP and 15 grams of MoP fertilizer. The jungle should be well uprooted, leveled and dressed. It is possible to establish tea gardens well even on very high gravelly, very sandy, drought-prone high hills by following this technique. In this case, it is strongly recommended to follow all agronomic practices recommended by BTRI.

**Establishing tea plantations in very drought-prone, too-high tillah and rocky hills:**
Only those areas of the tea garden which are very high hills, very drought-prone and rocky and it is not possible to raise tea plant in any way, in those areas, early planting should be done from May to June and no pruning should be done for the next 30 months from the time of planting. It should be kept untouched (unpruned). It should be noted that, during the tipping and plucking period (thirty months) leaf plucking should be continued at a height of 24 inches. The objective is to ensure the

desired number of plants in section. Later, after 30 months in the pruning season, multi stemmer should be decentred at 6-9 inches and single stemmer should be broken.The rest of the stems should be FFP1 (Frame formation pruning 1) pruned at 16 inches. In each case, leaves should be plucked at 24 inches. After this the third year should be skiffed at 22 inches and leaves should be plucked at 24 inches. In the fourth year, FFP2 (Frame formation pruning 2) should be done at 18 inches and leaves should be plucked at 28 inches. In the fifth year plants should be skiffed at 28 inches and leaves should be plucked at 30 inches.

Later from the sixth year, mature tea should be pruned by following the BTRI standard pruning cycle. In this way, it is possible to bring the very high stony drought-prone areas of the garden under tea cultivation with great efficiency. It is noted that, this system is only applicable to drought-prone rocky high hills. The remaining 90-95 percent of the garden should be cultivated in the currently used scientific method of tea cultivation. It should be remembered that tea cultivation is a very scientific process as tea is one of the most scientific crops. Therefore, it would be advisable to establish tea garden using widely used scientific methods approved by BTRI.

**Drought management through the Balance Fertilizer application:**
Generally, healthy and vigorous tea plants suffer less from drought and recover faster than weak plants. Applying a balanced fertilizer is one of the ways to increase plant health and vigor. Fertilizer should not be applied on dry hard soil. Fertilizer should be applied to moist and wet soils immediately after the end of drought. If there is enough rain, after three to four times of rain, if the soil is moist to a depth of 8 to 10 inches, fertilizer application can be started from April. During the first phase of fertilizer application, TSP and MoP fertilizers should be applied along with urea fertilizer in broadcast method. Naturally, as the evaporation loss of TSP fertilizer is less than that of urea, adequate opportunities for new stems and regrowth can be enhanced in advance by applying first split of fertilizer.

**Drought management by increasing starch reserve by resting the tea plant without plucking the leaves before pruning:**
It is essential to check the starch reservation (sugar accumulation) during Medium Pruning (MP), Height Reduction Pruning (HRP) and Light Pruning (LP). If the amount of starch is low, it should be kept resting for 4-8 weeks without plucking the leaves before pruning, this will create an opportunity for starch to accumulate in the root. Careless pruning of plants without checking starch before pruning, especially in the case of deep pruning, HRP and LP pruning often results in the death of plants even after new regrowth. So, by checking the starch (immersing the freshly extracted sugar in the iodine solution), if it is seen that they contain enough blue color, then we will understand that there is enough sugar. Again, MP, HRP and LP pruning should be done if the soil has sufficient moisture. Plants can cope with drought if they have sufficient reserves of sugar. Especially in the case of MP pruning (Medium pruning) the concerned section of the tea plantation should be rested for 4-8 weeks without plucking leaves from mid-November. This will create an opportunity for

sufficient sugars to accumulate in the roots of the tea plant. If sufficient sugar is found to be stored in the roots, the plant can withstand subsequent droughts, early shoots can grow and the stems will continue to spread.

