Study Material for Training on

Integrated Pest and Disease Management in Chili

Introduction:

Farming of vegetables including chili plays an important role in agriculture economy. This provide more income and employment than cereal and staple crops as well as healthy foods because of high vitamins and essential micro-nutrients. This crop has high economic value because it is needed for daily dietary as well as for raw material of food and pharmaceutical industries. Chili farming in particular has been able to revitalize rural economy through increase in farmers' income, agricultural marketing and employment. Chilies are valued for their soothing effects on the digestive system, relief from symptoms of cold, sore throats and fever. Chilies can act as heart stimulant, which regulates blood flow and strengthens the arteries possibly reducing the heart attacks. Medicinally, capsaicin is used to alleviate pain. It is most recommended topical medication for arthritis.

Chili peppers, especially hotter varieties such as Cayenne and Habanero, can also be used externally as a remedy for painful joints, for frostbite and applied directly to stop bleeding. They stimulate blood flow to the affected area, thus reducing inflammation and discomfort. Domestic production and economic value: Chilies are grown on an area of 38.4 thousand hectares with production of 90.4 thousand tones, with an average yield of 1.7 tons per hectare with 1.5 per cent share in the GDP. Sindh is the major producer of chilies followed by Punjab and Balochistan. Pakistan earned Rs. 1.127 billion during 2003-2004 by exporting red chili powder, whereas, export earnings from all fruits were Rs. 5.912 billion during the same period. This reveals the potential of this non-staple crop. Despite its importance the yield has declined from 86.5 (1994-95) to 55.8 thousand tons (2003-04). This decline in yield is due to a number of factors including poor quality seed, mal-cultural practices and diseases like viruses, collar rot and phytophthora root rot.

World market for chilies: India is the largest producer of chilies in the world contributing 25 per cent of the total world production, of which only four per cent is exported because of high domestic consumption. Besides India, other major producers and exporters are China, Pakistan, Morocco, Mexico and Turkey. Major importers of chilies from Pakistan are Gulf States, the US, Canada, Sri Lanka, the UK, Singapore and Germany.

Aflatoxin and chemical residues are two major constraints in the export of chilies to Europe, Japan and the US as buyers expect a high degree of hygiene and sanitation in processing and preparing chilies for export.

In Indonesia, chili-planted area is the highest among other vegetables despite the production of cabbage is highest.

Export of red dried chilies from Pakistan has declined from Rs. 1.127 billion (during 2003-2004) to Rs. 846 million after European Union food authorities have detected the presence of aflatoxin (PHDEB). Off-season production technology to extend production season of the crop for about two to three months is evolved.

Disease-free seeds should be used by treating them with suitable fungicide like thiram or captan. During nursery raising, proper cultural practices should be adopted particularly the maintenance of proper soil moisture to avoid phytophthora root rot and collar rot. While after transplanting, proper insect pest control measures should be carried out to check the population of sucking insects, which are the vector for viral diseases affecting the chili crop.

To reduce aflatoxin contamination, some precautionary measures should be adopted. These include: picking and drying of fruit with pedicel (fruit stalk), avoid direct contact of fruit with soil, proper drying of fruit and storage of powder at low relative humidity and temperature. Furthermore, agronomic factors that may influence aflatoxin development like stresses, irrigation, cropping pattern, variety, date of planting, date of harvesting and storage conditions, should be studied in detail.

Chili Cultivation season:

Chili season begins in September and lasts till the middle of March. It is a simpler crop to cultivate. It adjusts itself in various types of soil and different climatic conditions. It gives quality production when it is cultivated on deep, loamy and fertile soil with balanced moisture content. It is a short span crop. For successful growth of chili crop, proper watering and harvesting is essential.

The integrated pest management (IPM) has been evolving over the decades to address the deleterious impacts of synthetic chemical pesticides on environment ultimately affecting the interests of the farmers. The health of a plant is determined by its environment which includes physical factors (i.e. soil, rain, sunshine hours, wind etc.) and biological factors (i.e. pests, diseases and weeds). All these factors

can play a role in the balance which exists between herbivore insects and their natural enemies. Understanding the intricate interactions in an ecosystem can play a critical role in pest management.

Farmers have to make timely decisions about the management of their crops. However, as field conditions continue to change and new technologies become available, farmers need to continue improving their skills and knowledge. Farmer should monitor the field situation **at least** once a week (soil, water, plants, pests, natural enemies, weather factors etc.)

Description of Insect Pests of Chili

1. Gram Pod Borer (*Helicoverpa Armigera*)

It is a polyphagous pest and the peak activity is noticed during October to June month in chili ecosystem.

Biology:

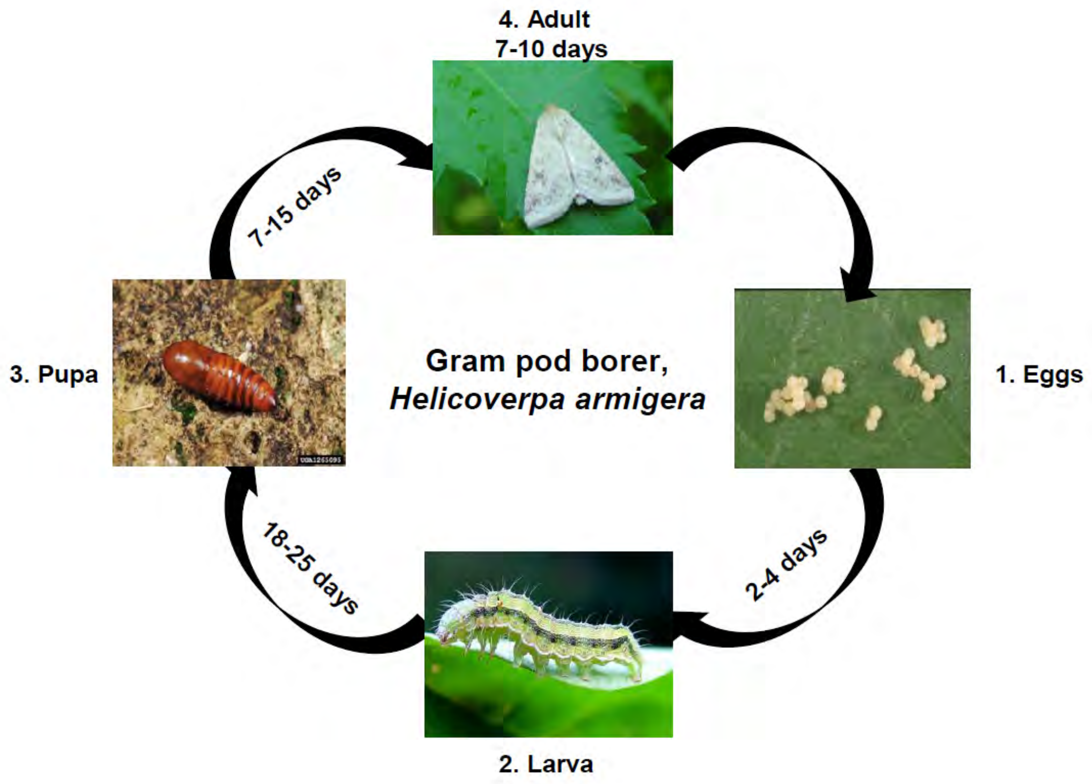
Egg: The spherical, yellowish eggs are laid singly on tender parts and buds of plants. The egg period lasts for 2-4 days.

Larva: Caterpillars vary in colour, initially brown and later turn greenish with darker broken lines along the side of the body. The larval period lasts for 18-25 days. Body covered with radiating hairs. When full grown, they measure 3.7 to 5 cm in length. The full grown caterpillar pupates in the soil in an earthen cell and emerges in 16-21 days.

Pupa: Pupation takes place inside the soil. Pupal stage lasts 7-15 days.

Adult: Moth is stout, medium sized with brownish/greyish forewings with a dark cross band near outer margin and dark spots near costal margins, with a wing expanse of 3.7cm.

Life Cycle:



Damage Symptoms:

- Young larva feeds on the leaves for some time and then attacks fruits. Internal tissues are eaten severely and completely hollowed out. While feeding the caterpillar thrust its head inside leaving the rest of the body outside.
- Bored fruits with round holes.
- Fed leaves, shoots and buds.

Management

- Choose a tolerant variety.
- Keep a minimum distance between your plants at sowing.
- Avoid to over-irrigate the fields as this would favor the pest.
- Monitor your plants frequently and check for the presence of larva.
- Collect and destroy the infected fruit and grown up larva.
- Spray any one of the following insecticides

Insecticide	Dose
Emamectin benzoate 5% SG	4 g/10 lit
Flubendiamide 20 WDG	6 g/10 lit
Indoxacarb 14.5% SC	6.5 ml/10 lit
Novaluron 10% EC	7.5 ml/10 lit
Spinosad 45% SC	3.2 ml/10 lit
Thiodicarb 75%WP	2 g/10 lit

2. Tobacco Caterpillar (*Spodoptera litura*)

It is found throughout the tropical and sub-tropical parts of the world, wide spread in India. Besides tobacco, it feeds on cotton, castor, groundnut, CHILLI, cabbage and various other cruciferous crops.

Biology:

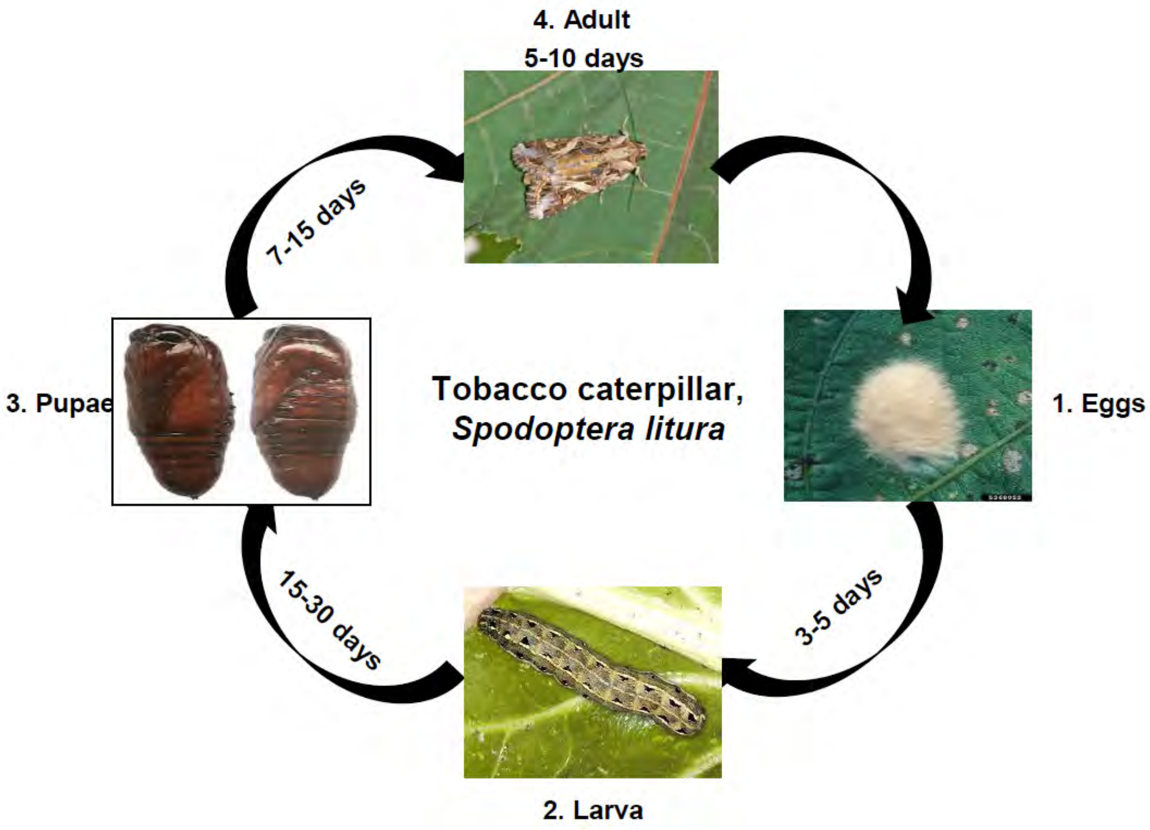
Eggs: Female lays about 300 eggs in clusters. The eggs are covered over by brown hairs and they hatch in about 3-5 days.

Larva: Caterpillar measures 35-40 mm in length, when full grown. It is velvety, black with yellowish – green dorsal stripes and lateral white bands with incomplete ring – like dark band on anterior and posterior end of the body. It passes through 6 instars. Larval stage lasts 15-30 days.

Pupa: Pupation takes place inside the soil. Pupal stage lasts 7-15 days.

Adult: Moth is medium sized and stout bodied with forewings pale grey to dark brown in colour having wavy white crisscross markings. Hind wings are whitish with brown patches along the margin of wing.

Life cycle:



Damage Symptoms:

- Pest breeds throughout the year.
- Moths are active at night.
- Adults live for 7-10 days. Total life cycle takes 32-60 days.
- There are eight generations in a year.
- Small holes on leaves. Skeletonized leaves and the affected pods drop off or develop white color on drying.

Management:

- Plough the soil and expose to sun to kill the Pupae.
- Collect and destroy the egg masses, gregarious larvae and grown up caterpillars.
- Set up Pheromone trap
- Use poison bait pellets prepared with rice bran 12.5 kg, jaggery 1.25 kg, Carbaryl 50% WP 1.25 kg and water 7.5 litres and spread in the fields in the evening hours so that the caterpillars coming out of the soil feed and get killed.
- Spray Lufenuron 5% EC at 1 ml/ lit or Novaluron 10% EC at 1 ml/lit
- Spray Chlorpyiriphos 2.5 ml/lit of water or Quinalphos 2 ml/lit of water.

3. Spider Mites (Tetranychus urticae)

Spider mites are less than 1mm (0.04 inch) in size and vary in color. They lay small, spherical, initially transparent eggs and many species spin silk webbing to help protect the colony from predators. They get the ‘spider’ part of their common name from this webbing.

Biology:

Eggs: Overwinter under bark, in fallen leaf matter, and other areas that provide shelter. During the growing season they can be found on the undersides of leaves. They usually hatch within three days.

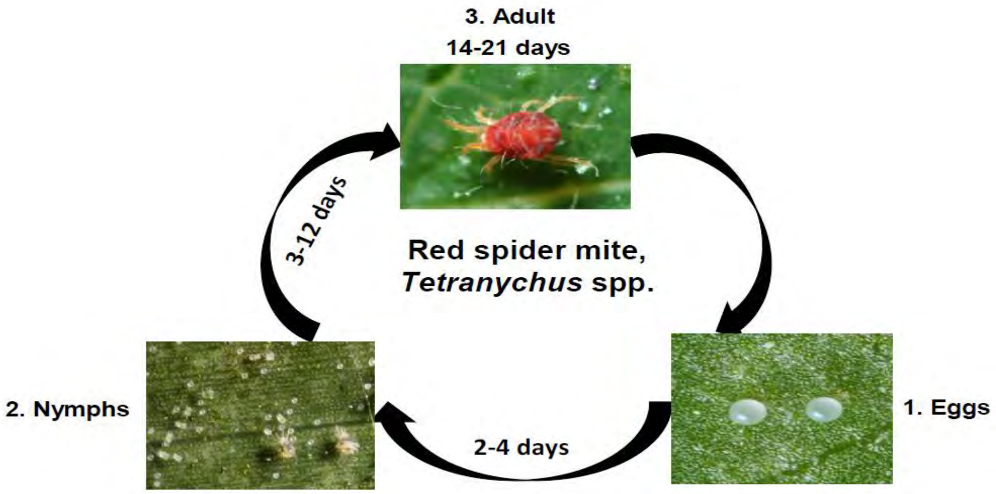
Larva: Begin hatching after the last frost has passed and have six legs. Little feeding is done by this stage.

Nymph: Looks similar to the adult, but slightly smaller and unable to reproduce. There are two nymph stages: proto-nymph and deuto-nymph.

Adult: About 0.4 mm long with eight legs, adult **spider mites** can be pale yellow to green or orange to brown. Females lay between 50-100 eggs throughout their lives with unfertilized eggs hatching as males and fertilized eggs hatching as females.

Life Cycle:

Life cycle (*Tetranychus* spp.):



Damage Symptoms:

- The infested leaves develop crinkles and curl downwards
- Elongated petiole
- Buds become brittle and drop down.
- Early stage, infestation leads to stunted growth and flower production, fruit set are arrested

Management:

- Chemical pesticide use actually encourages the spread of spider mites by killing the beneficial insects that prey on them. Mites are also known to develop quick resistance to various pesticides. For these reasons, it's important to control mites with effective natural and organic methods.
- Prune leaves, stems and other infested parts of plants well past any webbing and discard in trash (and not in compost piles). Don't be hesitant to pull entire plants to prevent the mites spreading to its neighbors.
- Existing spider mite populations should be treated with organic knockdown sprays if allowed. Naturally derived insecticide sprays like Neem Oil, Pyrethrins, Azadirachtin and Horticultural Oil can be sprayed directly onto adult mites, larvae, nymphs and eggs to kill on contact. Apply to active spider mite infestations at 3-day intervals until control is achieved.

4. Thrips(Scirtothrips dorsalis):

It is a pest of economic significance with a broad host range, with prominent pest reports on crops including pepper, mango, citrus, strawberry, grapes etc. Chili thrips appear to feed preferentially on new growth and infested plants usually develop characteristic wrinkled leaves, with distinctive brown scarring along the veins of leaves.

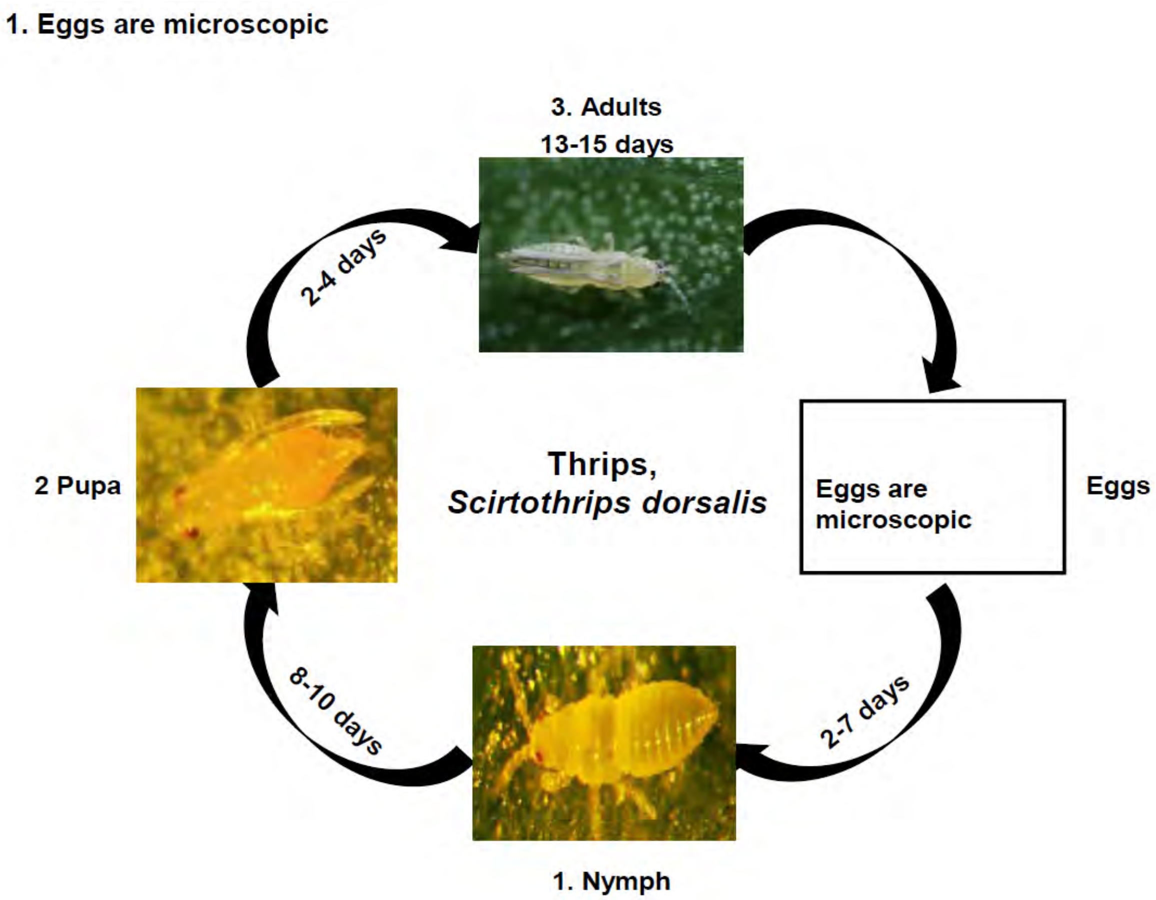
Biology:

Egg: Hyaline, globular laid in mass.

Nymphs: Nymphs tiny, slender, fragile and straw yellow in color.

Adult: Adults with heavily fringed wings

Life Cycle:



Damage Symptoms:

- The infested leaves curl upward, crumble and shed
- Infested buds become brittle and drop down.
- Affected fruits show light brown scars
- Early stage, infestation leads to stunted growth and flower production, fruit set are arrested

Host-range and favourable conditions:

- *S. dorsalis* is found in almost all chilly growing areas. It is a polyphagus pest. Besides chilli, it also infests brinjal, cotton, groundnut, castor, bottlegourd, guava, tea and grapevine. It is more common on un-irrigated chilli crop than irrigated one.

Upward Curling

Plant shows stunted growth and elongation of petiole

Management:

- Select resistant varieties, if available.
- Use sticky traps to monitor thrips population.
- Remove heavily infested plants from the field.
- Keep the soil well irrigated and avoid excessive nitrogen fertilizer application.
- Remove weeds in the and around the field which might act as a hosts.
- Always consider an integrated approach with preventive measures together with biological treatments if available. Foliar sprays containing Malathion are recommended for thrips.
- Apply neem oil, spinetoram or spinosad to both sides of the leaves and around the plant's base.
- Avoid overuse of insecticides to preserve population of beneficial insects.

5. Aphids (Aphidoidea)

They are small, soft-bodied insects that can survive in almost any zone. Aphids multiply quickly, so it's important to get them under control before reproduction starts. Many generations can occur in one season. The good news is that they tend to move rather slowly and aphid control is relatively easy.

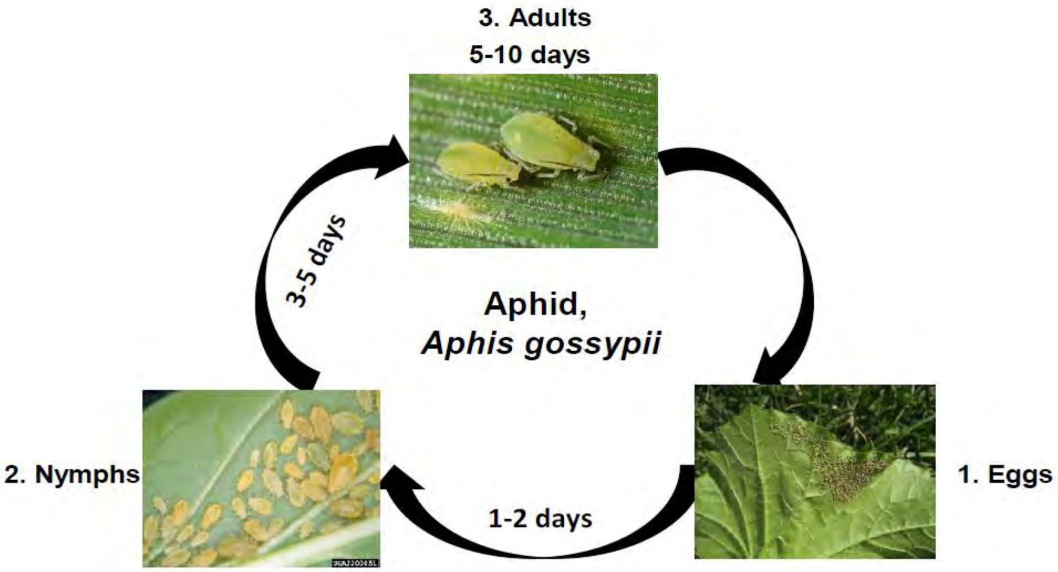
Biology:

Eggs are very tiny, shiny-black, and are found in the crevices of bud, stems, and barks of the plant. Aphids usually do not lay eggs in warm parts of the world.