**Management of drought by avoiding pruning in young tea:**
It is highly advisable- 'Always avoid pruning young tea in drought conditions'. In the case of pruning in immature seedlings (young tea), pruning should be done by ensuring sufficient moisture in the soil. Therefore, early planting i.e. seedlings planted in May-June should be decentered or broken in November-December when there is sufficient moisture in the soil. On the other hand, late planting i.e. young seedlings planted in September-October should be decentered or broken when enough moisture is added to the soil due to rain in the first week of May next year, in which the survival rate of the plants will be maximum.

**Management of drought by controlling pests and diseases during drought:**

**1. Resist the attack of the red spider:**
The higher the incidence of drought, the greater the infestation of red spiders.The more sunshine, the higher the reproduction capacity of red spiders and as a result, there wii be more attacks of red spiders. Attack of red spider mites later on helps to grow fungul attack as a secondary pest. Later, attack of black rot disease can also be found as a coincidence, as a result, the plants become weak and slowly the tea plant may die. Therefore, in the presence of drought, the attack of red spiders should be in control at any cost.

**2. Suppression of dieback disease:**
Drought which occurs due to scorching sun, can be followed by dieback disease as a coincidence. So the ideal shade tree has to be established to deal with drought. After the attack of *Helopeltis* and secondary pest attack by fungus, dieback disease can be appeared as a coincidence which weakens the plant and the plant dies quickly in drought.

*If there is too much dieback in the drought, management at the end of the drought:*
In case of excessive dieback, wait until the newly grown stems are at tipping height. MSK sections should be regularly tipped leaving two leaves and LSK should be tipped/plucked leaving one leaf. But adding an extra leaf will give better results.

*Drought management by cutting off the dead stems after the drought:*
When the drought is over, sections should be inspected and all dead stems should be removed to make space for new shoot growth. This may cause some unevenness in the plucking table but there is no better way to overcome drought.

**3. Management of drought by preventing red rust disease:**
The incidence of red rust disease is found high in drought. So, to prevent the outbreak of red rust in the drought-prone areas of the estates, the bogamedla which was used as green crops previously older than two years should be removed. This is because more than two-years old mature bogamedla acts as a host plant for red rust

disease. Red rust resistance clones should be planted in drought-prone areas and areas with excess sand.

**4. Management of drought by preventing the attack of thrips:**
The more severe the drought, the more thrips attacks are generally observed. Therefore, measures should be taken so that the attack of thrips is not too much.

**5. Management of drought by suppressing rimblight disease:**
Generally, Jassid attacks are observed due to drought. Later it turns into rimblight disease as a coincidence. Therefore, in the presence of drought, the attack of jassid should be suppressed at any cost.

**Management of drought by post-drought monitoring:**
After the first week of May, sections of tea plantations should be revisited when there is little chance of recurrence of drought. It is generally seen that some tea plants in some places in drought-prone areas look like brooms due to drought, then the dry branches of the side bushes should be cut with a sharp knife and thrown away. Then at the same time 2.0-2.5 kg of decomposed cow dung manure and 50-60 grams of TSP should be mixed well with the soil between two rows or between every four plants. After that, the soil needs to be leveled and dressed. There is no more effective method of dealing with drought. This causes rapid growth of new branches and regrowth of shoots in the tea plant.

**Drought management through light plucking in case of moderate drought:**
If the drought is not so severe i.e. moderate drought then light plucking i.e. mother leaf plucking should be followed.

**Drought management by stopping plucking in drought-prone areas in case of severe and chronic drought:**
In case of severe and chronic drought plucking should be stopped in drought-prone areas only. In this these selectable areas, the bushes then gradually face Banjee position in stages. Hard Banjee formation reduces water loss through transpiration through hard leaves, which helps the plant survive severe drought conditions. But plucking should be done if shoots are found to be attacked by insects, especially *Helopeltis* and thrips.

**Drought management by step-up plucking after post-drought recovery:**

(i) Depending on the severity of the drought, when the plants become broom-like in the light skiff section after drought recovery, although one leaf should be left to be plucked, but in that case, it is advisable that a total of two leaves with an additional one should be left for plucking. As the number of viable leaves increases, the plant regains the ability to bear young and selectable shoots at a profitable rate throughout the year. There is no better way to profitably get pluckable shoots from broom bushes.

(ii) Banjee is usually very common in skiff sections within tea plantations. Banjee is also a stressor in tea plantations. In this case, in the middle of the season i.e. July-August, if Banjee period is seen in the skiff sections, step-

up plucking can be done by leaving one more leaf. Due to the increase in the number of functional leaves, the bush regains the ability to reproduce new shoots and gives the desired yield.

**Drought management before the onset of drought by practicing drainage systems:**
Generally, tea plants grown in shallow drain-rich and water-logged areas have shallow roots and are more damaged during drought. Because water and nutrients are readily available, the roots of the plants do not need to go deep into the soil. To get rid of this-

Inside the tea garden section, the lateral drains should be 3 to 3.5 feet, the sub-lateral drains should be 3.5 to 4 feet outside the section and the main drain should be 5 to 7 feet deep, according to the natural catchment. The drain should be connected with the source of main outlet.

A proper drainage system should be developed with drains.Deepening of drains periodically helps the plants to become deep-rooted in search of water and nutrients as the water table goes down and helps to absorb soil sap from deep in the soil during drought. If the drain is deepened, due to the deepening of the roots, the plant receives food nutrients over a long area and remains alive, fresh and nourished.

It is noted that all the processes of drainage system development should be carried out step by step from the first year to the fifth year of immature tea after planting tea. Since the depth of the seedling in the polytube is at most nine inches in the first year, the drain depth in the first year should be one to one and a half feet, in the second year to two and a half feet, in the third year to two and a half feet, in the fourth year to two and a half to three feet and in the fifth year should be three to three and half feet.

Main component of drainage system (i) Outlet (ii) Main Drains (iii) Lateral drains, (iv) Drainage spacing, (v) Drain location (vi) Types of drain system (a) Herringbone (b) Grid Iron (c) Random (vii). Drain construction, (viii) drain junction

**Drought management by using decomposed cow dung manure before pruning in LP section:**
To achieve harmony between the quality and yield of tea according to the traditional practices of tea plantations, BTRI-approved one-quarter light pruning, one-quarter deep skiff pruning, one-quarter medium skiff pruning and one quarter light skiff pruning should be required every year. Drought can be managed by applying decomposed cow dung or organic manure immediate after pruning in tea plantations under above one-quarter light pruning, which can be a Sustainable & Good Agricultural Practice of tea plantations in Bangladesh. In the case of LP pruning and MP and HRP pruning, five tons of decomposed cow dung per hectare of tea plantation should be mixed well with the soil by forking the soil between the two rows. After that, the soil should be leveled and dressed. In this, sufficient moisture is stored in the soil, nutrients come in an acceptable form for plants and

starch accumulates in the roots of the plants. As a result, plants can withstand pruning shock after pruning. LP pruning can deal with the worst case of subsequent tea plant dieback. Due to the addition of organic matter to the soil, the water-holding capacity of the soil increases to a great extent. This system is applicable only in sections covered by LP pruning immediately after pruning to avoid drought.

**Drought management in most drought-affected tea plantations using organic matter:**
Soils rich in organic matter can hold more water and plants grown in soils rich in organic matter are less affected by drought. Therefore, the amount of organic matter in the soil should be increased by applying organic fertilizers and cow dung to the soil. Soil organic matter should be increased especially in immature tea plantations and more drought-prone areas. By forking between four plants or between two rows, by forking the soil and applying two to two and a half kg of decomposed cow dung and 50-60 grams of TSP fertilizer, already damaged tea plants can be quickly recovered. It is applicable only to the base of the tea plant in the already damaged section of the tea plantation, in the flat land area, in the tea plant base of the gentle slope area, and in the flat land section above the hill. It should not be practiced on steep slopes to avoid soil erosion.