Nymphs (immature stages) are young aphids, they look like the wingless adults but are smaller. They become adults within 7 to 10 days.

Adults are small, 1 to 4 mm long, soft-bodied insects with two long antennae that resemble horns. Most aphids have two short cornicles (horns) towards the rear of the body

Life Cycle:



Damage Symptoms:

- Appear on the tender shoots, leaves and on the lower surface of the leaves.
- The honeydew is very sweet which attracts sooty mould growth, making the leaves turn black.
- Suck the sap and reduce the vigour of the plant.
- Secrete sweet substances which attracts ants and develops sooty mould.
- The pods that develop black color due to sooty mould lose quality and fetch low price.
- The yields are also reduced by aphids directly and more through the spread of virus diseases acting as vectors indirectly

Management:

- Try spraying cold water on the leaves. Sometimes all aphids need is a cool blast to dislodge them. Typically they are unable to find their way back to the same plant.
- If you have a large aphid population, dust plants with flour. It constipates the pests.
- Neem oil, insecticidal soaps, and horticultural oils are effective against aphids. Be sure to follow the application instructions provided on the packaging.
- Insecticides containing cypermethrin, chlorpyriphos or flonicamid can be used as foliar sprays at 30, 45, 60 days after sowing to control this pest.

Description of plant Diseases

1. Damping off: *Pythium aphanidermatum*

Damage symptoms:

Disease of nursery beds and young seedlings resulting in reduced seed germination and poor stand of seedlings.

Very high seedling mortality 25-75%

- **Pre-emergence** damping off: Seedlings disintegrate before they come out of soil surface leading to poor seed germination
- **Post-emergence** damping off is characterized by development of disease after seedlings have emerged out of soil but before the stems are lignified
- **Water soaked lesion** formation at collar region
- Infected areas turn **brown and rot**
- Plants shrivel and **collapse** as a result of softening of tissues
- In *Rhizoctonia solani* attack infected stems become hard, thin (**wire stem** symptoms) and infected seedlings topple Disease appear in patches both in nursery and field beds.

<u>Survival and spread:</u>

Primary: Oospores in soil in case of *Pythium*

Sclerotia in soil in case of *Rhizoctonia*

Secondary: Zoospores through irrigation water in case of *Pythium.* Mycelial growth in soil and sclerotia through irrigation water in case of *Rhizoctonia.*

<u>Favorable conditions:</u>

Heavy rainfall, excessive and frequent irrigation, poorly drained soil and close spacing, high soil moisture with temp around 25-30 °C

For *Rhizoctonia*: High soil moisture with temp around 30 – 35 °C.

Management:

- Use seeds from Healthy plants or from certified sources.
- Avoid excessive moisture by soil drainage.
- Avoid too frequent irrigation during the vegetative growth of the crop.
- Bio-fungicides based on the bacteria Bacillus subtilis can be used to control the transmission of the disease.
- In fields with histories of damping-off or problems with drainage consider using fungicides preventively. For example, the seeds can be treated with ceresin or with 1% Bordeaux mixture.

2. Die-back Anthracnose (fruit rot): *Colletotrichum spp*

Damage Symptoms:

- Disease is more in December - October in transplanted crop
- Small, circular to irregular, brownish black scattered spots appear on leaves
- Severely infected leaves defoliate
- Infection of growing tips leads to necrosis of branches from tip backwards
- Necrotic tissues appear grayish white with black dot like acervuli in the center
- Shedding of flowers due to the infection at pedicel and tips of branches
- Fruit symptoms
- Ripe fruits are more vulnerable to attack than green ones
- Small, circular, yellowish to pinkish sunken spots appear on fruits
- Spots increase along fruit length attaining elliptical shape
- Severe infection result in the shrivelling and drying of fruits.
- Tissues around lesions will be bleached and turn white or greyish in color and lose their pungency
- On the surface of the lesions minute black dot like fruiting bodies called ‘acervuli’ develop in concentric rings and fruits appear straw colored
- The affected fruits may fall off subsequently. The seeds produced in severely infected fruits are discolored and covered with mycelial mat.

Survival and spread:

Primary: Mycelium and conidia in acervuli in infected seeds and diseased crop debris.

Secondary: Conidia dispersed by rain splash and wind.

Favourable conditions:

Temp, 28 °C with RH more than 97%, humid weather with rainfall at frequent intervals, intercropping with turmeric which is another host of the fungus

Management:

- Use of resistant varieties not only eliminate the losses from diseases, but also eliminate chemical and mechanical expenses of disease control.
- Pathogen-free chili seeds should be planted and weeds eliminated. Crops should be rotated every 2-3 years with crops that are not alternative hosts of *Colletotrichum.*
- The field should have good drainage and be free from infected plant debris.
- Chemicals are most common and practical method to control anthracnose diseases. The fungicide traditionally recommended for anthracnose management in chili is Manganese ethylenebisdithiocarbamate although it does not consistently control the severe form of the disease.
- The strobilurin fungicides azoxystrobin, trifloxystrobin and pyraclostrobin have recently been labeled for the control of Anthracnose of chili.

3. Mosaic complex:

Damage Symptoms:

Symptoms vary with the virus **TMV**

- Raised blisters and mottled areas of light and dark green areas on the foliage
- Leaves point towards ground
- Necrotic spots on stem
- Fruit ripens unevenly and is reduced in size **CMV**
- Reduction in leaf size and narrowing of lamina Chlorosis leading to mosaic symptoms
- Downward curling along with midrib
- Fruit may be small and distorted, on volunteer CHILLI plants and on infected plant debris.

Disease symptoms on plant foliage

Survival and spread:
TMV:
Primary: Externally seed borne virus particles
Secondary: Mechanically transmitted virus particles.
CMV:
Primary: Externally seed borne virus particles to some extent and vector transmitted from other and collateral hosts
Secondary: Virus particles transmitted by aphid vectors, *Myzus persicae, Aphis gossypii, A. craccivora*
Favorable conditions:

- Moist weather and splattering rains
- High humidity or persistent dew

Management:

- There are no cures for viral diseases such as mosaic once a plant is infected. As a result, every effort should be made to prevent the disease from entering the field.
- Fungicides will not treat this viral disease.
- Use the resistant varieties when available.
- Do not save seed from infected crops.
- The virus can be spread through human activity, tools and equipment. Frequently wash your hands.
- Avoid working in the garden during damp conditions. Avoid using tobacco around susceptible plants. Cigarettes and other tobacco products may be infected and can spread the virus
- Remove and destroy all infected plants. Do not compost.

4. Powdery Mildew: *Leveillula taurica*

Damage Symptoms:

- White powdery coating appears mostly on the lower surface and occasionally on upper surface
- Correspondingly on the upper surface yellow patches are seen
- Severe infection results in the drying and shedding of affected leaves
- Powdery growth can also be seen on branches and young fruits
- Diseased fruits do not grow further and may drop down prematurely

<u>Survival and spread:</u>

Primary: Dormant mycelium in the infected crop debris

Secondary: Wind dispersed conidia

<u>Favorable conditions:</u>

- Cool dry weather favors conidial germination
- High RH favors disease development

Management:

- Use resistant or tolerant varieties
- Remove infected leaves when the first spot appear. Do not touch healthy plants after touching the infected plants.
- In view of the number of crops that are susceptible to powdery mildew, it is difficult to recommend any particular chemical treatment. Fungicides based on wettable Sulphur, triflumizole, myclobutanil seem to control the growth of fungus.

5. *Cercospora* Leaf Spot: *Cercospora Capsici*

Damage Symptoms:

- Circular spots with brown margins and grey centre appear on leaves
- The spots enlarge and coalesce with others
- The central portion of the spot becomes white and the leaves turn yellow and defoliate
- Sometimes central portion of spot drops off
- Spots also appear on stems and twigs as dark brown, irregular lesions with whitish centers
- In severe cases die-back of twigs occur

Survival and spread:

Primary: Dormant mycelium in the infected crop debris, seeds and volunteer plants

Secondary: Wind dispersed conidia

Management:

- Use healthy and certified seeds.
- Use stakes to keep plants upright.
- Monitor seedbeds, young plants or transplants for any disease symptoms.
- Remove the infected plants and destroy them away from the field.
- Seed treatment with captan 3g/kg works fine to fight the disease.
- Other treatments to control this disease include foliar spray of products containing copper hydroxide, chlorothalonil or mancozeb. Treatment should start when the spots appear and continue at 10-14 days intervals until 3-4 weeks before last harvest. It is important to spray both sides of the leaves.

6. Bacterial Leaf Spot: *Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria*

Damage Symptoms:

- Leaves, fruits and stems are affected
- Lesions on leaf begin as circular, water soaked spots
- Spots become necrotic with brown center with chlorotic borders
- Enlarged spots may develop straw colored centers
- Lesions are slightly raised on lower leaf surface
- Severely spotted leaves turn yellow and drop
- Raised brown lesions appear on fruits
- Narrow elongated lesions or streaks may develop on stems

<u>Survival and spread:</u>

Primary: **Seed borne** bacterial **cells**

Secondary: Bacterial **cells** spread by **rain splash**

<u>Favorable conditions:</u>

- Moderate temperature
- High relative humidity
- Intermittent rains

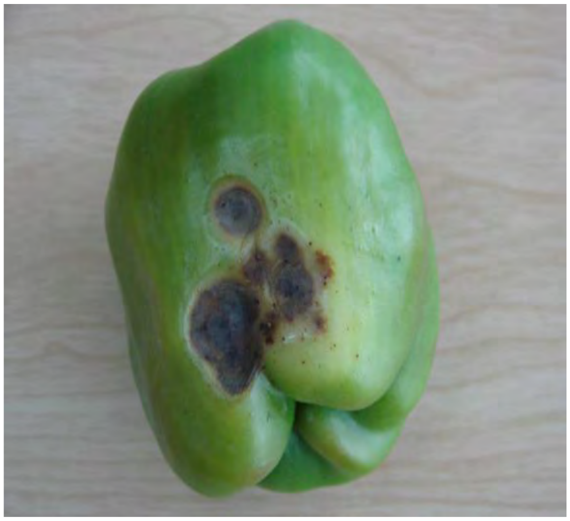
Management:

- The use of disease free seed and transplants is important for the early control of the Bacterial leaf spot.
- Avoid using overhead irrigation.
- Copper sprays can provide moderate levels of protection, but must be sprayed as a preventive and not a curative.
- Spray mancozeb 1ml/10 lit of water at 14 day intervals
- Spray regularly if prolonged wet weather occurs.

7. Alternaria Leaf Spot: *Alternaria solani*

Damage Symptoms:

- This is a common disease occurring on the foliage at any stage of the growth.
- The fungus attacks the foliage causing characteristic leaf spots and blight. Early blight is first observed on the plants as small, black lesions mostly on the older foliage.
- Spots enlarge, and by the time they are one-fourth inch in diameter or larger, concentric rings in a bull's eye pattern can be seen in the center of the diseased area.
- Tissue surrounding the spots may turn yellow. If high temperature and humidity occur at this time, much of the foliage is killed.
- Lesions on the stems are similar to those on leaves, sometimes girdling the plant if they occur near the soil line.
- Transplants showing infection by the late blight fungus often die when set in the field. The fungus also infects the fruit, generally through the calyx or stem attachment.
- Lesions attain considerable size, usually involving nearly the entire fruit; concentric rings are also present on the fruit.



Disease symptoms on leaf and fruit

Survival and spread:

Primary: The fungus spends the winter in infected plant debris in or on the soil where it can survive at least one and perhaps several years. It can also be seed borne.

Secondary: The spores are transported by water, wind, insects, other animals including man, and machinery. Once the initial infections have occurred, they become the most important source of new spore production and are responsible for rapid disease spread.

Favourable conditions:

- Warm, rainy and wet weather

Management:

- Prune or stake plants to improve air circulation and reduce fungal problems.
- Apply copper-based fungicides early, two weeks before disease normally appears or when weather forecasts predict a long period of wet weather. Alternatively, begin treatment when disease first appears, and repeat every 7-10 days for as long as needed.
- Remove and destroy all the debris after the harvest. Burn or bag infected plant parts. Do not compost.

8. Fusarium Wilt: *Fusarium Solani*

Damage Symptoms:

- The first symptom of the disease is clearing of the veinlets and chlorosis of the leaves.
- The younger leaves may die in succession and the entire may wilt and die in a course of few days. Soon the petiole and the leaves droop and wilt.
- In young plants, symptom consists of clearing of veinlet and dropping of petioles. In field, yellowing of the lower leaves first and affected leaflets wilt and die.
- The symptoms continue in subsequent leaves. At later stage, browning of vascular system occurs. Plants become stunted and die.

Survival and spread:

- Soil and implements

Favorable conditions:

- Relatively high soil moisture and soil temperature

Management:

- Use resistant varieties if available.
- High nitrogen fertilizers may increase susceptibility to the disease. Test your soil and use a slow release organic fertilizer.
- Trichoderma viride and also be used to treat the seeds (10g/kg).
- Mycostop is a biological fungicide that will safely protect crops against wilt caused by *Fusarium.*
- Apply soil based fungicides on contaminated locations if no other measures are effective. Drenching the soil with copper oxychloride at 3g/Liter of water before sowing/transplanting is also effective.

9. Sclerotium Rofsii: *Athelia rofsii*

Damage Symptoms:

- Development of coarse white strands of mycelium growing in a fan-shaped pattern on lower stems, leaf litter, and soil.
- Early symptoms consist of water-soaked lesions on crown and lower stem tissue.
- Disease usually is recognized by the yellowing and wilting of foliage, followed by a complete collapse of the plant.
- Fruit and other fleshy organs near the soil surface may become infected with *S. rolfsii*.
- Soft, water-soaked, sunken, slightly yellowish lesions develop. These lesions quickly spread throughout most or all of the fruit, which will eventually become soft and collapse within 3 to 4 days of infection.

Favorable conditions:

- The disease occurs worldwide, but predominantly in warm climates.

Management:

- Avoiding the disease by selecting fields that are free of *S. rolfsii* is the most successful method of control.
- Certain fertilization regimes, such as high calcium levels and ammonium type fertilizers, may suppress disease under low disease pressure. Certain non-acidifying fertilizers such as calcium nitrate can be used to prevent acidifying soil and creating conditions conducive to disease development.
- Fungicide applications can be used to manage southern blight. Most fungicides are labeled for use on select ornamentals, vegetables, and some field crops.
- Fumigants are toxic to sclerotia and mycelium in the soil. However, even after fumigation, some sclerotia survive, and treatments must be repeated annually.

Do's and Don'ts in IPM

No.	Do's	Don'ts
1.	Deep ploughing is to be done on bright sunny days during the months of May and June. The field should be kept exposed to sun light at least for 2-3 weeks	Do not plant or irrigate the field after ploughing, at least for 2-3 weeks, to allow desiccation of weed's bulbs and/or rhizomes of perennial weeds.
2.	Adopt crop rotation.	Avoid growing monocrop.
3.	Grow only recommended varieties.	Do not grow varieties not suitable for the season or the region.
4	Sow early in the season	Avoid late sowing as this may lead to reduced yields and incidence of white grubs and diseases.
5	Always treat the seeds with approved chemicals/bio products for the control of seed borne diseases/pests.	Do not use seeds without seed treatment with biocides/chemicals.

6.	Sow in rows at optimum depths under proper moisture conditions for better establishment.	Do not sow seeds beyond 5-7 cm depth.
7.	Apply only recommended herbicides at recommended dose, proper time, as appropriate spray solution with standard equipment along with flat fan or flat jet nozzles.	Pre-emergent as well as soil incorporated herbicides should not be applied in dry soils. Do not apply herbicides along with irrigation water or by mixing with soil, sand or urea.
8.	Maintain optimum and healthy crop stand which would be capable of competing with weeds at a critical stage of crop weed competition.	Crops should not be exposed to moisture deficit stress at their critical growth stages.
9	Use NPK fertilizers as per the soil test recommendation.	Avoid imbalanced use of fertilizers.
10	Use micronutrient mixture after sowing based test recommendations.	Do not apply any micronutrient mixture after sowing without test recommendations.
11	Install pheromone traps at appropriate Period.	Do not store the pheromone lures at normal room temperature (keep them in refrigerator).

12	In case of pests which are active during night like *Spodoptera* spray recommended biocides/ chemicals at the time of their appearance in the night.	Do not spray pesticides at midday since, most of the insects are not active during this period.
13	Spray pesticides thoroughly to treat the undersurface of the leaves, particularly for mites, whiteflies, *Spodoptera* etc.	Do not spray pesticides only on the upper surface of leaves.

Plantix:

Plantix is an android mobile crop advisory app for farmers, agriculture extension officers and gardeners. It can diagnose plant diseases, pest damages and nutrient deficiencies affecting crops and offers corresponding treatment measures by processing a plant damage symptom image taken by a smart phone. Users can participate in the online community to network with other farmers, discuss plant health issues and access their local weather reports. Plantix was developed by PEAT GmbH, a Berlin-based Artificial Intelligence startup. PEAT partner ICRISAT customized Plantix for local crops in India through a consortium of partners like state agricultural universities in India.

Plantix app is able to identify the plant type as well as the appearance of a possible disease, pest or nutrient deficiency. Plantix takes advantage of deep learning technology which involves neural networks. Furthermore, it provides information on treatment and preventive measures. From the daily new images sent by Plantix users worldwide, the network constantly learns more. This permanent incoming data stream is the basis to providing Plantix users with up-to-date information and alerts in terms of plant diseases, pests and their worldwide distribution in real time.

Plantix already cooperates with international research institutes and inter-governmental organizations such as ICRISAT, CIMMYT and CABI. The Agriculture and Horticulture Department of the Government of Andhra Pradesh, India has already integrated Plantix into its extension services. Plantix preview (beta version) can be freely downloaded from google play store from around the world. Details of this innovative plant protection advisory app can be found at www.plantix.net

Acknowledgements:

Study material has been compiled from:

1) Agro-Eco Systems Analysis (AESA) based IPM – Chilies/Capsicum by Department of Agriculture and Cooperation, Ministry of Agriculture, Government of INDIA.
2) Plantix.

စပါး ရိတ်သိမ်းခြင်း။

- ရိတ်သိမ်းခြင်းဆိုတာ ဘာလဲ။
- ရိတ်သိမ်းချိန် လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု။
- စပါးရိတ်သိမ်းချိန် ခန့်မှန်းခြင်း။
- ကောက်ရိတ်ခြင်း။
- ကောက်လှိုင်းသယ်ယူခြင်း။
- အစေ့ချွေခြင်း။
- သန့်စင်ခြင်း (စပါးလှေ့ခြင်း)။

- နေလှမ်းခြင်း။
- ဘယ်လိုနေလှမ်းမလဲ။
- စပါးအခြောက်ခံခြင်း။
- ဗီယက်နမ်ပုံစံ စပါး (၄)တန်ကျ အခြောက်ခံကရိယာ။

- မြန်မာနိုင်ငံအတွက် အခြောက်ခံစက် ဘာကြောင့်လိုအပ်သလဲ။
  - မြန်မာနိုင်ငံနှင့် သင့်လျော်သော အခြောက်ခံစက်များ။
  - စီးပွားဖြစ် အခြောက်ခံစက်များ။
  - တန်ဘိုးနည်း၊ အခြောက်ခံစက်များ။
  - **STR – 1** ဖွဲ့စည်းပုံ။

- ဆန်စပါး သိုလှောင်မှု စနစ်များ။
  - စုပုံ၍ (သို့) ဝမ်းပုံ၍ သိုလှောင်ခြင်း။
  - လေလုံပိတ် သီးနှံသိုလှောင်မှုစနစ်။

ကျမ်းကိုးအညွှန်း။ (**References**)