**Drought management by using water hyacinth as mulch material:**
Water hyacinth is excellent as a mulch. Mulching is very useful for protecting young tea plants as well as mature tea plants in drought-prone areas of the plantation and for the growth and productivity of tea. It conserves soil moisture to a great extent. Mulching should be done before the onset of drought. Water hyacinth is very useful as a mulch for new immature tea. In the case of other mulches like Bagrakot, Bhat and other dicot leaves, it should be noted that, to prevent black rot and termites, these mulch materials should be made four to six inches thick by keeping some part of the base of the tea plant bare.

**Dealing with Drought through Proper Infilling:**
It is very possible to manage drought easily if one establishes a tea garden on the concept of "If two tea plants die, plant three as well as replant when any plant dies". Because the more compact the tea plant is, the less will be the amount of water loss in the evaporation process. There will be no weed outbreak, but weed control will be easier, and less water will be lost in the transpiration process.

**Dealing with drought by avoiding planting leftover tea seedlings:**
It is never possible to establish a garden with leftover seedlings. The garden should be established with at least twelve months old, 18 inches high, pencil thickness girth, healthy, fresh hardening tea seedlings. Leftover tea seedlings are quickly damaged by drought.

**Management of drought by avoiding non-judicious application of urea as a foliar:**
Drought can be prevented by avoiding the non-judicious application of urea fertilizer as foliar. If Urea and MOP fertilizers are (i) applied non-judicious for three

consecutive years or (ii) applied repeatedly in the same year, as urea induces excessive foliage growth, at some point the plant loses its resistance due to lack of food reserves. Plants become susceptible to diseases, insects and drought.

**Management of drought directly and indirectly by using a limited range of ideal quality foliar:**

(i) In case of heavy mosquito attack during drought, 1% Urea + 1% Zinc Sulphate + 0.1% Boric Acid can be used as a rehabilitative spray for quick recovery after black plucking using suitable insecticides.

(ii) Banjee period is one kind of stress: The following boost-up dose can be used to overcome Banjee :

(a) 250 g chelated zinc + 55 g boron + 400 g magnesium sulphate per hectare in 500 liters of water and 300 mL of Biocad foliar can be applied.

(b) 2-4 kg Super Micro (7.5% Sulfur + 14.5% Calcium + 3.0% Magnesium + 11% Zinc + 1.2% Boron + 0.8% Copper + 0.7 % iron + 0.3% manganese + 0.02% molybdenum + 61.25% others) can be applied foliarly.

(c) 3 kg DAP + 1 kg MOP + 3 kg urea foliar can be applied in 200 liters of water. DAP should be soaked in water for 24 hours before application to make a suspension.

(d) 2 kg zinc sulphate+1 kg magnesium sulphate +1 kg MOP+3 kg urea foliar can be applied in 200 liters of water.

(e) 1 kg urea + 1 kg zinc sulphate + 120 ml Biocad foliar can be applied in 200 liters of water per acre.

(iii) Attacks by any sucking insects (especially thrips and red slugs) put the plant under stress conditions. In this situation, 1% zinc sulphate + 2% urea + 5 liters of tobacco leaf stock solution in 200 liters of water can be applied as foliar.

[Method of preparation of stock solution: 5 kg of dry tobacco leaves should be chopped and mixed well with 200 liters of water for 24 hours before use. Before use, tobacco leaves should be sieved and separated. After that, 5 liters of the 200 liters of stock solution should be prepared. can be mixed with 200 liters of fresh water i.e. the stock solution can be used 40 times (200/5=40) in a 200-liter drum]

(iv) 2.5 kg magnesium sulphate + 1 kg MOP in 200 liters of water can be applied as foliar only once in MSK and LSK sections to control drought in February.