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း

ကွန်ဘိုင်း ဟာဗက်စတာဖြင့် ရိတ်သိမ်းပုံ

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ရိတ်သိမ်းခြင်းဆိုတာဘာလဲ။	• စိုက်ခင်းရှိ ရင့်မှည့်နေသောစပါးကို ရိတ်ဖြတ်သည်မှ စတင်၍ သိုလှောင်သိမ်းဆည်းသည်အထိ ဆောင်ရွက်ရသော လုပ်ငန်းစဉ် အဆင့်ဆင့် အားလုံးအား တစ်ပေါင်းတည်း ပြုထားခြင်းကို ရိတ်သိမ်းခြင်းဟု ခေါ်သည်။	• စပါးစေ့တွင် အစိုဓာတ် (၂၀-၃၀)ရာခိုင်နှုန်းရှိချိန်(မောင်းညိုချိန်)တွင် ရိတ်သိမ်းခြင်းဖြစ်သည်။
	ရိတ်သိမ်းခြင်းလုပ်ငန်းစဉ်အဆင့်ဆင့်။	
	ရိတ်ခြင်း။	
	• တံစဉ်ကို အသုံးပြု၍ လက်ဖြင့်ရိတ်ခြင်း။	လူတစ်ဦး တစ်နေ့လျှင် တစ်ဧက၏ လေးပုံတစ်ပုံ သို့မဟုတ် သုံးပုံတစ်ပုံပြီးသည်။
	• စက်(ရိတ်စက်/ကွန်ဘိုင်းဟာဗက်စတာဖြင့် ရိတ်ခြင်း)။	• ရိတ်စက်သည် တစ်နေ့လျှင် ၄ဧကခန့် နှင့် ကွန်ဘိုင်းဟာဗက်စတာသည် (၆)ဧကခန့်ပြီးနိုင်သည်။
	ကောက်လှိုင်းများကို နေလှန်းခြင်း။	
	• ယေဘုယျအားဖြင့် တစ်ကြိမ်ရိတ်လျှင် လက်ဖြင့် တစ်ခါကိုင်ဖြစ်သည်။ သုံးကြိမ်ရိတ်လျှင်တံစဉ်ဖြင့်(၁)ခါကော်ဖြစ်သည်။ (၃)ခါကော်လျှင် (၁)စည်း သို့မဟုတ် ကောက်လှိုင်း(၁)လှိုင်းရသည်။ စည်းဘွဲ့ကြိုးဖြင့်စည်းနှောင်ပြီး (၂-၃)နေခန့် အခြောက်လှန်းသည်။	• လယ်ကွက်သည် ခြောက်သွေ့ရမည်။ • ကောက်နှံများကို ရိတ်ဖြတ်ထားသော ရိုးပြတ်များ အပေါ်တွင် တင်ထားရမည်။ (မြေတွင်းရှိ အစိုဓာတ်နှင့် ကောက်နှံများ တိုက်ရိုက်ထိတွေ့ခြင်း မရှိစေရန် ဖြစ်သည်။)
	• စက်ဖြင့် ချွေလှေ့မည်ဆိုပါက ကောက်လှိုင်းများကို စက်ရှိရာသို့ တိုက်ရိုက်သယ်ယူချွေလှေ့သည်။	• ရိတ်သိမ်းခြင်းလုပ်ငန်းစဉ် အဆင့်ဆင့်ကို လျင်မြန်စွာဆောင်ရွက်လေ စပါးလေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု နည်းလေဖြစ်သည်။
	သယ်ယူခြင်း။	
	• စိုက်ခင်းတွင် (၂-၃)နေခန့် လှန်းပြီးဖြစ်သော ကောက်လှိုင်းများကို တလင်းသို့ လူ/လှည်းစသည်ဖြင့် သယ်ယူသည်။	• တလင်းတွင်နယ်လှေ့ရန်သို့မဟုတ်ကောက်ဆိုင်ပုံပြုလုပ်ရန်ဖြစ်သည်။
	• စက်ဖြင့်ချွေလှေ့မည်ဆိုပါကကောက်လှိုင်းများကို စက်ရှိရာသို့ တိုက်ရိုက် သယ်ယူသည်။	• စပါးရိတ်ခြင်းနှင့် ချွေလှေ့ခြင်းကို ဆက်တိုက်ဆောင်ရွက်ခြင်း ဖြစ်သည်။
	ကောက်ဆိုင်ပုံပြုလုပ်ခြင်း။	
	• စိုက်ခင်းတွင် (၂-၃)နေခန့် လှမ်းပြီးဖြစ်သော ကောက်လှိုင်းများကို တလင်းအနီးဝန်းကျင်တွင် ကောက်ဆိုင်ပုံ ပြုလုပ်ပြီး သီတင်း(၁-၃)ပတ်ခန့်အထိ ထားရှိကြပါသည်။	• အခြားသော လယ်ယာလုပ်ငန်းများကို ဦးစားပေး ဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်သော ကြောင့် စပါးနယ်လှေ့ခြင်း လုပ်ငန်းကို ခေတ္တဆိုင်းငံ့ ထားခြင်းဖြစ်သည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ရိတ်သိမ်းခြင်း ဆိုတာဘာလဲ။	• စက်ဖြင့်ခြွေလှေ့မည်ဆိုပါက ကောက်လှိုင်းသယ်ယူခြင်းနှင့် ခြွေလှေ့ခြင်းကို တပြိုင်နက် ဆောင်ရွက်သောကြောင့် ကောက်ဆိုင်ပုံပြုလုပ်ရန်မလိုပါ။	• ယေဘုယျအားဖြင့် စက်ကို အသုံးပြု၍ ခြွေလှေ့ခြင်း လုပ်ငန်းများကို တစ်နေ့တည်းနှင့် အပြီး ဆောင်ရွက်လေ့ရှိ ပါသည်။
	စပါးခြွေခြင်း။ • မိရိုးဖလာနည်းအရ တလင်းပြုလုပ်ပြီး စပါးကိုနွားဖြင့်ခြွေလှေ့ပါသည်။ (အချို့သော လယ်သမားများသည် တလင်းအစား ပလတ်စတစ်ပိုက်များကို အသုံးပြု၍ စပါးကိုခြွေလှေ့ကြပါသည်။)	• နံနက်ခင်းအချိန် တစ်နေ့ ၄ နာရီနှုန်းဖြင့် သုံးရက်ခြွေလှေ့ပါက စပါးတင်း (၆၀)ခန့်ခြွေနိုင်ပါသည်။ (လုပ်အားချိန် စုစုပေါင်း(၁၂) နာရီခန့်ဖြစ်သည်။
	စပါးခြွေလှေ့ခြင်း။ • အချို့ လယ်သမားများသည် နွားအစား လက်တွန်းထွန်စက်တွင် နောက်တွဲယာဉ်ပါ တပ်ဆင်၍ နယ်လှေ့ကြပါသည်။	• လုပ်အားချိန်(၆)နာရီခန့်ဖြင့် စပါးတင်း (၆၀)ခန့် ရရှိကြပါသည်။
	• အချို့ လယ်သမားများသည် ခြွေလှေ့စက်ဖြင့် ခြွေလှေ့ကြသည်။	• လုပ်အားချိန် (၄)နာရီခန့်ဖြင့်စပါးတင်း (၆၀)ခန့် ရရှိနိုင်သည်။ ခြွေခြင်းနှင့် လှေ့ခြင်းလုပ်ငန်းစဉ် (၂)ရပ်ကိုတစ်ပြိုင်တည်း ပြီးနိုင်သည်။
	စပါးသန့်စင်ခြင်း။ • လှေ့စင်ဖြင့်လှေ့ခြင်း။	• လုပ်ကိုင်ခွင့်ဧကများသောလယ်သမားများ အသုံးပြုသည်။
	• ဆန်ကောဝိုင်းထိုး၍ လှေ့ခြင်း။	• လုပ်ကွက်နည်းသော လယ်သမားများ အသုံးပြုသည်။
		• လေတိုက်ခတ်နှုန်း နည်းသော အခြေအနေများတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။
	သိမ်းဆည်းသိုလှောင်ခြင်း။ • အိတ်များ (ဂုန်နီအိတ်၊ ပီနံအိတ်)။ • ပုံးများ(ပလတ်စတစ်ပုံး၊သံပုံး၊သံစည်ပိုင်း)။ • စဉ့်အိုး၊ မြေအိုး။ • ပုတ်များ၊ ရိုင်ပတ်များ။ • စပါးကျီများ။ • သိုလှောင်ရုံများ။	• သိုလှောင်မည့် ပမာဏနှင့် ရင်းနှီးမြှုပ်နှံနိုင်မှု စွမ်းအားအပေါ် မူတည်၍ အသုံးပြုသည့် ပစ္စည်း ကိရိယာများ ကွဲပြားခြားနား ကြသည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ရိတ်သိမ်းချိန် လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု။	• ယေဘုယျအားဖြင့် မြန်မာလယ်သမား အများစုသည် ရိတ်သိမ်းချိန်တွင် ဖြစ်ပေါ်လေ့ရှိသော လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုများကို ဥပေက္ခာပြုလေ့ ရှိပါသည်။ • ရင့်မှည့်ချိန်ထက် ကျော်လွန်၍ ရိတ်သိမ်းခြင်း။ • ရိတ်ဖြတ်ပြီးသော ကောက်လှိုင်းများကို လယ်ကွက်၌ (၂-၃)နေခန့် အခြောက်လှန်းခြင်း။ • ကောက်လှိုင်းများကို သယ်ယူရာတွင် စပါးစေ့များ ကြွေကျခြင်း၊ ဖိတ်စင်ခြင်း။ • စပါး ခြွေလှေ့ရာတွင် ကောက်နှံနှင့် ကောက်လှိုင်းများအတွင်း စပါးစေ့များ ကျန်ခြင်းနှင့် တလင်းရှိ စပါးများကို လက်(၁-၂)လုံးထုထည်ထား၍မကြာခဏ အထက်/အောက်လှန်ရန်ပျက်ကွက်ခြင်း။	• လေလွင့် ဆုံးရှုံးရခြင်း၏ အကြောင်းရင်းများကို သိရှိရပါမည်။ သို့မှသာ လေလွင့် ဆုံးရှုံးမှုများ လျော့နည်းအောင်လုပ်ဆောင်နိုင်ပါမည်။ • အနှံပေါ်ရှိ စပါးစေ့များ ကျွမ်းပြီး အကြွေများခြင်း။ • လယ်ကွက်ရှိ မြေအစိုဓာတ်ကြောင့် စပါးစေ့များ အရောင်ပျက်ခြင်းနှင့် အချိန်အခါမဲ့မိုးကြောင့် အညှောက်ပေါက်ခြင်း။ • လှည်း၊ ထော်လာဂျီ၊ ထွန်စက်စသည်တို့ဖြင့် သယ်ယူရာတွင် စနစ်တကျတင်ဆောင်မှု မပြုခြင်း။ • တလင်းတွင် နယ်လေ့စဉ် ကောက်လှိုင်းများကို ကောက်ဆွဖြင့် နာရီဝက်တစ်ကြိမ်ခန့်လှန်၍ စပါးနယ်ခြင်းများ ပြုလုပ်မှုမရှိခြင်း။ • စက်ဖြင့် ခြွေလှေ့ပါက စက်ကိရိယာ တည်ဆောက်ပုံ မှားယွင်းခြင်း၊ စက်မောင်းသူ ကျွမ်းကျင်နားလည်မှု မရှိခြင်း တို့ကြောင့် အထွက်နှုန်း(၅-၂၀) ရာခိုင်နှုန်းအထိ လျော့နည်း ထွက်ရှိခြင်း။ • တလင်းပေါ်ရှိ စပါးများကို နေ့လည်ပိုင်း အပူချိန်မြင့်မားခြင်း (၄၂-၅၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်) ရှိချိန်တွင် ဖုံးအုပ်ကာကွယ်မှုမပြုခြင်း။ • တလင်းတွင်စပါးများ အခြောက်ခံစဉ် သို့မဟုတ် စပုံထားစဉ် အချိန်အခါမဲ့ မိုးရွာသွန်းခြင်း။ • သိုလှောင်ထားရှိသည့် စပါးတွင်အဖျင်း၊ အမှော်၊ လုံးပိန်၊ လုံးညှက်များအပြင် အစိုဓာတ်(၁၄)ရာခိုင်နှုန်းထက်များပါက စပါးစေ့များ အသက်ရှူနှုန်းမြင့်မားလာပြီး အပူချိန်(၆၅)ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထိ ရောက်ရှိလာပါသည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

<table>
<tr><th>အကြောင်းအရာ</th><th>နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်</th><th>အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု
ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်</th></tr>
<tr>
<td>ရိတ်သိမ်းချိန်
လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု။</td>
<td>
• သိုလှောင်ရာတွင် အဖျင်း၊အမှော်၊လုံးပိန်၊ လုံးညှက်နှင့် ကောင်းစွာခြောက်သွေ့ခြင်း မရှိသော စပါးများပါဝင်ခြင်း။ သိုလှောင်သည့် ပစ္စည်းကိရိယာများ၊ စပါးကျီများ လုံခြုံမှု မရှိခြင်း။

• ရိတ်သိမ်းချိန် ကာလအတွင်း စပါး လေလွင့် ဆုံးရှုံးမှုနှင့် ပတ်သက်၍ ၁၉၈၀-၈၁ ခုနှစ်က အုတ်ဖိုမြို့နယ်တွင် စီစစ် အကဲဖြတ်ခြင်းကို လုပ်ခဲ့ပါသည်။ သို့သော် သိုလှောင်ချိန် အလေအလွင့်နှင့် ပတ်သက်၍ စစ်တမ်း ကောက်ယူခဲ့ခြင်း မရှိပါ။

• ကောက်ရိတ်အပြီးလယ်ကွက်၌အခြောက်လှန်းခြင်း၊ ကောက်ဆိုင်ပုံများ ပြုလုပ်၍ ကြာရှည်စွာ စုပုံထားရှိခြင်းတို့သည် စပါး လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုကို ပိုမိုဖြစ်စေပါသည်။
</td>
<td>
• ထိုအခါ အဏုဇီဝမှိုများ ပေါက်ပွားလာခြင်း၊ အနံ့ဆိုးများ ထွက်ခြင်း၊ အစေ့များ အပင်ပေါက်နှုန်း ကျဆင်းခြင်း၊ ဆန်ဝါပေါက်ခြင်းများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။
• သိုလှောင် ကိရိယာ ပစ္စည်းနှင့် အဆောက်အဦးများ မလုံခြုံမှုကြောင့် ငှက်၊ ကြွက် ပိုးမွှားများ ဖျက်ဆီးနိုင်ပါသည်။ (အရေအတွက်အရ ဆုံးရှုံးမှုဖြစ်သည်။)

<table>
<tr><th>အကြောင်းအရာ</th><th>လေလွင့်မှု
(%)</th><th>လေလွင့်မှု
တွင်ပါဝင်
သည့် %</th></tr>
<tr><td>- ရိတ်သိမ်းခြင်း</td><td>၃. ၈၈</td><td>၇၄. ၆</td></tr>
<tr><td>- အခြောက်လှမ်းခြင်း
နှင့်ကောက်လှိုင်းထုံးခြင်း</td><td>၀. ၄၄</td><td>၈. ၅</td></tr>
<tr><td>- သယ်ယူခြင်း</td><td>၀. ၄၄</td><td>၉. ၄</td></tr>
<tr><td>- စပါးနယ်ခြင်း</td><td>၀. ၃၁</td><td>၆. ၀</td></tr>
<tr><td>- စပါးလှေ့ခြင်း</td><td>၀. ၀၈</td><td>၁. ၅</td></tr>
<tr><td>စုစုပေါင်း</td><td>၅. ၂၀</td><td>၁၀၀</td></tr>
</table>

• စပါး ရိတ်ဖြတ်ချိန်၌ ဖြစ်ပေါ်သော အလေအလွင့်သည် အလေအလွင့် စုစုပေါင်း၏(၇၄. ၆) ရာခိုင်နှုန်းအထိပါဝင်လျက်ရှိပါသည်။ထို့ကြောင့်စပါးရိတ်ချိန် မှန်ကန်ရေးသည် အထူး အရေးကြီးကြောင်း ဖော်ပြလျက်ရှိပါသည်။

ကောက်ရိတ်ခြင်း၊ သယ်ယူခြင်း၊ချွေလှေ့ခြင်း၊ အခြောက်ခံခြင်းနှင့် သိုလှောင်သိမ်းဆည်းခြင်း လုပ်ငန်းစဉ်ကို တစ်ဆက်တည်း လုပ်ဆောင်ပါက လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု လျော့နည်းနိုင်ပါသည်။
</td>
</tr>
</table>

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
စပါးရိတ်သိမ်း ချိန်ခန့်မှန်းခြင်း။	**စပါးရိတ်ချိန်။** • မိရိုးဖလာ နည်းလမ်းအရ စပါးကို မောင်းညိုချိန်တွင်ရိတ်ဖြတ်သည်။**(မောင်း ညိုချိန်သည် ကောက်နှံများ ဝင်းဝါစ စပါးပင်များ စိမ်းညိုညို ရှိနေဆဲအချိန်ကို ခေါ်သည်။) ရခိုင်ပြည်နယ်၌ ကွမ်းသီး ရောင်ကျချိန် သို့မဟုတ် မုန့်သန်းလျာ ကျချိန်ဟု ခေါ်သည်။**	• မောင်းညိုချိန်သည် ဇီဝကမ္မအရ စပါး များ ရင့်မှည့်ချိန်ဖြစ်သည်။ ထိုအချိန် ထက်လွန်လျှင် စပါးပင်များ ရင့်ရော် လာပြီး ကောက်နှံများ ကျိုးကြွပ်ကုန် သည်။ (သို့သော် အချို့သောစပါးမျိုး များသည် ရိတ်သိမ်းချိန်ကာလ အထိ အစိမ်းရောင်အတိုင်း ရှိနေတတ်သဖြင့် အခြားသော စပါးရင့်မှည့်သည့် လက္ခဏာ များကိုပါ သိရှိရန် လိုအပ်ပါသည်။ စပါးရိတ်သိမ်းရာတွင် အောက်ပါရည်မှန်း ချက်များ ထားရှိလုပ်ဆောင်ရပါမည်။) **ရည်မှန်းချက်။** - **စပါးအလေအလွင့်လျော့နည်းစေရန်။** - **စပါးနှင့်ဆန်အရည်အသွေးမြင့်မား စေရန်။**
	စိုက်ပျိုးရေးသုတေသန(ရေဆင်း)၏ စပါးရိတ်ချိန်ထောက်ခံချက်။ • စပါးရိတ်ချိန်ကို မှန်ကန်စွာ သတ်မှတ် နိုင်ရန် အနှံထွက်ချိန်၊ ရင့်မှည့်ချိန်နှင့် ရိတ်ဖြတ်ရမည့် အချိန်တို့ကို သိရှိရပါ မည်။	• အနှံထွက်ချိန်ကို သိရှိပါက စပါး ရိတ် သိမ်း ရမည့်အချိန်ကို ခန့်မှန်းနိုင်ပါ သည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် အနှံထွက် ပြီး ရက်(၃၀)ခန့် အကြာတွင် စပါးများ ကောင်းစွာရင့်မှည့်လေ့ ရှိသောကြောင့် ဖြစ်သည်။
	အနှံထွက်ချိန်။ **စပါးသက်တမ်း** — **အနှံထွက်ရက်** ၁၀၀-၁၁၀ — ၇၀-၈၀ ၁၂၅-၁၃၅ — ၉၅-၁၀၅ ၁၃၅-၁၅၀ — ၁၀၅-၁၁၅ ရာသီစပါး — အောက်တိုဘာ/ နိုဝင်ဘာ	• စိုက်စနစ် အပင်အာဟာရဓာတ်နည်းခြင်း များခြင်းနှင့် ရာသီဥတု အခြေအနေတို့ တွင် အနှံထွက်ရက် စောခြင်း/နောက် ကျခြင်းတို့ကို ဖြစ်ပေါ် စေနိုင်သည်။ ဥပမာ-အနှံထွက်ချိန်တွင်အပူချိန်(၁၅- ၂၀)ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိပါက အနှံထွက် နောက်ကျနိုင်ပါသည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
စပါးရိတ်သိမ်းချိန်ခန့်မှန်းခြင်း။	**ရင့်မှည့်ချိန်/ရိတ်သိမ်းချိန်။** • ယေဘုယျအားဖြင့် အနှံထွက်ပြီး ပန်းပွင့်စုံသည်မှ (၃၀-၃၅)ရက်ကြာလျှင် စပါးစေ့များ အောင်မြင် ရင့်မှည့်ပါသည်။ အနှံထွက်ခြင်းနှင့် ပန်းပွင့်စုံခြင်း အင်္ဂါရပ်ကို သတ်မှတ်ရာတွင် စိုက်ခင်း တစ်ခုလုံး၌ အနှံများ ရွက်ဖုံးအတွင်းမှ ထက်ဝက်ခန့် ထွက်ပေါ်လာသည့်ရက်ကို မှတ်သားပြီး ရက်(၃၀)ကို ထပ်မံ ပေါင်းထည့်ခြင်းဖြင့် ရင့်မှည့်ရက် သို့မဟုတ် ရိတ်သိမ်းရမည့်ရက်ကို ခန့်မှန်းနိုင်ပါသည်။ • မျက်မြင် လက်တွေ့နည်းဖြင့် ခန့်မှန်းမည်ဆိုပါက အနှံစေ့များ (၈၅)ရာခိုင်နှုန်းခန့် အထိကောက်ရိုးရောင်ပြောင်းလျှင်သို့မဟုတ် အနှံထိပ်ပိုင်းရှိ အစေ့များ ရင့်မှည့်ပြီး အောက်ပိုင်းရှိ အစေ့များ အစေ့တွင်းစာ မာလျှင် ရိတ်သိမ်းချိန်(မောင်းညီချိန်)ဟု သတ်မှတ်နိုင်ပါသည်။ ထိုအချိန်တွင် အနှံစေ့များ၏ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုသည် (၂၀-၃၀) ရာခိုင်နှုန်းခန့် ရှိပါသည်။ **ဖိလစ်ပိုင်စိုက်ပျိုးရေးကောလိပ်၏ သုတေသနတွေ့ရှိချက်(ယူပီစီအေ-၁၉၆၇)** • စပါးအထွက်နှုန်းနှင့် အရည်အသွေးကို သိရှိရန် အနှံထွက်ပြီး(၂၅)ရက်၊ (၃၀)ရက်နှင့် (၃၅)ရက် အသီးသီးတွင် ရိတ်သိမ်းခြင်းနှင့် ကြိတ်ခွဲခြင်းများလုပ်ဆောင်ပြီး နှိုင်းယှဉ်လေ့လာခဲ့ပါသည်။	• စိုက်စနစ် အပင်အာဟာရဓာတ်နည်းခြင်းများခြင်းနှင့်ရာသီဥတုအခြေအနေတို့သည် ရင့်မှည့်ချိန် သို့မဟုတ် ရိတ်သိမ်းချိန် စောခြင်း၊ နောက်ကျခြင်းများ ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ပါသည်။ **အကြောင်းအရာ — ရင့်မှည့်ချိန် စော/နောက်ကျ** - နိုက်ထရိုဂျင်ချို့တဲ့ — စော - ပိုတက်ချို့တဲ့ — စော - ဖော့စဖိတ်ချို့တဲ့ — နောက်ကျ - ကန့်ဓာတ်ချို့တဲ့ — နောက်ကျ - အအေးလွန်ကဲခြင်း — နောက်ကျ - တိမ်ထူခြင်း/အပူချိန်မြင့် — စော - အပူချိန်(၂၀-၂၅)စင်တီ — အကောင်းဆုံး **ရိတ်သိမ်းချိန်နောက်ကျပါက-** - **စပါးစေ့များကြွေခြင်း။** - **ဆန်စေ့များအက်ကွဲခြင်း။** - **စက်ကြိတ်ခွဲရာတွင် အကျိုးအကြေများခြင်း စသည့် အရေအတွက်နှင့် အရည်အသွေးပါ လေလွင့် ဆုံးရှုံးရပါသည်။** **ရလဒ်များ** • အနှံထွက်ပြီး(၃၀)ရက်နှင့်(၃၅)ရက်တွင် ရိတ်သိမ်းပါက အထွက်နှုန်းအမြင့်ဆုံးနှင့် အစေ့အလေးချိန် အများဆုံး ရရှိပါသည်။ • ကြိတ်ခွဲမှုတွင် ဆန်ထွက်အနေနှင့် ခြားနားမှုမရှိကြောင်း တွေ့ရပါသည်။ ဆန်စပါးဌာနစု၊ စိုက်ပျိုးရေးသုတေသနဌာန(ရေဆင်း)မှ အနှံထွက်ပြီး ရက်(၃၀)တွင်ရိတ်သိမ်းရန် ထောက်ခံထားရာ ယူပီစီအေ၏ တွေ့ရှိချက်နှင့် ကွာခြားခြင်းမရှိပါ။ • သို့သော် မြန်မာ့ရေမြေသဘာဝ ရာသီဥတုအရ စိုက်ပျိုးရေးသုတေသန (ရေဆင်း)၏ ထောက်ခံချက်အတိုင်း လုပ်ဆောင် သင့်ပါသည်။

ရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ကောက်ရိတ်ခြင်း။	**ကောက်မရိတ်မီလုပ်ငန်းများ။** • ရိတ်သိမ်းမည့် ရက်ကို ခန့်မှန်းပြီးပါက မြေအခြေအနေကို လိုက်၍ ပန်းပွင့်ပြီး (၁၅)ရက်အကြာတွင် အောင်ရေလွှတ်ရပါမည်။ • ရိတ်သိမ်းချိန် နီးကပ်လာသည်နှင့် အမျှ စိုက်ခင်းကို မပြတ်ကြည့်ရှုရပါမည်။	• စပါးအမြစ်များ လေကောင်းစွာ ရရှိစေရန်။ • ရိတ်ချိန်တွင် ခြေနင်းခံရန်။ • ရိတ်ချိန်စောခြင်း၊ နောက်ကျခြင်း မဖြစ်ပေါ်စေရန်။ **ရိတ်သိမ်းချိန်မှန်ကန်ပါက-** **- စပါးများ ကျွမ်းခြင်း၊ ကြွေခြင်း မဖြစ်ပါ။** **- ချွေရာတွင် အစေ့များ ကွဲကြေခြင်း မဖြစ်ပါ။** **- အပင်ပေါက်နှုန်းကောင်းသည်။** **- ကြိတ်ခွဲရာတွင် အကျိုး/အကြေနည်းပြီး ဆန်ထွက်ကောင်းသည်။**
	ကောက်ရိတ်ခြင်းနည်းလမ်းများ။ **တံစဉ်ဖြင့်ရိတ်ခြင်း။** • ယေဘုယျ အသုံးပြုသော နည်းလမ်းဖြစ်သည်။ • စပါးအပြီး သီးထပ်စိုက်ပျိုးရန် သို့မဟုတ် ကောက်ရိုးကို ကျွဲ၊ နွားစာအဖြစ် အသုံးပြုရန်ဆိုပါက မြေပြင်အထက် (၄-၆)လက်မ (တစ်မိုက်ခန့်) အကွာမှကပ်၍ ရိတ်သည်။	• လူအင်အားကုန်သည်။လူ(၁)ဦး(၆)နာရီလျှင် (၁)ဧက၏လေးပုံတစ်ပုံခန့် ပြီးသည်။ • သီးထပ်သီးနှံစိုက်ပျိုးရေးအတွက် မြေပြုပြင်ရာတွင် လွယ်ကူစေရန်နှင့် ကျွဲ/နွားစာအတွက် ကောက်ရိုးအလေအလွင့်နည်းစေရန် ဖြစ်သည်။
	ကောက်ရိတ်စက်ဖြင့်ရိတ်ခြင်း။ • စပါးခင်းသည် ကောင်းစွာခြောက်သွေ့ရမည်။ • စပါးပင်၏ ပင်ရပ်သည်(၃)ပေ(၂တောင်)ခန့် ရှိရမည်။ • စပါးပင်များ ထောင်မတ်ရမည်။	• စက်နင်းခံနိုင်ရန်။ • ပင်ရပ်တိုပါက ရိတ်ဖြတ်ရာတွင် စပါးပင်များ တဘက်သတ်မလဲပါ။ • စပါးပင်များ ယိုင်လဲနေပါက စက်ဖြင့် ရိတ်ခြင်း မပြုလုပ်နိုင်ပါ။ (၁ ရက်လျှင် ၃ဧကခန့် ရိတ်သိမ်းနိုင်သည်။)

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ကောက်ရိတ်ခြင်း။	**ကွန်ဘိုင်းဟာဗက်စတာဖြင့်ရိတ်ခြင်း။** • ရိတ်ခြင်းနှင့် ခြွေလှေ့ခြင်းကို တစ်ပြိုင်နက် လုပ်ဆောင်နိုင်သည်။ • စက်မှုလယ်ယာဦးစီးဌာန၏ အစီအမံဖြင့် လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြစ်သည်။ **ကောက်ပင်များအခြောက်လှန်းခြင်း။** • အချို့သောလယ်သမားများသည် ကောက်ရိတ်အပြီး ကောက်လှိုင်းများကို ကောက်ရိတ်သည့် လယ်ကွက်၌ပင် (၂-၃)နေခန့် လှမ်းလေ့ရှိသည်။ **ကောက်လှိုင်းများသယ်ယူခြင်းမပြုမီ ကြားဖြတ် ဆောင်ရွက်သောလုပ်ငန်းဖြစ်သည်။**	• တစ်နေ့(၅)ဧကခန့် ပြီးစီးနိုင်ပြီး အလေအလွင့် နည်းသည်။ • မြေအစိုဓာတ် ရှိပါက စပါးစေ့များကို ရေငွေ့ရိုက်ပြီး အရည်အသွေး ကျဆင်းနိုင်သည်။ • ထို့ကြောင့် လယ်ကွက်သည် ကောင်းစွာခြောက်သွေ့ရပါမည်။ ကောက်နှံများကို ရိတ်ဖြတ်ထားသော ရိုးပြတ်များပေါ်တွင် ထားရှိပြီး နေလှန်းရပါမည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
ကောက်လှိုင်းသယ်ယူခြင်း။	**ကောက်လှိုင်းစည်းခြင်း။** • ကောက်ပင်(၅-၆)ပင်ခန့်ကို ရိတ်ဖြတ်ပြီး စည်းဘွဲ့ကြိုးအဖြစ် ပြုလုပ်ပါသည်။ • တစ်ကြိမ်ရိတ်လျှင် လက်ဖြင့် (၁)ခါကိုင်ရသည်။ (၃)ကြိမ်ရိတ်လျှင် တံစဉ်ဖြင့် (၁)ခါကော်ရသည်။ (၃) ခါကော်လျှင် (၁) စည်း (သို့မဟုတ်) ကောက်လှိုင်း(၁) လှိုင်းရသည်။ စည်းဘွဲ့ကြိုးဖြင့် စည်းနှောင်ပေးသည်။ (ကောက်လှိုင်း ၃ လှိုင်းလျှင် စပါးတစ်တင်းခန့်ရရှိသည်။) **ကောက်လှိုင်းသယ်ယူခြင်း။** • လူ၊လှည်း၊ လက်တွန်းထွန်စက်၊ ထွန်စက်စသည်တို့ဖြင့် သယ်ယူလေ့ရှိသည်။ **ကောက်ဆိုင်ပုံဖြင့်စုပုံထားရှိခြင်း။** • လယ်ကွက်အတွင်း၌သော်လည်းကောင်း စပါးနယ်လေ့မည့် တလင်းအနီး၌လည်းကောင်း ကောက်ဆိုင်ပုံ၍ ထားရှိခြင်းဖြစ်သည်။ **ချွေလျှော့ခြင်းမပြုမီကြားဖြတ်ဆောင်ရွက်သော လုပ်ငန်းဖြစ်သည်။**	• လူဖြင့် စပါးရိတ်ရာတွင် ကျွမ်းကျင်မှုအပေါ်မူတည်၍ လူတစ်ဦး (၁)နေ့လျှင်(၁)ဧက၏လေးပုံတစ်ပုံသို့မဟုတ် သုံးပုံတစ်ပုံခန့် ပြီးစီးနိုင်ပါသည်။ • တလင်း၊ ချွေလှေ့စက် (သို့မဟုတ်) ကောက်ဆိုင်ပုံမည့် နေရာသို့သယ်ယူခြင်းဖြစ်သည်။ • စပါးစေ့များတွင် အစိုဓာတ် ရှိလျှင်ကြာရှည် သိုလှောင်ပါက အပူဓာတ်များ ထွက်ရှိလာပြီး စပါးစေ့များ အရောင်ပျက်ပြီး အရည်အသွေးကျဆင်းနိုင်ပါသည်။ အချိန်အခါမဲ့ မိုးကြောင့်လည်း လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။

အစေ့ချွေခြင်း
(တလင်း၌စပါးနယ်ပုံ)

စက်ဖြင့်ချွေလှေ့ပုံ

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
အစေ့ချွေခြင်း။	**အစေ့ချွေခြင်းနည်းလမ်းများ။ တလင်းဖြင့်အစေ့ချွေခြင်း။**	
	• တလင်းကိုလယ်ကွက်(သို့မဟုတ်)အိမ်ဝင်း အတွင်း ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။	• စပါးနယ်ရေးအတွက် သင့်လျော်သည့် နေရာကို ရွေးချယ်ခြင်း ဖြစ်သည်။
	• တလင်း မျက်နှာပြင်သည် ညီညာပြန့်ပြူး ရမည်။ အမြင့်ပိုင်း၌ ရှိရမည်။	• အချိန်အခါမဲ့ မိုးများရွာပါက လေလွင့် ဆုံးရှုံးမှု လျော့နည်းစေရန် ဖြစ်သည်။
	• တလင်း အရွယ်အစားသည် ယေဘုယျ အားဖြင့် ၆၀ x ၆၀ ပေ ပတ်လည် (၂၀ တောင်ပတ်လည်) ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။	• လုပ်အားနိုင်နင်းရန်နှင့် အလေအလွင့် နည်းစေရန် ဖြစ်သည်။
	• တလင်းမြေသားမာစေရန် ရေလောင်းပြီး လှည်း/နွား စသည်တို့ဖြင့် အကြိမ်ကြိမ် အထပ်ထပ်မောင်းသည်။ **တလင်းခေါက် သည်ဟု ခေါ်သည်။**	• တလင်းသား ကွဲအက်ခြင်း မဖြစ်စေရန် လုပ်ဆောင်ခြင်း ဖြစ်သည်။
	• ထို့နောက် နွားချေးနှင့်ရွှံ့စေးကို ရောစပ်၍ တလင်းမျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် ညီညာစွာ လိမ်းကျံပေးသည်။	• ဖုန်၊ ခဲ၊ သလဲများ ရောနှောပါဝင်ခြင်း မရှိစေရန်နှင့်အလွယ်တကူသိမ်းဆည်း နိုင်ရန် ဖြစ်သည်။
	• ပြုလုပ်ထားသောတလင်းပေါ်တွင်ကောက် နှံများကို ခပ်စောင်းစောင်း ထောင်ပြီးစီ ထပ်သည်။ **အုံးခွေသည်ဟု ခေါ်သည်။**	• စပါးနယ်ရန်(အစေ့ချွေရန်)အဆင်သင့် ပြုလုပ်ခြင်းဖြစ်သည်။
	• စီထပ်ထားသော ကောက်လှိုင်းများအပေါ် သို့ နွားကို လှည့်ပတ်မောင်းနှင်ပြီး စပါး နယ်သည်။ **သီးတံဖွပ်သည်။ သို့မဟုတ် သီးများဖွပ်သည်ဟု ခေါ်သည်။**	နွားဖြင့် စပါးနယ်ပါက နံနက်ခင်းအချိန် အတွင်း တစ်နေ့ (၄)နာရီ နှုန်းခန့်ဖြင့် (၃)ရက် (လုပ်အားချိန်၁၂ နာရီခန့်)တွင် စပါးတင်း (၆၀)ခန့် ရရှိနိုင်ပါသည်။
	• စပါးနယ်စဉ် ကောက်ဆွဖြင့် မကြာခဏ အထက်အောက် လှန်ပေးရသည်။	• အနှံတွင် စပါးစေ့များ မကျန်ရန် ဖြစ်သည်။
	• ကောက်ရိုးနှင့်စပါး သီးခြားစီ ဖြစ်သွားမှ သာလျှင် စပါးနယ်ခြင်းလုပ်ငန်း ပြီးစီး သည်။	• အနှံပေါ်တွင် စပါးစေ့များ ကျန်ရှိပါက အလေအလွင့်များ ဖြစ်နိုင်သည်။

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/နည်းလမ်း
အစေ့ချွေခြင်း။	• အချို့သော လယ်သမားများသည် နွားအစား လက်တွန်းထွန်စက်တွင် နောက်တွဲယာဉ်တပ်ဆင်၍ စပါးနယ်ကြပါသည်။ စပါးတင်း(၆၀)ထွက်လယ်မှ ကောက်လှိုင်းအားလုံးကို တစ်ကြိမ်တည်း အုံးခွေ၍ နယ်ခြင်းဖြစ်သည်။	• စပါးတင်း(၆၀) ရရှိရန် လုပ်အားချိန် (၆)နာရီ ကြာသည်။ ထို့ကြောင့် နွားဖြင့် စပါးနယ်သည်ထက် လုပ်အားချိန် ထက်ဝက်ခန့် သက်သာမှုရှိသည်။
	ပလတ်စတစ်ခြင်လုံပိုက်ဖြင့်အစေ့ချွေခြင်း။ • အချို့သောလယ်သမားများသည် ပလတ်စတစ်ခြင်လုံပိုက်ကို မျက်နှာပြင်ညီညာပြီး မာသော မြေပြင်၌ခင်း၍ နွား/လက်တွန်းထွန်စက်ဖြင့် အစေ့ချွေသည်။	• တလင်းပြုလုပ်ရ သက်သာပြီး တလင်းကဲ့သို့ သန့်စင်သော စပါးများကို ရရှိနိုင်သည်။
	ရိုက်ချွေခြင်း။ • လက်တစ်နိုင် ကောက်လှိုင်းများကို ယူပြီး အသင့် စိုက်ထူထားသော ဝါးတန်းတွင် ရိုက်ချွေခြင်းဖြစ်သည်။	• လုပ်ကွက်ငယ်သော လယ်သမားများ အသုံးပြုသည့် နည်းလမ်းဖြစ်သည်။
	ချွေလှေ့စက်ကိုအသုံးပြုခြင်း။ • စက်မှုလယ်ယာဦးစီးဌာနနှင့် ပုဂ္ဂလိက စက်မှုလုပ်ငန်းများမှ ထုတ်လုပ်ဖြန့်ချိ ပေးလျက်ရှိရာ ယခုအခါ တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုလျက် ရှိပါသည်။ • ချွေလှေ့စက်တွင်တပ်ဆင်ထားသော ဒရမ်၏ လည်ပတ်နှုန်းသည် (၆၀၀ rpm) ရှိရမည်။ • ပန်ကာအရှိန်နှင့်ဖယ်ယမ်းခြင်းအရှိန်သည် (၈၀၀-၈၅၀ rpm) ရှိရပါမည်။ • ဒရမ်ပေါ်ရှိ ငုတ်၏ထိပ်ဖျားနှင့် ဒရမ်အိမ်၏ အကွာသည် (၂၅ mm) ရှိရပါမည်။	• တစ်နာရီလျှင် (၁၅-၂၀)တင်း အထိ ချွေလှေ့ ပြီးစီးနိုင်သည်။ • ချွေလှေ့ရာတွင် ကောက်ရိုးများ ကြေမွသွားသည့်အတွက် ကောက်ရိုးလေလွင့် ဆုံးရှုံးမှုဖြစ်နိုင်သည်။ • (၆၀၀ rpm)ထက် မြန်ပါက အစေ့များ ထိခိုက်ပျက်စီးပြီး နှေးပါက ကောက်လှိုင်းတွင်အနှံစေ့များ ကျန်ရှိနိုင်သည်။ • စပါးစေ့များ အဖျင်းအမှော်နှင့် အတူ လွင့်ပါမသွားရန် ဖြစ်သည်။ • စပါးချွေလှေ့ရာတွင် အသင့်လျော်ဆုံးသော အနှံပမာဏကို ထည့်သွင်း နိုင်ရန်နှင့် ထိရောက်မှုရှိစေရန်။ • ချွေလှေ့စက်ကိုအသုံးပြုရာတွင်ကျွမ်းကျင်မှု မရှိက စပါး(၅-၆)တင်းခန့်အထိ လေလွင့်ဆုံးရှုံးနိုင်ပါသည်။သို့သော်ကျွမ်းကျင်မှု ရှိပါက စပါးလေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု သက်သာပြီး စပါးရိတ်သိမ်းခြင်းနှင့် ချွေလှေ့ခြင်း လုပ်ငန်းများကို တစ်ဆက်တည်း လုပ်ဆောင်နိုင်ပါသည်။

သန့်စင်ခြင်း
(စပါးလှေ့ခြင်း)

စပါးရိတ်သိမ်းခြင်း။

အကြောင်းအရာ	နည်းလမ်း/ဆောင်ရွက်ရန်	အကြောင်း-အကျိုးဆက်စပ်မှု ရလဒ်/အနှစ်ချုပ်
သန့်စင်ခြင်း။ (စပါးလှေ့ခြင်း)	**လှေ့စင်ဖြင့်စပါးလှေ့ခြင်း။** • မြေပြင်အထက် (၆ပေ-၁၀ပေ)ခန့် အမြင့်ရှိသော (၃)ချောင်းထောက် လှေ့စင်ကို ဝါးဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည်။ စင်ပေါ်တွင် ကောက်မှော်အနည်းငယ် ထည့်ထားသော ဆန်ခါ(၁)ခု တပ်ဆင်ထားသည်။ • ခွဲတောင်းဖြင့်တင်ပေးသောစပါးကိုဆန်ခါထဲသို့ လောင်းထည့်ပြီး ဆန်ခါကို ရှေ့တိုး နောက်ငင်ပြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့်ဆန်ခါပေါ်က်မှ စပါးစေ့များ ကျဆင်းလာသည်။ ပေါ့ပါးသော အဖျင်းအမှော်နှင့် လုံးပိန်၊ လုံးညှက်များသည် လေနှင့်အတူ လွင့်ပါသွားသည်။ • လှေ့စင်အောက်သို့ တိုက်ရိုက်ကျသော စပါးကို ဆန်ခါကျ **သို့မဟုတ် အရင်းသား ဟုခေါ်ပြီး** ဆန်ခါကျနှင့် ကောက်မှော် အကြား ရောနှောနေသော စပါးကို **ဖျင်းမကြီးဟု ခေါ်သည်။** • ဆန်ခါကျနှင့် ဖျင်းမကြီးကို တံမြက်စည်းဖြင့် ပိုင်းဖြတ်ပေးလေ့ ရှိသကဲ့သို့ ဆန်ကောဖြင့် ယပ်၍ ခွဲခြားပေးလေ့ရှိသည်။ ဤသို့လုပ်ဆောင်ခြင်းကို **ခေါင်းဖြတ်သည်ဟု ခေါ်သည်။** **ဆန်ကောဝိုင်းထိုး၍လှေ့ခြင်း။** • ဆန်ကောအတွင်း ကောက်လှိုင်းနယ်ပြီးသော စပါးများကို လောင်းထည့်ပြီးနောက် ဆန်ကောကို ဦးခေါင်းအထက်သို့ မတင်လျက် လျင်မြန်စွာဝှေ့ယမ်း၍ စပါးများကို ဝိုင်းချလိုက်သည်။ • ကျလာသော စပါးနှင့် အဖျင်းအမှော်များကို လူ(၄-၅)ဦး ခန့်က ယင်းတို့ကိုင်ထားသော ဆန်ကောများဖြင့် ယပ်ခပ်ပေးခြင်းဖြစ်သည်။	• သဘာဝ တိုက်ခတ်နေသော လေကို အသုံးပြု၍ အစေ့အဆန်ပြည့်ဖြိုးသော စပါးစေ့နှင့် လုံးပိန်၊ လုံးညှက်၊ အဖျင်း၊ အမှော်တို့ကိုခွဲခြားသန့်စင်ရန်ဖြစ်သည်။ • လေတိုက်အားနည်းလျှင် ဤနည်းကို အသုံးမပြုနိုင်ပါ။သို့သော် အင်ဂျင်စက်ရှိသော လယ်သမားများသည် ပန်ကာ တပ်ဆင်ပြီး စပါးလှေ့ခြင်းကို လုပ်ဆောင်ကြသည်။ • အလေးချိန်စီးပြီး အစေ့အဆန် ပြည့်ဖြိုးသော စပါးစေ့များသည် လေနှင့်အတူ ပါမသွားနိုင်ပါ။ • မိရိုးဖလာနည်းဖြင့် သန့်စင်သော စပါးများ ရရှိအောင် လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြစ်သည်။ • လုပ်ပိုင်ခွင့်ဧကနည်းသော လယ်သမားများ အသုံးပြုလေ့ ရှိသည်။ လေတိုက်နှုန်းနည်းသောအခါများတွင်ဤနည်းကို အသုံးပြုလေ့ရှိသည်။ • မိရိုးဖလာနည်းဖြင့် ချွေပြီးသော စပါးစေ့များသည်အဖျင်း၊အမှော်၊လုံးပိန်၊လုံးညှက်၊ ပေါင်းမြက်စေ့များအပြင်ဖုံ၊ခဲ၊သလဲစသည် တို့ဖြင့်ရောနှောလျက်ရှိပါသည်။ထို့ကြောင့် ကောင်းစွာသန့်စင် ခြင်းမပြုပါက ပိုးမွှားများ လွယ်ကူစွာ ကျရောက် ဖျက်ဆီးနိုင် သကဲ့သို့ စက်ကြိတ် ခွဲရာတွင်လည်း ဆန်အရည်အသွေး ကျဆင်းနိုင်ပါသည်။

စပါးနေလှန်းခြင်း

နေလှန်းခြင်း (Sun Drying Methods)

နေလှန်းခြင်းဆိုသည်မှာ (What is sun drying?)

၎င်းနည်းစနစ်မှာ စပါးများကိုနေရောင်ရရှိသောနေရာတွင် ဖြန့်ခင်းလှန်းခြင်းဖြင့် စပါးအတွင်းမှ အစိုဓာတ် (Moisture Content) ကို လျှော့ချသွားခြင်းဖြစ်သည်။ နေရောင်ခြည်၏ အပူချိန်ကြောင့် စပါးကိုပူစေသည့်အပြင် ပတ်ဝန်းကျင် လေထုအပူချိန်ပါ တက်သဖြင့် စပါးပုံအတွင်းမှ ရေခိုးရေငွေ့များ အငွေ့ပျံမှုနှုန်းကို မြန်စေပါသည်။

နေလှန်းခြင်းဖြင့် အခြောက်ခံခြင်းပြုလုပ်ရခြင်းမှာ (Why sun drying?)

နေလှန်းခြင်းသည် စက်ဖြင့်အခြောက်ခံခြင်းထက် ကုန်ကျစရိတ်ကိုသက်သာစေပါသည်။ ရင်းနှီး မြှုပ်နှံမှု ကုန်ကျစရိတ်လည်း အနည်းဆုံးဖြစ်ပါသည်။ သို့သော် နေလှန်းခြင်း အနေဖြင့် အချို့သော အကန့်အသတ် များရှိပါသည်။ ယင်းတို့မှာ-

- မိုးရွာသွန်းချိန်နှင့် ညအခါမပြုလုပ်နိုင်ပါ။ ယင်းအတွက်ကြောင့် နှောင့်နှေးမှုများမှာ စပါးပုံအတွင်း သီးနှံ၏ အသက်ရှူနှုန်း (Respiration) မြန်စေသဖြင့် စပါးပုံတွင်းအပူချိန် မြင့်တက်လာမှုကြောင့် မှိုများပေါက်ပွားမှု ဖြစ်နိုင်ပြီး စပါးအတွင်း ဆန်သားများ ဝါလာခြင်း၊ အနံ့ထွက်ခြင်းနှင့် လေလွင့် ဆုံးရှုံးမှုများ ဖြစ်စေခြင်း။
- လူ၏လုပ်အားလိုအပ်ချက် များပြားခြင်းနှင့် ထုတ်လုပ်နိုင်မှုအကန့်အသတ်ရှိခြင်း။
- သီးနှံပေါ် ကျရောက်သည့် အပူချိန်ကို ထိန်းသိမ်းရန်ခက်ခဲခြင်း၊ အပူချိန်လွန်ကဲစွာ ကျရောက်ပါက ဆန်သားအတွင်း အက်ကြောင်းများ ဖြစ်ပေါ်ပြီး ကြိတ်ခွဲသည့်အခါ ဆန်ကွဲ ပမာဏများပြားပြီး ကြိတ်ခွဲမှုအရည်အသွေး ညံ့ဖျင်းတတ်ပါသည်။

နေဖြင့်အခြောက်ခံခြင်းနည်းစနစ်များမှာ (Sun drying methods)

လယ်ကွင်းအတွင်းလှန်းခြင်း (Field Drying)

ကောက်ရိတ်ပြီးပါက စပါးနှံများကို လယ်ကွင်းအတွင်း ချထား၍လှန်းခြင်းနှင့် လယ်ကန်သင်းများပေါ်တွင် ကောက်ဆိုင်ပုံ၍ လှန်းခြင်းဖြစ်သည်။ ဤသို့ပြုလုပ်ရ ခြင်းမှာ ခြွေလှေ့သည့်အခါ ပိုမိုလွယ်ကူစေရန် ကြိုတင်အခြောက်ခံခြင်း ဖြစ်သည်။

အားနည်းချက်များမှာ

- ညအခါတွင်မြေကြီးမှ အစိုဓာတ်ကြောင့်လည်းကောင်း၊ ကောက်ရိုးများမှအစိုဓာတ်ကြောင့် လည်းကောင်း၊ စပါးများကိုပြန်လည်၍ ပိုမိုစိုစွတ်စေခြင်း။
- လေဝင်လေထွက်ညံ့ဖျင်းခြင်းနှင့်ခြောက်သွေ့မှုတွင်အကန့်အသတ်ရှိခြင်း။
- သီးနှံ၏အရည်အသွေး (Grain Quality)ကို လျင်မြန်စွာကျဆင်း စေပါ သည်။

အနှံလိုက်နေလှန်းခြင်း (Panicle Drying)

လယ်သမားများမိမိတို့ လယ်မှရရှိသောစပါးနှံများကို အနှံလိုက်စုစည်းပြီး သမားရိုးကျနည်းဖြင့် ကွင်းများအတွင်း သို့မဟုတ် တလင်းများပေါ်တွင် လှန်းခြင်းဖြစ်သည်။ လယ်ဧကနည်းသော တောင်သူလယ်သမား မိသားစုများသာ ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ ဤနည်းစနစ်ကို အင်ဒိုနီးရှား၊ အရှေ့တီမော၊ ဖိလစ်ပိုင်စသောနိုင်ငံများတွင် Ani Ani ဟု ခေါ်သော ဓားငယ်လေးများအသုံးပြု၍ အနှံရင်းမှရိတ်ဖြတ်သော စနစ်ဖြစ်သည်။

အားနည်းချက်များ

- ပမာဏနည်းနည်းသာပြုလုပ်နိုင်၊
- လက်ဖြင့်သာရိတ်ဖြတ်နိုင်၊
- အခြောက်လှန်းသည့်အခါ စပါး၏အတွင်းပိုင်းနှင့်အပြင်ပိုင်း ခြောက်သွေ့မှုမသိရပါ။ အပြင်ပိုင်းမှာ အလွယ်တကူ ခြောက်သွေ့နိုင်ပါသည်။

ဖျာ၊ တာလပတ်၊ ခြင်လုံဆန်ကာများဖြင့်လှန်းခြင်း (Drying on nets, mats or canvas)

ယင်းနည်းစနစ်ကို လယ်ဧကအနည်းငယ် ပိုမိုများပြားသောလယ်သမား၊ ကျေးရွာစပါးပွဲစားများ၊ ဟာလာစက်ပိုင်ရှင်များ၊ တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုကြသည်။

- အခင်းပေါ်လှန်းသဖြင့် ပိုပြီးသန့်ရှင်းသည်။
- ပြန်လည်သိမ်းဆည်းရလွယ်ကူသည်။
- ဇကာပိုက်ကွန်သုံးပါက မြေကြီးမှအစိုဓာတ်ပြန်ဝင်ခြင်း၊ စပါးများညစ်ပေခြင်းဖြစ်နိုင်သည်။

သံမံတလင်းပေါ်လှန်းခြင်း (Pavement Drying)

စပါးပမာဏအသင့်အတင့်မှအများအပြားကို သံမံတလင်းပေါ်တွင် နေလှန်းခြင်းဖြစ်သည်။

- စီးပွားရေးအရတွက်ခြေကိုက်သည်။
- ကနဦးရင်းနှီးမြှုပ်နှံငွေလိုအပ်သည်။
- စက်ဖြင့်လှန်းခြင်း၊သိမ်းဆည်းခြင်းများ ပြုလုပ်နိုင်သည်။
- ကျောက်ခဲများ၊ဖုံများ ပါနိုင်သည်။
- နည်းစနစ်တကျဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

For more information contact
Agricultural Engineering Unit
IRRI, DAPO Box 7777, Metro Manila, Philippines
Tel.: (63-2) 580-5600, Fax.: (63-2) 580-5699
Email:
M.Gummert@cgiar.org
J.Rickman@cgiar.org
ဆီလျော်အောင် ဘာသာပြန်ဆိုရေးသားသူ
ဒေါက်တာမျိုးအောင်ကျော်
အထွေထွေအတွင်းရေးမှူး
မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးကုန်သည်များအသင်း

ဘယ်လိုနေလှန်းမလဲ (How to Sun Dry ?)