**Drought management by using *Trichoderma asperellum***

(i) For rapid growth of tea saplings in nuesey at dry season , (ii) to reduce plant mortality after transplanting in winter season, (iii) to control fungal attack immediately after LP-DSK-MSK-LSK pruning and (iv) for rapid pruning recovery, and (v) For desired yield, 5 grams of Trichoderma asperellum per liter of water should be mixed well and sprayed in every two months interval. One kg of *Trichoderma asperellum* should be mixed well with every tonne of organic manure before application. For making trichocompost, *Trichoderma asperellum* should be mixed well at the beginning of heap preparation and it should be mixed well at the end stage of composting.

Other important uses of *Trichoderma asperellum*:
*(i) Soil treatment for new tea plantations:*
10 grams of Trichoderma powder should be mixed well with decomposed cow dung or compost or any other organic fertilizer for each pit.
*(ii) Soil treatment of old tea plantations:*
About 3.0 kg of Trichoderma powder should be mixed with decomposed cow dung or compost or any other organic fertilizer and then, the mixer should be applied to the land once a year with proper mixing with the soil for every acre of tea plantation.
*(iii) Treatment of cuttings of clones:*
Mix 10-15 grams of powder in 1 liter of water and immerse the freshly prepared cuttings for 10-15 minutes before planting them in nursery.

**Drought management by irrigation:**
Irrigation is the only instant remedial measure against water stress. To save the tea plants, especially the young tea, proper irrigation should be provided. In prevailing drought conditions, irrigation at shorter intervals with lesser quantities of water is more effective compared to high quantities at longer intervals. It should be taken into consideration that irrigated water should reach the root depth for effectiveness.
Many of the developed tea estates have permanent sprinkler irrigation systems and it's becoming easy for them to alleviate the situation. Those who don't have a sprinkler irrigation system but have a good water source, can consider providing irrigation in young tea areas by using a pump and hose pipe. Water sources should be ensured for irrigation purposes by excavating deep water reservoirs for the estates.

**Drought Management by skiffing tea bushes:**
When tea plants are continuously producing shoots and harvested, it adds additional stress to the plants. In case of prolonged drought conditions, skiffing (removal of top 2-3 inch layer) can be practiced, so that, the production of shoots is temporarily reduced. This will reduce the annual yield but, in return, the bushes will not die.

**Drought Management by using anti-transpirant:**
If available, anti-transpirant compounds such as kaolin, Kieserite, etc. can be applied over the maintenance foliage as a foliar spray. Kaolin will cover the tea leaves as a thin layer on the leaves while Kieserite will close the stomata reducing transpiration. In applying Kieserite, care must be taken to keep the solution concentration up to 5%.

**Establishment of shelter belt:**
To create the micro-climatic condition in and around the estate species like Cassia siam*ea, Acacia* sp., *Melia azadirachta* (Neem) etc. may be grown in the southern and western border of the sections. These plants will also act as wind breakers and shelter belts.

**Planting of drought-tolerant plant materials:**
In the drought-prone areas, hardy clones like BT2, BT4, BT7, BT8, BT11, BT12, BT17, BT19, BT21 and BT23 and biclonal seedlings like BTS1 and BTS5 should be used for replanting and extension planting.

(Dr. Md. Ismail Hossain)
Director-in-charge

# টেকসই খরা ব্যবস্থাপনা

(খরার পূর্বে, খরা বিরাজমান অবস্থায় এবং খরার পরে করণীয়)

**Published in:**
June 28, 2024

**Printed by:**
Obri Printing Artisan
Station Road, Srimangal

**Rate of Subscription:**
Taka 150.00 per copy (Home)
US $ 6.50 per copy (for Abroad)

A complimentary copy is given to each of the enlisted tea estates in Bangladesh only once at the time of publication. Additional copy is supplied on request with half the inland price if prints are available.

**Published by:**
**BANGLADESH TEA RESEARCH INSTITUTE**
Srimangal-3210, Moulvibazar.