စနစ်တကျနေလှန်းခြင်း၏ အခန်းကဏ္ဍ

စပါးနေလှန်းရာတွင် စနစ်တကျပြုလုပ်ဆောင်ရွက်ပါက အရည်အသွေးကောင်းပြီး ခြောက်သွေ့သော စပါးများကို ရရှိနိုင်ပါသည်။ စနစ်တကျနေလှန်းခြင်း၏ အဓိကသော့ချက်များမှာ

စနစ်တကျဖြန့်ခင်းခြင်း

- သမံတလင်း၊ ဖျာ၊ ခြင်လုံဆန်ကာ၊ တာလပတ်များပေါ်တွင် လက်(၂)လုံး (၃)လုံး ထက် မပိုသောစပါးထုကို ညီညီညာညာ ပါးပါးဖြန့်ခင်းပါ။
- ပိုမိုလျင်မြန်စွာ ခြောက်သွေ့လိုပါက လေကောင်းစွာတိုက်သော နေရာတွင် ဖြန့်ခင်းပါ။

မကြာခဏမွှေပေးခြင်း

- မွှေပေးခြင်းသည် စပါးအရည်အသွေးကောင်းခြင်း၏ အဓိကသော့ချက်ဖြစ်သည်။
- အနည်းဆုံးနာရီဝက် (၁)ခါမွှေပေးပါ။

ကာကွယ်ပါ

- လှန်းထားသောစပါး၏ မျက်နှာပြင်အပူချိန်နှင့် အစိုဓာတ်ကိုမကြာခဏ တိုင်းတာပေးပါ။
- စပါးမျက်နှာပြင်အပူချိန် ၅၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက်ပိုပါက စပါးမျက်နှာပြင်ကို တာလပတ်ဖြင့်ကာကွယ်ပါ။
- မျိုးစပါးအတွက်ရည်ရွယ်ပါက ၄၀ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက်မပိုရ။
- မိုးရွာသည့်အခါနှင့် ညအချိန်များတွင် စပါးကို ပြန်လည်စုစည်းပြီး မိုးကာဖြင့် ကာရံထားပါ။
- တိရစ္ဆာန်များလာရောက်စားသောက် နှောင့်ယှက်ခြင်းကိုကာကွယ်ပါ။

နည်းပညာ၏အခန်းကဏ္ဍ (Technology options to improve sun drying)

စနစ်တကျနေလှန်းခြင်းကို ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်အတွက် အောက်ပါကိရိယာများနှင့် အခြားနည်းများကို အသုံးပြုရပါသည်။

- သမံတလင်းတွင် ရေစီးလမ်းများထည့်သွင်းဆောင်ရွက်ထားခြင်း။
- စပါးများကို မွှေနှောက်ပေးခြင်း၊ စုစည်းသိမ်းခြင်းများအတွက် စက်ကိရိယာများ အသုံးပြုခြင်း။
- အပူချိန်နှင့် အစိုဓာတ်ကျဆင်းမှုများကို စီစစ်သုံးသပ်နိုင်ရန်အတွက် အစိုဓာတ်တိုင်း ကိရိယာများ အပူချိန်တိုင်း သာမိုမီတာများ လိုအပ်ပါသည်။

အခြားဂရုပြုရမည့်အချက်များ (Other Issues)

- ဆန်သားကျိုးကျေမှုနည်းပါးစေရန် ပထမဦးစွာ အစိုဓာတ် ၁၈%ကိုလျှော့ချရန်ဖြစ်သည်။ ယင်းအစိုဓာတ်သည် ၂ပတ်ကြာ အထားခံနိုင်ပါသည်။ ယင်းနောက် အစိုဓာတ်ကို ၁၄% အထိလျှော့ချ၍ ရေရှည်သိုလှောင်ရန် အခြောက်ခံနိုင်ပါသည်။

- အခြောက်လှန်းခြင်းကို ပြုလုပ်သည့်အခါ အများပြည်သူအသုံးပြုသော လမ်းများပေါ်တွင် မပြုလုပ်သင့်ပါ။ ယင်းသို့ ပြုလုပ်ခြင်းသည် ယာဉ်တိုက်မှုအန္တရာယ်ကိုဖြစ်စေပါသည်။

စပါးအခြောက်ခံခြင်း (Paddy Drying System)

စပါးအခြောက်ခံခြင်းဆိုသည်မှာ (What is drying ?)

သီးနှံအတွင်းမှ ရေကိုဖယ်ရှားခြင်းဖြင့် အစိုဓာတ်ကိုစိတ်ချစွာ သိုလှောင်နိုင်သည်အထိ လျှော့ချ သော လုပ်ငန်းစဉ်ဖြစ်သည်။

ဘာကြောင့် အခြောက်ခံရသလဲ (Why dry ?)

စပါးသည် ရိတ်သိမ်းချိန်တွင် အစိုဓာတ်များသည် (Paddy is harvested wet)

- ယင်းအချိန်တွင် အစိုဓာတ် (Moisture Content) သည် ၂၀ % မှ ၃၀% အတွင်းရှိသည်။ (Wet basis)

ခြောက်သွေ့သောစပါးမှသာလျှင် သိုလှောင်ရာတွင် စိတ်ချရသည် (Dried paddy can be stored safely)

- မိမိသိုလှောင်လိုသော အချိန်ကာလအလိုက် သင့်လျော်သော အစိုဓာတ်များမှာ အောက်ပါဇယား အတိုင်းဖြစ်သည်။

သိုလှောင်လိုသောကာလ (Storage Period)	လိုအပ်သောအစိုဓာတ် (Required MC)	အစိုဓာတ်များပါကဖြစ်ပေါ်နိုင်သော ပြဿနာ (Potential problem at higher MC)
၂ ပတ်မှ ၃ ပတ်	၁၄ -၁၈ %	မှိုဝင်၊ အရောင်ပျက်၊ သီးနှံအသက်ရှူမှုကြောင့် အလေအလွင့်ရှိ (Respiration Loss)
၈ လ မှ တစ်နှစ်	၁၃ % နှင့်အောက်	ပိုးမွှားဖျက်ဆီးခြင်း။
တစ်နှစ်မှ အထက်	၉ % အောက်	အပင်မပေါက်တော့ပါ။

စိုသောစပါးများမှာ လျင်မြန်စွာ ပျက်စီးလွယ်သည်။ (Wet paddy deteriorates quickly)

အခြောက်ခံမှု နှောင့်နှေးခြင်း၊ လုံလောက်သော အခြောက်ခံမှုမရှိခြင်း၊ အခြောက်ခံရာတွင် နှံ့စပ်မှုမရှိခြင်းတို့သည် အရည်အသွေးအားဖြင့် လည်းကောင်း၊ အရေအတွက်အားဖြင့် လည်းကောင်း၊ လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုများရှိသည်။

ယင်းတို့မှာ

- သီးနှံအသက်ရှူခြင်းကြောင့် စပါးပုံအတွင်း အပူဓာတ်များလာကာ မှိုများပေါက်ပွားမှုကြောင့် ဆန်အရောင် ပျက်ပြီးဆန်ဝါဖောက်ခြင်း။
- စပါးပုံအတွင်း အပူချိန်တက်လာခြင်း၊ သီးနှံအစိုဓာတ် ပြန်လာခြင်းကြောင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းကျဆင်းခြင်း၊ (Reducing milling yield)
- သီးနှံပုံအတွင်း အသက်ရှူမှု (Respiration) များလာခြင်း၊ မှိုနှင့်အင်းဆက်ပိုးများ ပေါက်ပွားမှုများပြားခြင်း၊ အပူချိန်မှာ (၄၂) ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထက် ပိုလာမှုကြောင့် မျိုးပေါက်နှုန်း (Germination)ကျဆင်းစေခြင်း နှင့် အပင်ကြံ့ခိုင်သန်စွမ်းမှု ကျဆင်းခြင်း။
- အစိုဓာတ် (Moisture Content) မြင့်မားသဖြင့် ပိုးမွှားပေါက်ပွားမှု ပိုမိုမြန်ဆန်ပြီး ယင်းတို့၏ ဖျက်ဆီးမှု ပိုမိုများပြားခြင်း။

ပြန်ဆိုသူ ဒေါက်တာမျိုးအောင်ကျော်၊ အထွေထွေအတွင်းရေးမှူး၊ မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးကုန်သည်များအသင်း

မိရိုးဖလာစနစ်ဖြင့် အခြောက်ခံခြင်း (Traditional drying system)

စပါးကို နေရောင်ရရှိသောနေရာများတွင် ဖြန့်ခင်းအခြောက်ခံခြင်းကို အာရှနိုင်ငံတော်တော်များများတွင် လက်ခံကျင့်သုံးလျက်ရှိသော စနစ်ဖြစ်သည်။ ယင်းစနစ်သည် ကုန်ကျစရိတ်သက်သာသော်လည်း အခြောက်လှန်းရာတွင် လူ၏လုပ်အား လိုအပ်ချက်များပြားခြင်း၊ သီးနှံ (စပါး) အပေါ် ကျရောက်သော အပူချိန်ကို ထိန်းသိမ်းရာတွင် ခက်ခဲခြင်းစသော အားနည်းချက်များရှိပါသည်။

စက်ဖြင့်အခြောက်ခံခြင်း (Mechanical drying systems)

သိုလှောင်ရုံအတွင်းအခြောက်ခံခြင်း (In-store drying)

အစိုဓာတ် ၁၈ %နှင့်အောက်ရှိသော စပါးများကို သိုလှောင်ရုံအတွင်း လေအေး (သို့မဟုတ်) အပူချိန် အနည်းငယ်ရှိသော လေပူကို အချိန်အတော်ကြာအောင် မှုတ်သွင်းပြီး အစိုဓာတ်ကို တဖြည်းဖြည်းချင်းလျှော့ချကာ ခြောက်သွေ့စေခြင်း ဖြစ်သည်။

လေပူဖြင့်အခြောက်ခံခြင်း (Heated air drying)

လှောင်ကန်အတွင်းအသုတ်လိုက် အခြောက်ခံခြင်း (Fixed Bed Batch Dryer)

ယင်းနည်းစနစ်ကို ဗီယက်နမ်၊ ထိုင်း၊ ဖိလစ်ပိုင်နိုင်ငံများရှိ တောင်သူလယ်သမားများ၊ ကျေးရွာများရှိ ဆန်စက်ငယ်များ၊ နဝလီဖြင့် အခြောက်ခံသူများ တွင်ကျယ်စွာအသုံးပြုလျက်ရှိသည်။ စပါးအခြောက်ခံနိုင်ရန် ပမာဏ (Capacity) အနည်းအများ ပြုလုပ်နိုင်သည်။ အပူပေးစနစ်ကို ရေနံဆီ/ဒီဇယ်မီးဖို၊ စပါးခွံမီးဖို ရေနွေး/ရေနွေးငွေ့စသည်တို့မှ ရယူနိုင်သည်။ အားနည်းချက်မှာ လူ၏လုပ်အား ပိုမိုလိုအပ်ခြင်းဖြစ်သည်။ (Labor intensive)

စပါးအထက်အောက်လှည့်စနစ်ဖြင့် အခြောက်ခံခြင်း (Re-circulating Batch Dryer)

ပမာဏအသင့်အတင့် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ (၆ တန်မှ ၁၀တန်)
အလိုအလျောက်စက်ဖြင့် ပြုလုပ်ခြင်း ဖြစ်သဖြင့် လုပ်သားလိုအပ်ချက် နည်းသည်။
ရရှိလာသော အခြောက်ခံပြီးစပါး၏ အရည်အသွေးကောင်းသည်။

စပါးစဉ်ဆက်မပြတ်စီးဆင်း အခြောက်ခံခြင်း (Continuous Flow Dryer)

စီးပွားဖြစ် အခြောက်ခံသောနေရာများ (Commercial grain centers) တွင် ပမာဏကြီးမားစွာ အခြောက်ခံနိုင်သည်။ (တစ်ကြိမ်လျှင် ၁၀ တန် အထက်)

မိုငြမ်းခြင်း
အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာဆန်စပါးသုတေသနဌာန
(International Rice Research Institute Agricultural Engineering Unit မှ ထုတ်ဝေသည့် Fact Sheet- Hermatic Graing Storage System by M. Gummert and J. Rickman ကို ဆီလျော်အောင် ပြန်ဆိုပါသည်။)

ဗီယက်နမ် ပုံစံ စပါး (၄)တန်ကျ အခြောက်ခံ ကိရိယာ
Vietnam Design Flat-Bed Paddy Dryer (SHG-4)

ယင်းစပါးအခြောက်ခံစက်သည် ယနေ့ဗီယက်နမ်နိုင်ငံတွင် နာမည်ကျော်ကြားပြီး ဆန်စက်လုပ်ငန်းရှင်များလက်ခံလျက် တည်ဆောက်လျက်ရှိသော ဒီဇိုင်း ဖြစ်သည်။ ဗီယက်နမ်နိုင်ငံ၏ ပြည်တွင်းစစ်ပြီးခါစ ၁၉၈၀ ခုနှစ်ကာလက စပါးအခြောက်ခံစက် တစ်လုံးမျှပင်မရှိခဲ့ပါ။ ယခုအခါတွင်မူ စက်ပိုင်များအနေဖြင့်လိုလိုလားလား လက်ခံ တည်ဆောက်နိုင်လာသဖြင့် မဲခေါင်မြစ်ဝှမ်းဒေသတွင်ပင် စက်အလုံးရေ စုစုပေါင်း (၅၀၀၀) မျှပင်ရှိနေပြီ ဖြစ်ပါသည်။

စပါးအခြောက်ခံစက်၏အားသာချက်များ

စပါးအခြောက်ခံစက်၏အားသာချက်များမှာ-

- ရာသီမရွေး ရာသီဥတု၏ အကန့်အသတ်ကို ကျော်လွှားနိုင်ခြင်း၊
- သီးနှံ (စပါး) လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုကို လုံးဝကာကွယ်မှု ပေးနိုင်ခြင်း၊
- ကနဦး ရင်းနှီးကုန်ကျစရိတ်တွင် အခြားခေတ်မီ အခြောက်ခံစက်များလောက် မများပြားသော်လည်း အခြောက်ခံနိုင်မှု (Efficiency) တွင်မူ အဆိုပါစက်ကြီးများ နှင့် နှိုင်းယှဉ် နိုင်လောက်ခြင်း၊
- အပူပေးသည့်အပိုင်းမှာ စပါးခွံကို သုံးစွဲထားသဖြင့် တန်ဘိုးကုန်ကျစရိတ် နည်းပါးအောင် ဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း၊
- ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုတွင်လည်း မည်သူမဆို လွယ်ကူစွာ ပြုလုပ်နိုင်ခြင်း၊
- လိုအပ်သော ပစ္စည်းများကိုလည်း အလွယ်တကူ ရရှိနိုင်ခြင်း၊
- ယင်းစက်ဖြင့် အခြောက်ခံခြင်းဖြင့် ရရှိလာသောစပါးများကို ကြိတ်ခွဲပါကလည်း ဆန်သားပြန်လည်ရရှိမှု ပိုမိုကြောင်း အထောက်အထားအရလည်းကောင်း၊ စမ်းသပ်မှုအားဖြင့်လည်းကောင်း တွေ့ရှိရခြင်း၊
- စပါးတစ်တင်းအပေါ် အခြောက်ခံခြင်းအတွက် ကုန်ကျစရိတ် ကျပ် ၁၀၀/- အောက်တွင် သာရှိခြင်း၊
- မျိုးစပါးများအတွက် မျိုးပေါက်မှုနှုန်းကို မထိခိုက်ခြင်း၊

စသည့်အားသာချက်များရှိပါသည်။

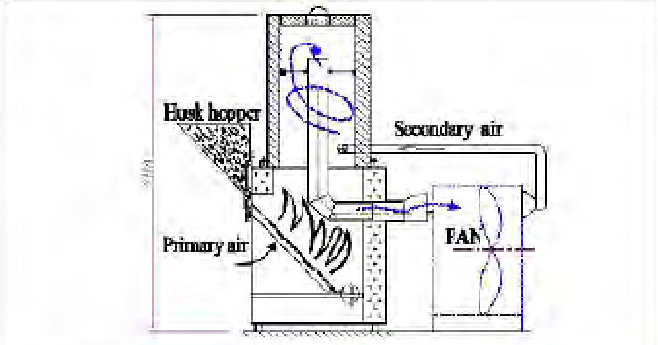
စပါးအခြောက်ခံစက်၏အချက်အလက်များ

၁။ စက်အမျိုးအစား	ဗီယက်နမ်ဒီဇိုင်း SHG-4 အခြောက်ခံစက်
၂။ တစ်ကြိမ်အခြောက်ခံနိုင်သော ပမာဏ	စပါးတင်း (၂၅၀)ခန့် (၄)တန်
၃။ အပူပေးစနစ်	စပါးခွံမီးဖို
၄။ ပန်ကာအမျိုးအစား	Axial flow fan
၅။ ပန်ကာအတွက် လိုအပ်သောစွမ်းအင်	ဒီဇယ် အင်ဂျင်(၁၂-၁၃)ကောင်
၆။ အပူပေး အပူချိန်	၄၃-၄၅ C
၇။ အစိုဓာတ်လျော့ချမှုနှုန်း	တစ်နာရီလျှင် အစိုဓာတ် ၁-၁. ၅%
၈။ စပါးအခြောက်ခံစက်၏ အတိုင်းအတာများ	စပါးထည့်ကန်အလျား- ၈. ၀၂ မီတာ စပါးထည့်ကန်အနံ - ၃. ၀၂ မီတာ စပါးထည့်ကန်အမြင့် - ၆၀၀ မီလီမီတာ အောက်ခြေ လေသွားလမ်းအမြင့်- ၂၀၀ မမ
၉။ လေပြွန်	လ× န× မ - ၈. ၅၂×၁. ၁×၁. ၁ မီတာ
၁၀။ စပါးအခြောက်ခံကြမ်းပြင်ဧရိယာ	၂၈ စတုရန်းမီတာ

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ပုံစံ

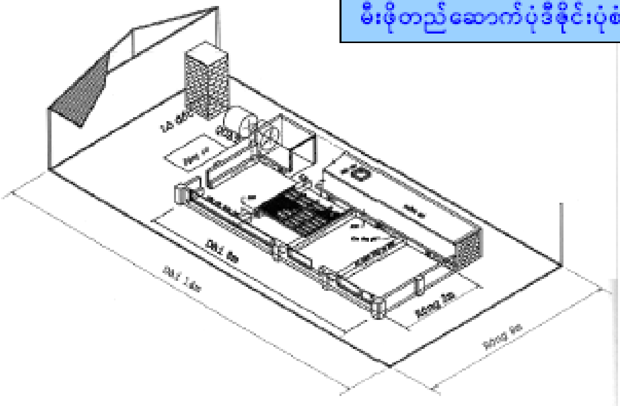
စပါးအခြောက်ခံစက်၏ မီးဖိုတည်ဆောက်ပုံဒီဇိုင်းပုံစံ

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ စပါးထည့်ကန် အနေအထားပုံစံ



Schematic of the furnace with cylindrical combustion chamber (of the SHG-4 and SHG-8 dryers).

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ မီးဖိုတည်ဆောက်ပုံဒီဇိုင်းပုံစံ



စပါးအခြောက်ခံစက်၏ တည်ဆောက်ပုံဒီဇိုင်းပုံစံ

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ တည်ဆောက်ပုံ အဆင့်ဆင့်

နိဂုံး

ယခုတည်ဆောက်သည့် ဗီယက်နမ်ဒီဇိုင်း အခြောက်ခံစက်သည် ဗီယက်နမ်နိုင်ငံတွင်(၂၅) နှစ်ကြာမျှ သုတေသနပြုလျက် ပုံစံပေါင်းများစွာအပေါ် အခြေခံ၍ အကောင်းဆုံးနှင့် နောက်ဆုံးလက်ခံ တည်ဆောက်လျက်ရှိသော စက်ပုံစံဖြစ်ပါသည်။ ဗီယက်နမ်နိုင်ငံရှိ စက်ပိုင်းများမှာ ရာသီဥတုအခြေအနေပေး၍ နေဖြင့် အခြောက်လှမ်း၍ ရနိုင်သည့်တိုင်အောင် ကနဦးအစိုဓာတ် (Initial Miosture Content) ကို ၁၈% သို့ နေလှမ်း၍ ဦးစွာချပြီး အပြီးသတ် အစိုဓာတ် (Final MC) ကို ၁၄%သို့အခြောက်ခံစက်ကိုအသုံးပြု၍ အခြောက်ခံပြီးမှ သိုလှောင်ခြင်း/ကြိတ်ခွဲခြင်းတို့ကို ဆက်လက်ဆောင်ရွက်လေ့ရှိကြပါသည်။ အကြောင်းမှာ ရှေ့တွင် ဖေါ်ပြခဲ့သည့် အားသာချက်များကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။ အသေးစိတ် မေးမြန်း ဆွေးနွေးလိုပါက **ဒေါက်တာမျိုးအောင်ကျော်၊ အထွေထွေအတွင်းရေးမှူး၊ မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးကုန်သည်များအသင်း၊ ရုံးဖုံး- ၂၂၁၄၄၈၊ ၂၂၀၁၃၁၊ ပွဲရုံဖုံး- ၆၈၀၉၃၄၊ ဂျီအက်စ်အမ်ဖုံး- ၀၉ ၅၁၀ ၇၀၅၉၊ သို့ဆက်သွယ်မေးမြန်းနိုင်ပါသည်။**

မြန်မာနိုင်ငံအတွက် အခြောက်ခံစက် ဘာကြောင့် လိုအပ်သလဲ၊

- တိုးတက်လာသော လူဦးရေအတွက် စားနပ်ရိက္ခာ ဖူလုံရေး။
- တစ်နှစ် (၂) သီးမှ (၃) သီးစနစ်သို့ စိုက်ပျိုးလာမှာဖြစ်။
- တစ်မိုး (၂)သီးစနစ်သည် အနာဂတ်ဆန်စပါး စိုက်ပျိုးထုတ်လုပ်မှုတွင်လိုအပ်
- ရာသီဥတု၏ ကန့်သတ်မှုသည် ဆန်စပါးတိုးတက် ထုတ်လုပ်မှုအတွက် အဟန့်အတားဖြစ်ခြင်း။
- အချိန်အခါမဟုတ်မိုးရွာခြင်း၊ နွေစပါးစိုက်ချိန်နောက်ကျသဖြင့် မိုးမလွတ်ခြင်းများတွင် သီးနှံပျက်စီး ဆုံးရှုံးမှု များပြားခြင်း။
- ဆန်စပါးထုတ်လုပ်မှု တိုးတက်လာပြီး ပို့လျှံပါက ပြည်ပသို့ တိုးတက် တင်ပို့နိုင်မှာဖြစ်။

မြန်မာနိုင်ငံနှင့် သင့်လျော်သော အခြောက်ခံစက်များ

အခြောက်ခံစက်သည် -

- စက်တည်ဆောက်မှုပုံစံ ရိုးစင်းလွယ်ကူရမည်။ (Non-complexity)
- အလွယ်တကူရနိုင်သော ပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်နိုင်ရမည်။ (Resource availability)
- ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းရ လွယ်ကူရမည်။ (Easy to maintain)
- စွမ်းအင်လိုအပ်ချက် လွယ်ကူသက်သာစွာ ရနိုင်ရမည်။ (Easy to solve energy requirement)
- ရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှု ကုန်ကျစရိတ် အခြားအခြောက်ခံစက်များထက် သက်သာရမည်။ (More Affordable and Cheaper)
- (Reliability Cost) နည်းပါးရမည်။

မြန်မာနိုင်ငံနှင့် သင့်လျော်သော အခြောက်ခံစက်များ

ဆန်စက်လုပ်ငန်းရှင်များအတွက် → စီးပွားဖြစ် အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers

လယ်သမားများအတွက် → တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ
Low Cost Paddy Dryers

မြန်မာနိုင်ငံနှင့် သင့်လျော်သော အခြောက်ခံစက်များ

- စီးပွားဖြစ် Commercial scale လုပ်ကိုင်နိုင်။
- ဗီယက်နမ်နိုင်ငံတွင် တွင်ကျယ်စွာ အသုံးပြုလျက်ရှိ
- အငယ်စားဆန်စက်ငယ်များ၊ အလတ်စား ဆန်စက်များ အတွက် သင့်လျော်
- စပါးသက်သက် သီးသန့်ဝယ်ယူ အခြောက်ခံ ကာ ပြန်လည်ရောင်းချသော ကန်ထရိုက်စနစ်များလည်း ပေါ် ပေါက်လာနိုင်
- Capacity (၃)တန်မှ (၈-၁၀)တန်ထိ တည်ဆောက်နိုင်
- ယခု စက်၏ Design မှာ ဗီယက်နမ်နိုင်ငံတွင် လက်ရှိ အကောင်းဆုံး အနေအထားရှိသော စက် Design ဖြစ်

စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

စပါးအခြောက်ခံစက်၏အချက်အလက်များ

- စက်၏အမျိုးအစား - ဗီယက်နမ်ဒီဇိုင်း **SHG-4** အခြောက်ခံစက်
- အသုံးပြုနိုင်သောသီးနှံ - စပါး၊ ပြောင်း၊ ပဲအမျိုးမျိုး၊ ငရုတ်သီး၊
  - ငရုတ်ကောင်း၊ ကော်ဖီစေ့
- စက်၏အခြောက်ခံနိုင်သောပမာဏ - စပါးတင်း (၂၅၀)ခန့် (၄)တန်
- အပူပေးစနစ် - စပါးခွံမီးဖို
- ပန်ကာအမျိုးအစား - Axial flow fan
- ပန်ကာအတွက် လိုအပ်သောစွမ်းအင် - ဒီဇယ် အင်ဂျင် (၁၂-၁၃)ကောင်

စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

စပါးအခြောက်ခံစက်၏အချက်အလက်များ

- အပူပေးသည့် အပူချိန် - ၄၃-၄၅°C
- အစိုဓာတ်လျှော့ချမှုနှုန်း - တစ်နာရီလျှင် အစိုဓာတ် ၁-၁. ၅%
- စပါးထည့်ကန်၏အတိုင်းအတာများ - အလျား- ၈. ၀၂ မီတာ
  - အနံ - ၃. ၀၂ မီတာ
  - အမြင့် - ၆၀၀ မီလီမီတာ
- အောက်ခြေ လေသွားလမ်းအမြင့် - ၂၀၀ မမ
- လေပြွန် - လ×န×မ- ၈. ၅၂×၁. ၁×၁. ၁ မီတာ
- စပါးအခြောက်ခံကြမ်းပြင်ဧရိယာ - ၂၈ စတုရန်းမီတာ
- ကြမ်းခင်းအမျိုးအစား - သံဇကာ(သို့)ဝါးခင်းနှင့် ခြင်လုံဇကာခင်း

စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ အားသာချက်များ

- ရာသီမရွေး ရာသီဥတု၏ အကန့်အသတ်ကို ကျော်လွှားနိုင်ခြင်း
- သီးနှံ (စပါး) လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှုကို လုံးဝကာကွယ်မှု ပေးနိုင်ခြင်း
- ကနဦးရင်းနှီးကုန်ကျစရိတ်တွင် အခြားခေတ်မီ အခြောက်ခံစက်များလောက် မများပြား သော်လည်း စွမ်းရည် **Efficiency** တွင်မူ အဆိုပါ စက်ကြီးများနှင့် နှိုင်းယှဉ် လောက်ခြင်း
- အပူပေးပိုင်းမှာ စပါးခွံကို သုံးစွဲထားသဖြင့် တန်ဘိုးကုန်ကျစရိတ် နည်းပါးအောင် ဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း

စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

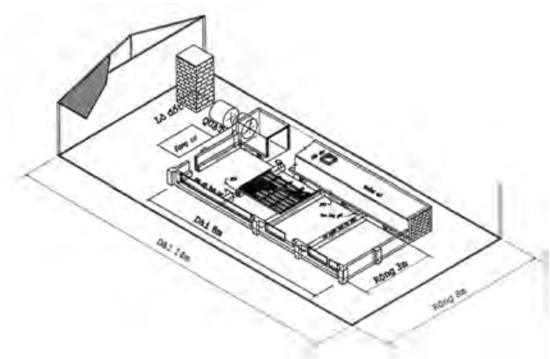
စပါးအခြောက်ခံစက်၏ အားသာချက်များ

- ပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှုတွင်လည်း အလွယ်တကူ ပြုလုပ်နိုင်ခြင်း
- လိုအပ်သောပစ္စည်းများ ကိုလည်း အလွယ်တကူ ဝယ်ယူရရှိ နိုင်ခြင်း
- ယင်းစက်ဖြင့် အခြောက်ခံ၍ ရရှိလာသော စပါးကိုကြိတ်ခွဲပါကလည်း ဆန် သားပြန်လည်ရရှိမှု **(Head rice recovery)** ပိုမိုကြောင်း သုတေသနပြုမှု များကြောင့် တွေ့ရှိရခြင်း

စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

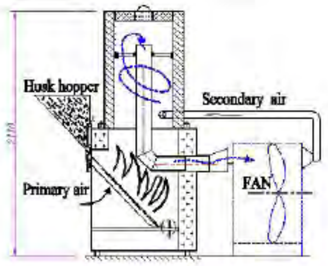
စပါးအခြောက်ခံစက်၏ အားသာချက်များ

- စပါးတစ်တင်းပေါ် အခြောက်ခံခြင်းအတွက် ကုန်ကျစရိတ် ကျပ် ၁၀၀ အောက်တွင်ရှိခြင်း
- မျိုးစပါးများအတွက် မျိုးပေါက်မှုနှုန်း **(Germination)** မထိခိုက်ခြင်း



စီးပွားဖြစ်အခြောက်ခံစက်များ
Commercial Flat Bed Paddy Dryers (SHG- 4)

စပါးအခြောက်ခံစက်၏ ပုံစံ



Schematic of the furnace with cylindrical combustion chamber (of the SHG-4 and SHG-8 dryers).

မြန်မာနိုင်ငံနှင့် သင့်လျော်သော အခြောက်ခံစက်များ

တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ **Low Cost Paddy Dryers**

Model- **STR-1**

- ဗီယက်နမ်လယ်သမားများ အသုံးပြု
- သယ်ယူရလွယ်ကူ၊ တပ်ဆင်ရလွယ်
- အသုံးပြုရလွယ်ကူ၊ ထိန်းသိမ်းရလွယ်
- စပါး၊ ပြောင်း၊ မြေပဲ၊ ပဲအမျိုးမျိုး တို့ကို အခြောက်ခံနိုင်
- အခြောက်ခံ ပမာဏ ၁ တန်

တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ **Low Cost Paddy Dryers**

STR-1 ဖွဲ့စည်းပုံ

စပါးထည့်ကန်

- စပါးထည့်ကန် (၂) ခုပါဝင်
- ဝါးဖြင့် ယက်လုပ်ထားသော ရှိင်ပတ် (သို့) သံဇကာ နှင့် ခြင်လုံဇကာ ဖြင့် ခွေထား
- အတွင်း/အပြင် အချင်းမတူသော ဆလင်ဒါခွေ (၂) ခုပါဝင်

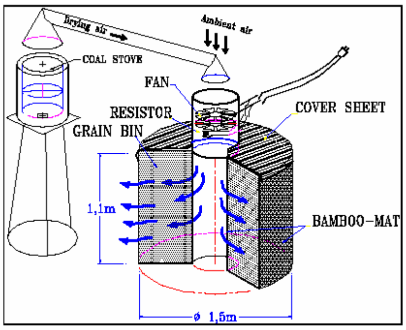


Figure 10: Construction of SRR-1 dryer with coal stove

တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ Low Cost Paddy Dryers

STR-1 ဖွဲ့စည်းပုံ

ပန်ကာ နှင့် ပန်ကာအုံ
Fan and Housing

မော်တာအမျိုးအစား	-	**Single Phase,**
	-	**Permanent Capacitor**
မော်တာမြင်းကောင်ရေ	-	၃/၄ (၃-မတ်) **HP**
ပန်ကာ အရွက်ပြား	-	၆ ခု
ပန်ကာ အမျိုးအစား	-	**Axial Flow Fan**

STR-1 ဖွဲ့စည်းပုံ

အပူပေး မီးဖို

- စပါးခွံ၊ ပြောင်းရိုး၊ လောင်စာ တောင့်၊ ကျောက်မီးသွေး ကို အသုံးပြု
- ပြင်ပ အပူချိန်ထက် ၁၂-၁၅**C** ပို၍ပူ

STR-1 ဖွဲ့စည်းပုံ

နည်းပညာအချက်အလက်များ (Technical Specifications)

- ပမာဏ - စပါး၅၀၀ ကီလို(၂၄ တင်း) ထည့်ထားသော စပါး ထည့်ရှိင်ပတ်
  - (၂)သုတ်၊ စုစုပေါင်း တင်း (၅၀) ခန့်
- စပါးထု အထု - တစ်ပေခွဲခန့်
- အပူပေး အပူချိန် - ၄၃-၄၅˚C
- အခြောက်ခံချိန် - စပါး တစ်တန်အတွက် (၁၆)နာရီ
- အခြောက်ခံနှုန်း - တစ်နာရီလျှင် (၀. ၁%)အစိုဓာတ်ချခြင်း
- စပါးထည့်အကန့် - ဆလင်ဒါပုံ၊ သံဇကာ နှင့် ခြင်လုံဇကာ၊ ဝါးရှိင်ပတ်

STR-1 ဖွဲ့စည်းပုံ

နည်းပညာအချက်အလက်များ (Technical Specifications)

- ပန်ကာ - **Axial Fan**
- လေမှုတ်အား - **0.6 m³/s**
- လေဖိအား - **250 Pa**
- မော်တာအား - **1 Kwh** (တစ်နာရီ ၁ ကီလိုဝပ်)
- မီးဖို - စပါးခွံမီးဖို သို့မဟုတ် ကျောက်မီးသွေးမီးဖို

တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ Low Cost Paddy Dryers

ဘယ်သူတွေ အသုံးပြု မှာလဲ ၊

- လယ်ပိုင်ဆိုင်မှု (၂) ဧကမှ (၁၀)ဧကအတွင်း ပိုင်ဆိုင်သော လယ်သမားများ
- တစ်ရာသီ စပါးတင်း (၆၀၀)ခန့် ရသော လယ်သမားများ
- အထူးသဖြင့် နွေစပါး စိုက်ပျိုးသောဒေသများ တွင် ပိုမိုလိုအပ်

အဓိက အကန့်အသတ်မှာ လျှပ်စစ်မီး ရရှိနိုင်မှုဖြစ်သည်။ စပါးခွံ လောင်စာ ဓာတ်ငွေ့ အင်ဂျင်ဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ရရှိနိုင်ပါက အဆင်ပြေမည် ဖြစ်သည်။

တန်ဘိုးနည်း အခြောက်ခံစက်များ Low Cost Paddy Dryers

ဘယ်လိုတပ်ဆင် အသုံးပြု မှာလဲ ၊

အတွင်းသံဖရိန် တပ်ဆင်ခြင်း နှင့် ရိုင် ပတ် ခွေခြင်း၊ တပ်ဆင်ခြင်း လုပ်ငန်းစဉ် အဆင့်ဆင့်

ဘယ်လိုတပ်ဆင် အသုံးပြု မှာလဲ ၊

ပန်ကာအုံတွင် လေလုံစေရန် ပလတ်စတစ် တပ်ဆင်နေစဉ်

မီးဖို မီးမွှေးနေစဉ်

ပန်ကာအုံနှင့် ပလတ်စတစ်ကို စပါးထုပေါ်တွင် အုပ်ဆိုင်း တပ်ဆင်နေစဉ်

အုပ်ပြီးပလတ်စတစ် ပေါ်မှ လေ မှုတ်သည့် အခါ ကြွတက်မလာ စေရန် အလေးဖြင့် ဖိ ထားရသည်

ဘယ်လိုတပ်ဆင် အသုံးပြု မှာလဲ ၊

ပန်ကာအုံပေါ်တွင် လေပိုက် အုပ်ဆိုင်း တပ်ဆင်နေစဉ်

မော်တာစတင်ဖွင့်ပြီး အခြောက်ခံခြင်း ပြုလုပ်နေစဉ်

ပထမအသုတ်ပြီးသွားသောအခါ ရိုင်ပတ်ကိုဖွင့်ချပြီး စပါးကို အအေးခံနေစဉ်

ပုပ်ဖြင့်စပါးသိုလှောင်ပုံ

ဆန်စပါးသိုလှောင်မှုစနစ်များ (Rice Storage Systems)

ဆန်စပါးသိုလှောင်မှု အခြေအနေသည် သိုလှောင်မည့် သီးနှံ၏ပမာဏ၊ သိုလှောင်ရသည့် ရည်ရွယ်ချက်နှင့် သိုလှောင်သည့်နေရာ ဒေသအခြေအနေတို့ပေါ်တွင် မူတည်နေပေသည်။ ဤနေရာတွင် စပါးကိုကြိတ်ခွဲပြီးမှ သိုလှောင်ခြင်းထက် စပါးအတိုင်း သိုလှောင်စေလိုပါသည်။ အကြောင်းမှာ စပါး၏အပြင်ဘက်ရှိ စပါးခွံသည် ပိုးမွှားများ၏ ဖျက်ဆီးမှုနှင့် အရည်အသွေးပိုင်း ပျက်စီးမှုအတွက် အထိုက်အလျောက် အကာအကွယ် ပေးထား သောကြောင့် ဖြစ်ပေသည်။ သို့သော် ဆန်ကို လုံးတီးအဖြစ် သိုလှောင်ပါမူ စပါးထုထည်ထက် ၂၀% ပို၍ ဝန်ကျဉ်းသွားမည်ဖြစ်သည်။

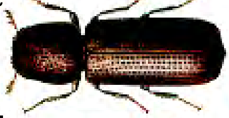
လိုအပ်ချက်များ (Requirements)

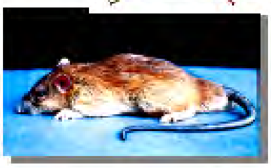
- ခြောက်သွေ့ပြီးဖြစ်သော သီးနှံကို အစိုဓာတ်ပြန်လည် မဝင်ရောက်နိုင်စေရန် ကာကွယ်နိုင်ရပါမည်။
- ပိုးမွှား၊ ကြွက်၊ ငှက်များ၏ စားသောက်ဖျက်ဆီးမှုကိုလည်း ကာကွယ်နိုင်ရပါမည်။
- သိုလှောင်ရုံအတွင်း ထည့်သွင်းခြင်း၊ ပြန်လည်ထုတ်ယူခြင်းတို့တွင်လည်း လွယ်ကူရပါမည်။
- နေရာအထားအသိုကိုလည်း ထိထိရောက်ရောက် အသုံးပြုနိုင်ရပါမည်။ (Efficient Use of space)
- သိုလှောင်သည့်နေရာနှင့်သီးနှံကို လိုအပ်သလိုပြုပြင် ထိန်းသိမ်းမှုတို့တွင် လွယ်ကူစေရပါမည်။
- စပါး၏သဘာဝမှာ ပတ်ဝန်းကျင်မှရေခိုးရေငွေ့ကို ပြန်လည်စုပ်ယူတတ်သော သဘောရှိသဖြင့်ဟင်းလင်းပြင်တွင် သိုလှောင်ပါက စပါး၏ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှု (MC%) သည် ပတ်ဝန်းကျင် လေထုတွင်း စိုထိုင်းဆနှင့် လိုက်လျောညီထွေဖြစ်အောင် ပြောင်းလဲသွားမည်ဖြစ်သည်။ စိုထိုင်းဆနှင့် အပူချိန်မြင့်မားလျှင် မြင့်မားသလို လိုက်လံပြောင်းလဲမည်ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် အပူပိုင်းနိုင်ငံများတွင် အစိုဓာတ်မျှခြေ (Equilibrium Moisture Content) သည် သီးနှံ၏ စိတ်ချရသည့် အစိုဓာတ်ထက် မြင့်မားနေတတ်သည်။

စိတ်ချရသော သီးနှံသိုလှောင်မှု အခြေအနေ (Safe Storage Conditiions for Grain)

အောက်ဖော်ပြပါ အချက်(၃)ချက်နှင့် ပြည့်စုံပါက စပါးအား တာရှည်လုံခြုံစိတ်ချစွာဖြင့် သိုလှောင်နိုင်မည် ဖြစ်ပါသည်။

- သီးနှံ(Grain) အတွက် အစိုဓာတ်ပါဝင်မှု ၁၄% နှင့်အောက်ဖြစ်ရသကဲ့သို့ မျိုးစေ့(Seed) အတွက် အစိုဓာတ် ပါဝင်မှုမှာ ၁၂% အောက်ဖြစ်ရပါမည်။
- စပါးကို ငှက်၊ ကြွက်၊ အင်းဆက်ပိုးများ၏ အန္တရာယ်မှ ကာကွယ်ရပါမည်။
- သီးနှံကို မိုးမိခြင်း၊ ပတ်ဝန်းကျင်လေထုမှ ရေခိုးရေငွေ့ အစိုဓာတ်ပြန်လည်ဝင်ရောက်ခြင်းမှ ကာကွယ်နိုင်ရပါမည်။





ရေးသားသူ– ဒေါက်တာမျိုးအောင်ကျော်၊ အထွေထွေအတွင်းရေးမှူး၊ မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးကုန်သည်များအသင်း

သီးနှံကို ကြာကြာသိုလှောင်ချင်လေလေ၊ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုနှုန်း နည်းရန်လိုလေလေဖြစ်ပါသည်။ အကယ်၍ သီးနှံနှင့် မျိုးစေ့များကို အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုနှုန်း ၁၄% အထက်ဖြင့်သိုလှောင်မိပါက အဏုဇီဝမှိုများ ပေါက်ဖွားလာခြင်း၊ ဇီဇလျှင်မြန်စွာသေပြီး အပင်မပေါက်ခြင်းနှင့် စားသုံးမှုအရည်အသွေး ကျဆင်းခြင်းတို့ကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။

အောက်ဖော်ပြပါ ဇယားသည် သီးနှံကိုသိုလှောင်မည့် အချိန်ကာလကိုလိုက်၍ စိတ်ချရသော အစိုဓာတ် ပါဝင်မှုနှုန်း ဖော်ပြထားသော ဇယားဖြစ်ပါသည်။

သိုလှောင်လိုသောကာလ	စိတ်ချရသော သိုလှောင်မှုဖြစ်စေရန် လိုအပ်သော အစိုဓာတ်	ဖြစ်ပေါ်နိုင်သော ပြဿနာ
၂ ပတ်မှ ၃ ပတ်	၁၄ -၁၈ %	မှိုဝင်၊ အရောက်ပြောင်း၊ သီးနှံအသက်ရှူမှုကြောင့် အလေးချိန်လျော့ (Respiration Loss)
၈ လ မှ တစ်နှစ်	၁၂ - ၁၃ %	အင်းဆက်ပိုးဖျက်ဆီးခြင်း။
တစ်နှစ်မှ အထက်	၉ % (သို့) ထို့ထက်နည်း	အပင်မပေါက်တော့ပါ။

မျိုးစေ့သိုလှောင်ရေးနှင့် ပတ်သက်၍ ဥပဒေသတစ်ခုမှာ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုနှုန်း ၁% တိုးတိုင်း (သို့မဟုတ်) သိုလှောင်မှု အပူချိန် ၅ ° C တိုးတိုင်း မျိုးစေ့၏ အပင်ပေါက်နိုင်မှု သက်တမ်းသည် တစ်ဝက် လျော့သွားမည် ဖြစ်သည်။

သီးနှံသိုလှောင်မှု စနစ်အမျိုးအစားများ (Types of Graiin Storage Systems)

ယင်းကို- အိတ်ဖြင့်သွတ်သွင်းသိုလှောင်ခြင်းနှင့် စုပုံ၍ သို့မဟုတ် ဝမ်းပုံ၍ (Bulk Storage) သိုလှောင် ခြင်းဟူ၍ ခွဲထားပါသည်။

အိတ်တွင်းသွတ်သွင်းသိုလှောင်ခြင်း (Open Bag Storage Systems)

စပါးကိုဂုန်နီ သို့မဟုတ် ပီနန် (Woven PP Bag) အိတ်အတွင်း ၄၀ကီလို မှ ၈၀ကီလို အထိထည့်ပြီး သိုလှောင်ခြင်းဖြစ်သည်။ သိုလှောင်ရုံ၏ နေရာပမာဏ အပေါ်မူတည်၍ အိတ်များကို ပိုင်ပုံရိုက်၍ သိုလှောင်ပါသည်။ အချို့သော လယ်သမားများက စပါးကျီများ၏ အပြင်ပတွင် သိုလှောင်သည့်အခါ အိတ်သွတ်၍ သိုလှောင်ကြပါသည်။

လေလုံပိတ်စနစ်ဖြင့် သိုလှောင်ခြင်း (Hermetic Sealed Storage)

လေလုံပိတ်စနစ်ဖြင့် သိုလှောင်ခြင်းသည် အပူပိုင်းနိုင်ငံများတွင် သီးနှံ၏အစိုဓာတ် ထိန်းသိမ်းခြင်းနှင့် အင်းဆက်ပိုးဖျက်ဆီးမှု ကာကွယ်ရာတွင် အလွန်ထိရောက်သည့် စနစ်ဖြစ်သည်။ ယင်းစနစ်သည်ပမာဏအားဖြင့် ၁တန်မှာ တန်၃၀၀အထိ သိုလှောင်ထားနိုင်သည်။ သီးနှံနှင့်ပြင်ပလေထုအကြား လေလုံအောင် ပြုလုပ်ထားခြင်း ဖြင့် သီးနှံ၏ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုနှုန်းသည် ပြောင်းလဲမှုမရှိဘဲ တာရှည်သိုလှောင်ထားနိုင်မည် ဖြစ်သည်။ ယခုအခါ ယင်း ပမာဏကြီးသော လေလုံပိတ်စနစ်အပြင် အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာ ဆန်စပါးသုတေသနဌာန (International Rice Research Institute- IRRI)မှ ၅၀-ကီလို ဆန့်စူပါအိတ် (Super Bag) များကို ရရှိနိုင်ပြီဖြစ်၍ တစ်အိတ်ချင်း လေလုံပိတ် သိုလှောင်နိုင်မည်ဖြစ်ပါသည်။

စုပုံ၍ (သို့) ဝမ်းပုံ၍ သိုလှောင်ခြင်း (Bulk Storage)

စပါးကျီ (Granaries)

ကျေးရွာအဆင့်တွင် သစ်၊ ရွှံ့၊ ဘိလပ်မြေ၊ ထရံ၊ အုန်းလက်၊ အုန်းရွက် စသည်တို့ဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည့် အဆောက်အဦးငယ်များဖြစ်သည်။ ယင်း အဆောက်အဦးငယ်များမှာ ပမာဏအားဖြင့် ၂၀၀ကီလိုမှ ၁၀၀၀ကီလိုအထိ သိုလှောင်နိုင်ကြသည်။ တောင်သူလယ်သမားများမှာ များသောအားဖြင့် မိမိတို့ အိမ်ပြင်ပ ခြံဝင်းအတွင်းတွင် တည်ဆောက်ထားကြသည်။ အချို့မှာ ဝါးဖြင့်ပြုလုပ် ထားသော ပုတ်များ၊ သစ်သား ပုံးများ၊ သံပုံး၊ သတ္တုပုံးများ၊ ဘိလပ်မြေဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော ကန်များအတွင်းသိုလှောင်ကြသည်။ ဤနည်းအားဖြင့် သိုလှောင်ရာတွင် ပိုးမွှား၊ ကြွက်၊ ငှက်များကြောင့် အရေအတွက် (ပမာဏ) အားဖြင့် ဆုံးရှုံးမှုရှိသကဲ့သို့ အစိုဓာတ် ပြန်လည်စုပ်ယူမှုကြောင့် အရည်အသွေး အားဖြင့်လည်း ဆုံးရှုံးမှုရှိပါသည်။

သိုလှောင်ရုံ (Warehouses)

စပါးကျီထက် ပိုမို၍ ပမာဏများများ သိုလှောင်နိုင်သည်။ ကျေးရွာရှိ ဆန်စက်ငယ်များ၊ မြို့ပေါ်ရှိ ဆန်စက်များ၊ ပွဲစားများ ကုန်သည်များ အနေဖြင့် ပမာဏများများ စီးပွားဖြစ် (Commercial Scale) သိုလှောင်နိုင်သော အဆောက်အဦး သိုလှောင်ရုံများ တည်ဆောက်၍ သိုလှောင်ကြသည်။ အသုံးပြုသော တည်ဆောက်ပစ္စည်းများမှာ သံမဏိ၊ အုတ်၊ သစ်သား၊ ဝါး စသောပစ္စည်းများဖြင့် တည်ဆောက်ထားပြီး သိုလှောင်အင်အား တန်(၅၀၀) မှ(၂၅၀၀)အထိ သိုလှောင်နိုင်ကြသည်။ လယ်ယာ/ထွက်ကုန်အောက်တွင်လည်း ဘတ္တလာ၊ ဒေါက်စေ့၊ ပက်စဖီး၊ မြေစိုက်၊ ပိုလန်စသဖြင့် သိုလှောင်ရုံ အမျိုးအစားများတည်ဆောက်လျက် သိုလှောင်ခဲ့သည်။ အချို့သိုလှောင်ရုံများမှာ စပါးအသွင်းအထုတ်အတွက် စက်ကိရိယာများ၊ လေမှုတ်သွင်းနိုင်သော (Areation) ကိရိယာများ တပ်ဆင်ထားသည်။ ပိုးမွှား၊ ကြွက်များ၏ ဖျက်ဆီးမှုရှိနိုင်သော်လည်း ပိုးမွှားနှိမ်နင်းရေး၊ ကြွက်နှိမ်နင်းရေး လုပ်ငန်းများကို စပါးကျီများထက်ပို၍ ကောင်းမွန်စွာ ပြုလုပ်နိုင်သည်။

ဆိုင်လို (Silos) သို့မဟုတ် မြင့်မတ်သိုလှောင်ရုံ (Vertical Storage) များ

ပြည်ပပို့ ဆန်များကြိတ်ခွဲသော ဆန်စက်ကြီးများ၊ ပြည်ပမတင်ပို့မီ စုဆောင်းသော နေရာများတွင် သတ္တု၊ သံမဏိ၊ ကွန်ကရစ်များဖြင့် ဆိုင်လိုများကိုတည်ဆောက်ထားကြသည်။ ပမာဏအားဖြင့် တန်၂၀မှတန်၂၀၀၀ထိ သိုလှောင်နိုင်ကြသည်။ ကနဦး ရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှုကြီးမားသော်လည်း အားသာချက်မှာ ပိုးသတ်ဆေးမှိုင်း (Fumigation) တိုက်ရန် လွယ်ကူခြင်းနှင့် သီးနှံ လေလွင့်ဆုံးရှုံးမှု နည်းပါးခြင်းဖြစ်သည်။

ကျမ်းကိုးစာရင်း

- ဦးစောစီစယ်(လ်)ကြည်၊ သီးနှံသိုလှောင်ရေး လုပ်ငန်းလက်စွဲ၊ (Grain Storage Manual) ရိတ်သိမ်းချိန်လွန် နည်းပညာဌာန။
- M. Gummert , Fact Sheet Rice Storage , Agricultural Engineering Unit International Rice Research Institute (IRRI)

လေလုံပိတ် သီးနှံသိုလှောင်မှုစနစ် (Hermetic Grain Storage System)

လေလုံပိတ် သိုလှောင်မှု ဆိုတာဘာလဲ ? (What is sealed storage?)

ဤစနစ်တွင် သီးနှံကို လေလုံအောင်ပြုလုပ်ထားသော သိုလှောင်စရာအိတ် သို့မဟုတ်ပုံးအတွင်း ထည့်ထားခြင်းဖြင့် ပြင်ပမှလေ၊ရေငွေ့၊အရည်အတွင်းသို့ဝင်ရောက်မှုကို လုံးဝဟန့်တားထားသော စနစ်ဖြစ်သည်။သိုလှောင်မှုစနစ်တွင် မိမိတို့ ပတ်ဝန်းကျင်တွင် ရရှိနိုင်သော ဓါတုဆေးရည်ထည့်သည့် ပလတ်စတစ်ပေပါ၊ စားအုံးဆီပေပါ၊ ၅-ဂါလံဝင်၊ ၁၀-ဂါလံဝင် ပလပ်စတစ်ပုံးများ၊ စဥ့်ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော အိုးများ၊ မြေအိုးများ၊ သံမဏိ (Steel) ပုံးများ၊ ပေပါများကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ ထည့်နိုင်သော ပမာဏမှာ ၃-လီတာမှ တန်ချိန် ၃၀၀အထိ ဖြစ်ပါသည်။ ဤနည်းအားဖြင့် စပါး၊ လုံးတီး၊ ဆန်ဖြူများသာမက အခြားသော သီးနှံများဖြစ်သည့် ပြောင်း၊ ပဲ၊ ကော်ဖီနှင့်အခြားသီးနှံများကိုပါ တာရှည်ခံ သိုလှောင်ထားနိုင်ပါသည်။

ဘာကြောင့်လေလုံပိတ်သိုလှောင်မှုကို ပြုလုပ်ရသလဲ ? (Why we sealed storage?)

ဤစနစ်ဖြင့် သိုလှောင်သိမ်းဆည်းခြင်းအားဖြင့် သီးနှံ၏ အရည်အသွေးကို တာရှည် ထိန်းသိမ်းထားနိုင်ခြင်း၊ သီးနှံ၏ အစိုဓာတ်ပါဝင်မှုကို ကနဦး အတိုင်းအပြောင်းအလဲနည်းပါးစွာဖြင့် ထိန်းသိမ်းထားနိုင်ခြင်း၊ သီးနှံ အပေါ်တွင် ပိုးသတ်ဆေးများ သုံးစွဲခြင်း လုံးဝမရှိသော်လည်း သီးနှံကို အင်းဆက်ပိုးများ မဖျက်ဆီးနိုင်ခြင်း၊ သီးနှံ၏ အပင်ပေါက်နှုန်းကို တာရှည်ထိန်းသိမ်းထားနိုင်ခြင်း စသော အကျိုးကျေးဇူးများ ရရှိနိုင်ပါသည်။ သီးနှံ၏ အပင်ပေါက်နိုင်မှု (Seed Viability) ကိုသာမန် အခြေအနေထက် ၆လမှ တစ်နှစ်အထိ ပိုမိုထိန်းသိမ်းထားနိုင်သည့်အပြင်ယင်းစနစ်ဖြင့်သိုလှောင်ထားသော စပါးကို ကြိတ်ခွဲပါကလည်း ဆန်သားပြန်လည် ရရှိမှုနှုန်းတွင် ၁၀% ပိုမိုရရှိကြောင်း သုတေသနပြု လုပ်ချက်များ အရသိရှိရပါသည်။

ဤစနစ်၏ အခြေခံမှာ သိုလှောင်ထားသော သီးနှံနှင့် ပါဝင်လာသော ပိုးမွှားများမှ အသက်ရှူသဖြင့် သိုလှောင်မှု စနစ်အတွင်းရှိ အောက်ဆီဂျင်ပမာဏသည် မူလ ၂၁ % မှ ၅ ၁၀ % အထိ ကျဆင်းသွားပြီး အင်းဆက်များ၏ ဖျက်ဆီးမှုကျဆင်းခြင်း၊ မျိုးပွားမှုမရှိတော့ခြင်းနှင့် နောက်ဆုံးသေဆုံးသွားစေပါသည်။ ၄င်း၊ ကြွက်ဖျက်ဆီးမှုလည်းနည်းပါးသွားစေပါသည်။

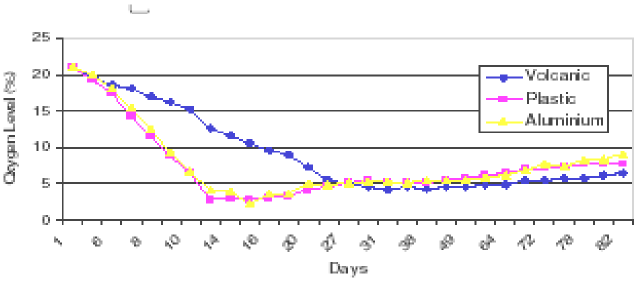


Figure Showing Oxygen levels in the Volcani cube/Cocoon, 25l plastic containers and aluminum sacks (Joseph sack)

သင်၏သီးနှံကို လေလုံပိတ်စနစ်ဖြင့် ဘယ်လိုသိုလှောင်မလဲ ? (How to store your grain hermetically ?)

- သိုလှောင်မည့်မျိုးစေ့ (Seed) သို့မဟုတ် သီးနှံ (Grain)ကို ဦးစွာသန့်စင်ပြီး မှန်ကန်သော အစိုဓာတ် ပါဝင်မှုနှုန်း (Correct Moisture Content)သို့ရောက်အောင် ပြုလုပ်ပါ။ (ဥပမာ- မျိုးစေ့ ၁၂ % သီးနှံ ၁၄ %)

- ယင်းမျိုးစေ့(seed) (သို့) သီးနှံ (grain)ကိုသန့်စင်ထားသော လေလုံပိတ် ထည့်စရာ (ပုံး၊ ပေပါ၊ အိတ်) အတွင်း သွတ်သွင်းပါ။
- ယင်းပုံး၊ အိတ်များကို လေလုံးဝလုံအောင် စနစ်တကျပိတ်ပါ၊ သို့မဟုတ် ယင်းပစ္စည်းကို ထုတ်လုပ်သော ကုမ္ပဏီ၏ ညွှန်ကြားချက်အတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်ပါ။
- ယင်းထည့်စရာပုံး၊ ပေပါများ၏ အပေါက်တွင် ဝက်အူရစ်ရှိပါက အမဲဆီ (သို့) စီလီကွန်ဂျဲလ် (Silicon gel) ကို သုတ်လိမ်းပြီးမှ သေချာစွာ လေလုံအောင်ပိတ်ပါ။
- ရွှံ့အိုး၊ မြေအိုးများဖြစ်ပါက ၎င်းတို့၏ အတွင်းအပြင် မျက်နှာပြင်များကို သဘော်ဆေးဖြင့် သုတ်ထားရပါသည်။
- ပြန်လည် အသုံးပြုရမည့် ထည့်စရာပစ္စည်းများအတွက် နောက်တစ်ကြိမ်ပြန် သုံးမည်ဆိုပါက သေချာစွာ သန့်ရှင်းပြီးမှ အသုံးပြုပါ။
- ယင်းသိုလှောင်ထားသည့် ပစ္စည်းများကို အမိုးအကာအရိပ်အောက်တွင် ထားရပါမည်။

- တာလပတ်ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသော လေလုံပိတ်အိတ်ကြီးများမှာပမာဏကြီးမားသောသီးနှံကိုသိုလှောင်ထားခြင်း ဖြစ်သဖြင့် ယင်းတို့ကို ညွှန်ကြားသည့်အတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်ခြင်းမရှိပါက ကြွက်များ၏ ဖောက်ထွင်းဖျက်ဆီးမှု အန္တရာယ်ရှိနိုင်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ယင်းအိတ်ကြီးများ၏ ဘေးနှုတ်ခမ်းသားများ လျော့ရဲမကျစေအောင် သေချာစွာ ဆွဲတင်းထားရမည် ဖြစ်သည့်အပြင် ယင်း၏ ဘေးပတ်ဝန်းကျင်တွင်လည်း သန့်ရှင်းစွာထားရန် လိုအပ်ပါသည်။

သိုလှောင်ထိန်းသိမ်းရာတွင် ဂရုပြုစရာကိစ္စများ (Management Issues)

- အဖုံးများကို မကြာခဏ ဖွင့်ခြင်းပိတ်ခြင်းမပြုလုပ်ရပါ။ ပြုလုပ်ပါကပြင်ပမှ လေပြန်ဝင်ပြီးအောက်ဆီဂျင် ပြန်လည်ဝင်ရောက်သွားသဖြင့် အချို့သော အင်းဆက်ပိုးများ (အထူးသဖြင့် သီးနှံ အစေ့ဖေါက်ပိုး Lesser grain borer) လျင်မြန်စွာပြန်လည်ပေါက်ပွားနိုင်ပါသည်။ ယင်းပိုးမွှားသည် ပလတ်စတစ်အိတ်ကို ဖောက်နိုင်ကြသည်။
- ပုံးများ၊ ပေပါများ၊ အိတ်များအတွင်း သွတ်သွင်းပါကလည်း အပြည့်သိပ်ဖြည့်ရပါမည်။ တစ်ဝက်တပျက်ထည့်ထားပါက လေဟာနယ်၏ အချိုးမှာ သီးနှံထက် များနေသဖြင့် အတွင်းရှိအောက်ဆီဂျင် ပမာဏ (Oxygen Level) များစွာမကျဆင်းတော့သဖြင့် ပိုးမွှားများကို သေအောင်၊ မပေါက်ပွား

ကုန်ကျစရိတ် (Cost)

- စီးပွားဖြစ် သိုလှောင်မှုများအတွက် တစ်တန်လျှင် ဒေါ်လာ ၅၀မှ ၁၀၀ခန့် ကုန်ကျမည်ဖြစ်ပြီး အသုံးပြုနိုင်မည့် ကာလမှာ သေချာစွာ ကိုင်တွယ်ထိန်းသိမ်းမည်ဆိုပါက ၁၀နှစ်ခန့် အသုံးပြုနိုင်ပါမည်။

အောင်မပြုလုပ်နိုင်ပါ။

- ကီလို-၅၀ ဆန့် ပြန်လည် အသုံးပြုနိုင်သောအိတ် (Super Bags) များအတွက် ၀.၅ ဒေါ်လာမှ ၁- ဒေါ်လာကြားကျသင့်ပါမည်။

- လီတာ ၂၀၀-ဆန့်ပေပါခွံ များအတွက်မူ ၂-၅ ဒေါ်လာခန့်ရှိပြီး ပြည်တွင်းဖြစ် ထည့်စရာများမှာ ဒေသ အလိုက် ပေါက်ဈေးပေါ် မူတည်နေမည် ဖြစ်ပါသည်။

Super Bags

မှီငြမ်းခြင်း
အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာဆန်စပါးသုတေသနဌာန (International Rice Research Institute Agricultural Engineering Unit မှ ထုတ်ဝေသည့် Fact Sheet- Hermatic Graing Storage System by M. Gummert and J. Rickman ကို ဆီလျော်အောင် ပြန်ဆိုပါသည်။)

ကျမ်းကိုးအညွှန်း။(References)

- M. Gummert, J. Rickman, Harvesting, Agricultural Engineering Unit, IRRI.

- M. Gummert, J. Rickman, Paddy Drying, Agricultural Engineering Unit, IRRI.

- M. Gummert, J. Rickman, Grain Storage and Pest Management, Agricultural Engineering Unit, IRRI.

- ခင်သန်းနွယ်၊ ဒေါ်၊ ဒုတိယအထွေထွေမန်နေဂျာ၊ ဆန်စပါးအထွက်တိုးရေးအတွက် ဆောင်ရွက်ရမည့် နည်းလမ်းများ၊ ဆန်စပါးဌာနစု၊ စိုက်ပျိုးရေးသုတေသနဌာနခွဲ၊ မြန်မာ့စိုက်ပျိုးရေးလုပ်ငန်း၊ ရေဆင်း (ပျဉ်းမနား)။

- မျိုးအောင်ကျော်၊ Dr ၊ အထွေထွေအတွင်းရေးမှူး၊ မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးကုန်သည်များအသင်း၊ ဆန်စပါး စိုက်ပျိုးထုတ်လုပ်ကြိတ်ခွဲသူများအတွက် ဟောပြောပို့ချချက် စာတမ်း။

800-346-9140

ATTRA
Appropriate Technology Transfer for Rural Areas

POSTHARVEST HANDLING OF FRUITS AND VEGETABLES

HORTICULTURE TECHNICAL NOTE

ATTRA is the national sustainable agriculture information center funded by the USDA's Rural Business -- Cooperative Service.

Abstract: *Appropriate production practices, careful harvesting, and proper packaging, storage, and transport all contribute to good produce quality. This publication covers postharvest practices suitable for small-scale operations, and points out the importance of production and harvesting techniques for improving quality and storability. Various methods for cooling fresh produce are discussed, and resources are listed for further information, equipment, and supplies.*

By Janet Bachmann and Richard Earles
NCAT Agriculture Specialists
August 2000

Introduction

You have spent months working in the fields, and now have a bountiful harvest of beautiful fruits and vegetables. You want to ensure that your customers will also enjoy this healthy harvest. How can you best maintain the quality and safety of your produce as it travels from the field to the table? How can produce be stored so that it does not need to be sold immediately? High-quality, disease-free produce with a good shelf life is a result of sound production practices, proper handling during harvest, and appropriate postharvest handling and storage.

Production Practices

Production practices have a tremendous effect on the quality of fruits and vegetables at harvest and on postharvest quality and shelf life. To start with, it is well known that some cultivars ship better and have a longer shelf life than others. In addition, environmental factors such as soil type, temperature, frost, and rainy weather at harvest can have an adverse effect on storage life and quality. For example, carrots grown on muck soils do not hold up as well in storage as carrots grown on lighter, upland soils. Lettuce harvested during a period of rain does not ship well and product losses are increased (1).

Contents:

Production Practices 1
Harvest Handling 2
Postharvest & Storage 2
References 8
Enclosures 9
Resources 9
Appendix I: *Storage Conditions* 13
Appendix II: *The Portacooler* 15

Management practices can also affect postharvest quality. Produce that has been stressed by too much or too little water, high rates of nitrogen, or mechanical injury (scrapes, bruises, abrasions) is particularly susceptible to postharvest diseases. Mold and decay on winter squash, caused by the fungus *Rhizoctonia,* result from the fruits lying on the ground, and can be alleviated by using mulch. Broccoli heads are susceptible to postharvest rot caused by the bacteria *Erwinia* if nitrogen is applied as foliar feed—a grower should feed the soil, not the leaves. Beets and radishes are susceptible to soil-borne diseases when the soil

temperature reaches 80° F; symptoms are black spots on these root crops (2).

Food safety also begins in the field, and should be of special concern, since a number of outbreaks of foodborne illnesses have been traced to contamination of produce in the field. Common-sense prevention measures include a number of *don'ts* (3):

- Don't apply raw dairy or chicken manure or slurries to a field where a vegetable crop such as leafy lettuce is growing.
- Don't apply manure to an area immediately adjacent to a field nearing harvest maturity.
- Don't forget to clean equipment that has been used to apply manure to one field before moving it to another field in production.
- Don't irrigate with water from a farm pond used by livestock.
- Don't harvest fruit from the orchard floor for human consumption as whole fruit or nonpasteurized juices, especially if manure has been spread or animals allowed to graze.
- Don't accumulate harvested product in areas where birds roost.

A grower *should* constantly evaluate water used for irrigation, and compost all animal manures before applying them to fields. There are many good sources of information on growing conditions and production practices that promote postharvest quality. Consult textbooks, Extension publications, and trade journals, and become involved with grower organizations to find out more.

Harvest Handling

Quality cannot be improved after harvest, only maintained; therefore it is important to harvest fruits, vegetables, and flowers at the proper stage and size and at peak quality. Immature or overmature produce may not last as long in storage as that picked at proper maturity (4). Cooperative Extension Service publications are an excellent source of information on harvest maturity indicators for vegetables and fruits.

Harvest should be completed during the coolest time of the day, which is usually in the early morning, and produce should be kept shaded in the field. Handle produce gently. Crops destined for storage should be as free as possible from skin breaks, bruises, spots, rots, decay, and other deterioration. Bruises and other mechanical damage not only affect appearance, but provide entrance to decay organisms as well.

Postharvest rots are more prevalent in fruits and vegetables that are bruised or otherwise damaged. Mechanical damage also increases moisture loss. The rate of moisture loss may be increased by as much as 400% by a single bad bruise on an apple, and skinned potatoes may lose three to four times as much weight as non-skinned potatoes. Damage can be prevented by training harvest labor to handle the crop gently; harvesting at proper maturity; harvesting dry whenever possible; handling each fruit or vegetable no more than necessary (field pack if possible); installing padding inside bulk bins; and avoiding over or under-packing of containers (4).

Postharvest and Storage Considerations

Packaging

Packaging should be designed to prevent physical damage to produce, and be easy to handle. The *American Vegetable Grower* magazine's annual product guide is a good source of information about suppliers (see **Resources**).

Temperature

Temperature is the single most important factor in maintaining quality after harvest. Refrigerated storage retards the following elements of deterioration in perishable crops:

- aging due to ripening, softening, and textural and color changes;
- undesirable metabolic changes and respiratory heat production;
- moisture loss and the wilting that results;
- spoilage due to invasion by bacteria, fungi, and yeasts;
- undesirable growth, such as sprouting of potatoes (5).

One of the most important functions of refrigeration is to control the crop's respiration rate. Respiration generates heat as sugars, fats, and proteins in the cells of the crop are oxidized. The loss of these stored food reserves through respiration means decreased food value, loss of flavor, loss of salable weight, and more rapid deterioration. The respiration rate of a product strongly determines its transit and postharvest life. The higher the storage temperature, the higher the respiration rate will be (4).

For refrigeration to be effective in postponing deterioration, it is important that the temperature in cold storage rooms be kept as constant as possible. Appendix I charts the optimum temperature ranges for various crops. Exposure to alternating cold and warm temperatures may result in moisture accumulation on the surface of produce (sweating), which may hasten decay. Storage rooms should be well insulated and adequately refrigerated, and should allow for air circulation to prevent temperature variation. Be sure that thermometers, thermostats, and manual temperature controls are of high quality, and check them periodically for accuracy (5).

On-farm cooling facilities are a valuable asset for any produce operation. A grower who can cool and store produce has greater market flexibility because the need to market immediately after harvest is eliminated. The challenge, especially for small-scale producers, is the set-up cost. Innovative farmers and researchers have created a number of designs for low-cost structures. Some of these ideas are detailed in Appendix II and in the enclosures attached to this document. Additional designs are available in publications listed in the **Resources** section.

Pre-cooling

Pre-cooling is the first step in good temperature management. The *field heat* of a freshly harvested crop—heat the product holds from the sun and ambient temperature—is usually high, and should be removed as quickly as possible before shipping, processing, or storage. Refrigerated trucks are not designed to cool fresh commodities but only maintain the temperature of pre-cooled produce. Likewise, most refrigerated storage rooms have neither the refrigeration capacity nor the air movement needed for rapid cooling. Therefore, pre-cooling is generally a separate operation requiring special equipment and/or rooms (4, 5).

Rapid pre-cooling to the product's lowest safe temperature is most critical for crops with inherently high respiration rates. These include artichokes, brussels sprouts, cut flowers, green onions, snap beans, asparagus, broccoli, mushrooms, peas, and sweet corn. Crops with low respiration rates include nuts, apples, grapes, garlic, onions, potatoes (mature), and sweet potatoes (4).

Appropriate pre-cooling methods as well as appropriate storage temperature and humidity for a number of fruits and vegetables are shown in Appendix I. The following methods are the most commonly used:

- **Room cooling**: Produce is placed in an insulated room equipped with refrigeration units. This method can be used with most commodities, but is slow compared with other options. A room used only to *store* previously cooled produce requires a relatively small refrigeration unit. However, if it is used to *cool* produce, a larger unit is needed. Containers should be stacked so that cold air can move around them, and constructed so that it can move through them. Used refrigerated truck bodies make excellent small cooling rooms (4).

- **Forced-air cooling**: Fans are used in conjunction with a cooling room to pull cool air through packages of produce. Although the cooling rate depends on the air temperature and the rate of air flow, this method is usually 75–90% faster than room cooling. Fans should be equipped with a thermostat that automatically shuts them off as soon as the desired product temperature is reached.

To avoid over-cooling and dehydration of produce, do not operate forced-air fans after the produce has been cooled to its optimum temperature (4).

- **Hydro-cooling**: Dumping produce into cold water, or running cold water over produce, is an efficient way to remove heat, and can serve as a means of cleaning at the same time. In addition, hydro-cooling reduces water loss and wilting. Use of a disinfectant in the water is recommended to reduce the spread of diseases. Hydro-cooling is not appropriate for berries, potatoes to be stored, sweet potatoes, bulb onions, garlic, or other commodities that cannot tolerate wetting.

  Water removes heat about five times faster than air, but is less energy-efficient. Well water is a good option, as it usually comes out of the ground with temperatures in the 50–60° F range. Mechanical refrigeration is the most efficient method for cooling water. A thermal storage immersion hydro-cooler system can be fabricated economically to suit various volume requirements. Used stainless-steel bulk farm milk coolers may be an option. If hydro-cooling water is recirculated, it should be chlorinated to minimize disease problems (4).

  A study compared sweet corn quality after hydro-cooling with ice water, well water cooling, and refrigerated air cooling, and subsequent refrigerated storage. Hydro-cooling with ice water lowered the temperature of the ears most quickly. Well water cooling followed by refrigerated storage appeared to offer no advantage over refrigerated storage immediately after harvest (6).

- **Top or liquid icing:** Icing is particularly effective on dense products and palletized packages that are difficult to cool with forced air. In top icing, crushed ice is added to the container over the top of the produce by hand or machine. For liquid icing, a slurry of water and ice is injected into produce packages through vents or handholds without removing the packages from pallets and opening their tops. Icing methods work well with high-respiration commodities such as sweet corn and broccoli. One pound of ice will cool about three pounds of produce from 85° F to 40° F (7, 8).

- **Vacuum cooling:** Produce is enclosed in a chamber in which a vacuum is created. As the vacuum pressure increases, water within the plant evaporates and removes heat from the tissues. This system works best for leafy crops, such as lettuce, which have a high surface-to-volume ratio. To reduce water loss, water is sometimes sprayed on the produce prior to placing it in the chamber. This process is called *hydrovac* cooling. The primary drawback to this method is the cost of the vacuum chamber system (9).

These products can be iced:

Artichokes
Asparagus
Beets
Broccoli
Cantaloupes
Carrots
Cauliflower
Endive
Green onions
Leafy greens
Radishes
Spinach
Sweet corn
Watermelon

These items are damaged by direct contact with ice:

Strawberries
Blueberries
Raspberries
Tomatoes
Squash
Green beans
Cucumbers
Garlic
Okra
Bulb onions
Romaine lettuce
Herbs

Chilling injury

Many vegetables and fruits store best at temperatures just above freezing, while others are injured by low temperatures and will store best at 45 to 55 degrees F. Both time and temperature are involved in chilling injury. Damage may occur in a short time if temperatures are considerably below the danger threshold, but some crops can withstand temperatures a few degrees into the danger zone for a longer time. The effects of chilling injury are cumulative in some crops. Low temperatures in transit, or even in the field shortly before harvest, add to the total effects of chilling that might occur in storage (7).

Crops such as basil, cucumbers, eggplants, pumpkins, summer squash, okra, and sweet potatoes are highly sensitive to chilling injury. Moderately sensitive crops are snap beans, muskmelons, peppers, winter squash, tomatoes, and watermelons (8). These crops may look sound when removed from low temperature storage, but after a few days of warmer temperatures, chilling symptoms become evident: pitting or other skin blemishes, internal discoloration, or failure to ripen. Tomatoes, squash, and peppers that have been over-chilled may be particularly susceptible to decay such as *Alternaria* rot (7).

Preventing moisture loss

While temperature is the primary concern in the storage of fruits and vegetables, relative humidity is also important. The relative humidity of the storage unit directly influences water loss in produce. Water loss can severely degrade quality—for instance, wilted greens may require excessive trimming, and grapes may shatter loose from clusters if their stems dry out. Water loss means salable weight loss and reduced profit (4).

Most fruit and vegetable crops retain better quality at high relative humidity (80 to 95%), but at this humidity, disease growth is encouraged. The cool temperatures in storage rooms help to reduce disease growth, but sanitation and other preventative methods are also required. Maintaining high relative humidity in storage is complicated by the fact that refrigeration removes moisture. Humidification devices such as spinning disc aspirators may be used. Even buckets of water will increase humidity as the fans blow air across the water's surface and increase evaporation (10). Keeping the floor wet is helpful, though messy and potentially hazardous to two-legged creatures; frequent cleansing with a weak chlorine solution will be needed to prevent harboring of disease organisms in water and produce scraps on the floor. Crops that can tolerate direct contact with water may be sprinkled to promote high relative humidity (4).

When it comes to maintaining appropriate humidity levels, "the biggest thing for small growers is going to be monitoring equipment," says Kansas State University Extension Specialist Karen Gast. Humidity is measured by an instrument called a hygrometer. Several companies offer small, low-priced hygrometers

suitable for small-scale producers (10). See **Resources** for more information.

Sanitation

Sanitation is of great concern to produce handlers, not only to protect produce against postharvest diseases, but also to protect consumers from foodborne illnesses. *E. coli* 0157:H7, *Salmonella*, *Chryptosporidium, Hepatitis,* and *Cyclospera* are among the disease-causing organisms that have been transferred via fresh fruits and vegetables (3, 11). Use of a disinfectant in wash water can help to prevent both postharvest diseases and foodborne illnesses.

Chlorine in the form of a sodium hypochlorite solution (for example, Clorox™) or as a dry, powdered calcium hypochlorite can be used in hydro-cooling or wash water as a disinfectant. Some pathogens such as *Chryptosporidium*, however, are very resistant to chlorine, and even sensitive ones such as *Salmonella* and *E. coli* may be located in inaccessible sites on the plant surface. For the majority of vegetables, chlorine in wash water should be maintained in the range of 75–150 ppm (parts per million.) The antimicrobial form, hypochlorous acid, is most available in water with a neutral pH (6.5 to 7.5).

Amounts of hypochlorite to add to clear, clean water for disinfestation.

	target ppm	ounces/5 gallons	cup/50 gallons
Sodium hypochlorite	50	.55	.5
(5.25%)	75	.8	.75
	100	1.1	1.0
	125	1.4	1.25
	150	1.7	1.5
Sodium hypochlorite	50	.12	.1
(12.7%)	75	.17	.15
	100	.23	.2
	125	.29	.25
	150	.35	.3

The effectiveness of chlorine concentrations are reduced by temperature, light, and interaction with soil and organic debris. The wash water should be tested periodically with a monitoring kit, indicator strips, or a swimming pool-type indicator kit. Concentrations above 200 ppm can injure some vegetables (such as leafy greens and celery) or leave undesirable off-flavors.

Organic growers must use chlorine with caution, as it is classified as a restricted material. The California Certified Organic Farmers regulations permit a maximum of 4 ppm residual chlorine, measured downstream of the product wash (3). Growers certified by other agencies should check with their certifying agent.

Ozonation is another technology that can be used to sanitize produce. A naturally occurring molecule, ozone is a powerful disinfectant. Ozone has long been used to sanitize drinking water, swimming pools, and industrial wastewater. Fruit and vegetable growers have begun using it in dump tanks as well, where it can be thousands of times more effective than chlorine. Ozone not only kills whatever foodborne pathogens might be present, it also destroys microbes responsible for spoilage. A basic system consists of an ozone generator, a monitor to gauge and adjust the levels of ozone being produced, and a device to dissolve the ozone gas into the water. Systems cost anywhere from $10,000 to $100,000, and should be installed by an ozone sanitation company experienced in produce industry applications (12).

Hydrogen peroxide can also be used as a disinfectant. Concentrations of 0.5% or less are effective for inhibiting development of postharvest decay caused by a number of fungi. Hydrogen peroxide has a low toxicity rating and is generally recognized as having little potential for environmental damage. The ATTRA

publication *Sources for Organic Fertilizers and Amendments* lists several sources of food-grade hydrogen peroxide.

Creative growers can customize their produce-washing system to promote sanitation and increase efficiency and ease of operation. At Drumlin Community Farm in Madison, Wisconsin, the crew "used to wash greens and small crops by the handfuls in wash tubs and air dry them on screen tables. Now they line harvest containers with a mesh produce bag, dunk the whole bagful at once, and dry two bagfuls at a time in an old washing machine set to spin cycle." At another farm, loose greens are dumped into a 500-gallon bulk milk tank. The water in the tank is agitated with bubbling air from a jacuzzi motor. The washed greens are scooped out of the tank with a mesh bag-lined laundry basket, and the bags of greens are then spun dry in a washing machine. The grower removed the washer's agitator to make more room for the produce (13).

This type of system has several advantages—it reduces handling (and potential damage) of the crop; it makes the washing process more time and labor efficient; and it enhances postharvest quality by getting the crop cooled down, washed, dried, and in cold storage much more quickly. Perhaps most importantly, washing greens in large batches rather than one-by-one reduces physical stress on the worker's back and arms.

At a cost of $2–8 each, woven polyester or nylon bags are durable, lightweight, water-permeable, and fast-drying. Suitable mesh laundry bags may be found at hardware or discount stores (13). The **Resources** section lists two companies that sell mesh bags by mail order. Spin-drying can be done with a washing machine, honey extractor, or commercial salad spinner. A restaurant or industrial-scale salad spinner is an efficient machine for both washing and drying greens (available from restaurant supply stores; prices range from $650 to $1500).

Some further tips for postharvest handling of lettuce and other leafy greens: package in breathable or perforated plastic bags; refrigerate at 33° F; carry to market in a portable cooler, either refrigerated or with ice, and keep in the cooler until ready to display. If displaying unwrapped heads at a farmers' market, mist occasionally with cold water.

Ethylene

Ethylene, a natural hormone produced by some fruits as they ripen, promotes additional ripening of produce exposed to it. The old adage that one bad apple spoils the whole bushel is true. Damaged or diseased apples produce high levels of ethylene and stimulate the other apples to ripen too quickly. As the fruits ripen, they become more susceptible to diseases.

Ethylene "producers" should not be stored with fruits, vegetables, or flowers that are sensitive to it. The result could be loss of quality, reduced shelf life, and specific symptoms of injury. Some examples of ethylene effects include:

- russet spotting of lettuce along the midrib of the leaves;
- loss of green color in snap beans;
- increased toughness in turnips and asparagus spears;
- bitterness in carrots and parsnips;
- yellowing and abscission of leaves in broccoli, cabbage, Chinese cabbage, and cauliflower;
- accelerated softening of cucumbers, acorn and summer squash;
- softening and development of off-flavor in watermelons;
- browning and discoloration in eggplant pulp and seed;
- discoloration and off-flavor in sweet potatoes;
- sprouting of potatoes;
- increased ripening and softening of mature green tomatoes (8); and
- shattering of raspberries and blackberries (2).

Ethylene producers include apples, apricots, avocados, ripening bananas, cantaloupes, honeydew melons, ripe kiwifruit, nectarines, papayas, passionfruit, peaches, pears, persimmons, plantains, plums, prunes, quinces, and tomatoes (14). Produce that is sensitive to ethylene is indicated in Appendix I.

Mixed loads

When different commodities are stored or transported together, it is important to combine only those products that are compatible with respect to their requirements for temperature, relative humidity, atmosphere (oxygen and carbon dioxide), protection from odors, and protection from ethylene (4).

In regard to cross-transfer of odors, combinations that should be avoided in storage rooms include: apples or pears with celery, cabbage, carrots, potatoes, or onions; celery with onions or carrots; and citrus with any of the strongly scented vegetables. Odors from apples and citrus are readily absorbed by meat, eggs, and dairy products. Pears and apples acquire an unpleasant, earthy taste and odor when stored with potatoes. It is recommended that onions, nuts, citrus, and potatoes each be stored separately (4).

Storage crops

What about the crops that will not be transported and marketed fresh after harvest? Growers can extend their selling season into the winter months by growing root crops and other vegetables and fruits suited for long-term storage. The challenge is in keeping quality high by creating and maintaining the correct storage environment. As *Growing for Market* editor Lynn Byczynski notes,

> Most storage crops require low temperatures and high humidity, two factors that don't come together easily. Several others require low humidity and low temperatures. And then there are a few that fall in between…Root crops such as beets, carrots, turnips, rutabagas, and leeks store best at 32° F and 90% humidity. Potatoes prefer temperatures of 40–60° F and 90% humidity. Onions and garlic like it cool—32°—but require less humidity—about 65–75%. Winter squash prefer temperatures of 50–60° F, but dry. That's four different types of storage for vegetables that will hold a month or more: cold and humid; cold and dry; cool and humid; cool and dry (10).

The two structural options for storage of these crops are coolers and root cellars. Byczynski provides an example of a farm using both: "The Seelys have a bank barn, which has the bottom floor built into a hillside…They have built both coolers and a dry storage room into the lower floor to provide different combinations of temperature and humidity for the vegetables they store." Coolers used for root crop storage will require water added to the air and regular monitoring of the humidity level (see discussion under *Preventing moisture loss* above.) Some growers have used concrete basements of houses, closed off from heat and with ventilation to let in cold winter air, as root cellars. Another idea is to bury a big piece of culvert under a hillside (10).

Whatever the method, only "perfect" produce is suitable for long-term storage, so careful inspection is critical. Any damaged produce is going to spoil and induce spoilage in the rest of the crop. Byczynski advises growers to "either rub off soil and leave the crops somewhat dirty, or wash them and let them dry thoroughly before putting them in storage. With onions, garlic, winter squash, pumpkins and sweet potatoes, it's important that they be cured thoroughly before storage" (10).

Conclusion

Postharvest handling is the final stage in the process of producing high quality fresh produce. Being able to maintain a level of freshness from the field to the dinner table presents many challenges. A grower who can meet these challenges, will be able to expand his or her marketing opportunities and be better able to compete in the marketplace. This document is intended to serve as an introduction to the topic and a resource pointer; the grower is advised to seek out more complete information from Extension and other sources.

References:

1) Herner, Robert C. 1989. Sources of loss cited during post harvest handling. Great Lakes Vegetable Growers News. May. p. 16.

2) Andersen, Craig. 1998. Postharvest handling workshop. Huntsville, AR. February 22.

3) Suslow, Trevor. 1997. Microbial food safety: an emerging challenge for small-scale growers. Small Farm News. June–July. p. 7–10.

4) Wilson, L.G., M.D. Boyette, and E.A. Estes. 1995. Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits, Vegetables and Flowers for Small Farms. Leaflets 800–804. North Carolina Cooperative Extension Service. 17 p. Accessed on-line at: http://www.foodsafety.org/nc/nc1055.htm

5) Hardenburg, Robert, et al. 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA Handbook No. 66. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 136 p.

6) Wilhelm, Luther R. et al. 1992. Effect of cooling treatment on the quality of sweet corn. Tennessee Farm and Home Science. Winter. p. 30–35.

7) Anon. 1992. Put it on ice. American Vegetable Grower. June. p. 17–18.

8) Howell, John C., editor. 1993. Postharvest handling. Vegetable Notes: Growing and Marketing Information for Massachusetts Commercial Growers. p. 1–5

9) Sasseville, David N. 1988. Harvesting and handling produce: Plan now for high quality. Missouri Farm. May–June. p. 19–21.

10) Byczynski, Lynn. 1997. Storage crops extend the season. Growing for Market. September. p. 1, 4–5.

11) Melnick, Rick. 1998. Safety sets the table. American Vegetable Grower. February. p. 9–11, 13, 15.

12) Gooch, Jamie. 1998. Getting into the 'o'zone. Fruit Grower. January. p. 10–11.

13) Newenhouse, Astrid. 1998. Line harvest containers with mesh bags for washing. Growing for Market. December. p. 8.

14) Aylesworth, Jean. 1992. Deliver quality. American Vegetable Grower. June. p. 19–20.

Enclosures:

Joyce, Daryl and Michael Reid. 1992. Postharvest handling of fresh culinary herbs. Herbal Connection. Vol. 2, No. 5. p. 7–9.

Brun, Charles A. 1994. On-farm refrigeration. Pacific Northwest Sustainable Agriculture. June. p. 4–5.

Nagangast, Dan. 1995. Low-cost cooler uses old air conditioner. Growing for Market. November. p. 14.

Resources:

Further Information

Commercial Cooling of Fruits, Vegetables, and Flowers.
By James Thompson, et al. 1998. 65 p.
University of California, ANR
Publications # 21567

Detailed descriptions of proper temperature management for perishables and commercial cooling methods. Complete discussion of design for hydro-cooler and forced-air cooler systems, the two most commonly used cooling methods. 25 graphs and illustrations, 11 color plates, and 15 tables. Available for $10 plus $3.50 s/h. Make check payable to UC Regents and specify pub. #21567.

University of California
ANR Communication Services
6701 San Pablo Avenue
Oakland, CA 94608-1239
(800) 994-8849
http://anrcatalog.ucdavis.edu

UC-Davis Produce Facts website
http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/index.html

Separate postharvest fact sheets for a great variety of fruit, vegetable, and ornamental crops. Each fact sheet includes information about maturity and quality indices, optimum temperature and relative humidity, rates of respiration and ethylene production rates, responses to ethylene and controlled atmospheres, physiological and pathological disorders: causes and control, and other relevant information. Periodic updates of these fact sheets will be published as new information becomes available. The goal is to eventually post fact sheets for all major perishable crops.

Perishables Handling
Editor: Pam Moyer
Postharvest Technology
Dept. of Pomology
One Shields Ave.
Univ. of California
Davis, CA 95616-8683
(530) 752-6941

> Perishables Handling, *a quarterly publication from the UC-Davis Postharvest Outreach Program, reports research in progress, recent publications, and brief reviews of various aspects of postharvest technology of horticultural crops. A one-year subscription costs $25. Back issues are available for $8 each. Tables of contents of back issues may be reviewed on-line at:*
> http://postharvest.ucdavis.edu/Pubs/POSTPhn.html

Produce Handling for Direct Marketing
Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES)
1992. 26 p. NRAES-51.

> *For growers selling seasonal produce at farmers' markets and roadside stands. Describes postharvest physiology, food safety, produce handling from harvest to storage, refrigeration, produce displays, and specific handling recommendations for over 40 fruits and vegetables. Includes eleven tables and eight figures.*

Refrigeration and Controlled Atmosphere Storage for Horticultural Crops
1990. 44 p. NRAES-22

> *General construction procedures for storage facilities: structural considerations, site selection, thermal insulation, vapor barriers, and attic ventilation. Explanations of various refrigeration systems, with descriptions of equipment and operating procedures. Controlled atmosphere storage construction, testing, and operation, especially in relation to apple storage.*
>
> *Both of these NRAES publications are available, for $8 each plus a total of $3.75 s/h, from:*
>
> NRAES
> Cooperative Extension
> 152 Riley-Robb Hall
> Ithaca, NY 14853-5701
> (607) 255-7654
> http://www.nraes.org

Postharvest Handling & Cooling of Fresh Fruits, Vegetables, and Flowers for Small Farms
By L.G. Wilson, M.D. Boyette, and E.A. Estes.
1995. 17 p.
North Carolina Cooperative Extension Service.
Leaflets 800–804.

> *Five-part series: Quality Maintenance; Cooling; Handling; Mixed Loads; References. Available on-line at:*
> http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/post-index.html
>
> *North Carolina State University also offers the following fact sheets on postharvest cooling and handling, at:*
> www5.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/index.html
>
> Apples AG-413-1
> Strawberries AG-413-2
> Peppers AG-413-3
> Sweet Corn AG-413-4
> Cabbage and Leafy Greens AG-413-5
> Onions AG-413-6
> Blueberries AG-413-7
> Greenbeans and Field Peas AG-413-8
> Tomatoes AG-413-9
> Proper Postharvest Cooling and Handling Methods AG-414-1
> Design of Room Cooling Facilities AG-414-2
> Forced-Air Cooling AG-414-3
> Hydrocooling AG-414-4
> Crushed and Liquid Ice Cooling AG-414-5
> Chlorination and Postharvest Disease Control AG-414-6
> Cool and Ship: Low Cost Portable Forced Air Cool Unit AG-414-7
> Packaging Requirements for Fresh Fruits and Vegetables AG-414-8
>
> *For information on ordering print copies of these publications, contact:*
>
> North Carolina State University
> Dept. of Communication Services
> Box 7603
> Raleigh, NC 27695-7603
> (919) 515-2861

Kansas State University *offers the following publications on postharvest management of commercial horticultural crops. All are available on-line at:*
http://www.oznet.ksu.edu/library

> Containers and Packaging—Fruits and Vegetables MF979
> Fruits and Vegetables—Precooling Produce MF1002
> Harvest Maturity Indicators for Fruits and Vegetables MF1175

Storage Conditions—Fruits and Vegetables MF978
Storage Construction MF1039
Storage Operations MF1033
Storage Options MF1030

For information on ordering print copies, contact:

Production Services
Kansas State University
24 Umberger Hall
Manhattan, KS 66506-3402
(785) 532-5830
e-mail: orderpub@oz.oznet.ksu.edu

The University of Wisconsin *has produced a very helpful set of "Work Efficiency Tip Sheets" for fresh-market vegetable growers. These materials were developed by the* Healthy Farmers, Healthy Profits Project, *with the goal of sharing labor-efficiency practices that maintain farmers' health and safety while increasing profits. Topics in the series include:*

A Specialized Harvest Cart for Greens A3704-1
Stooping or kneeling and crawling to harvest salad greens requires a lot of time and energy. An alternative is to build a simple cart that allows you to sit and roll while you harvest. The cart also holds your harvest container, so it rolls along with you. Parts for the cart will cost about $150.

Mesh Produce Bags: Easy Batch Processing A3704-2
Elements and benefits of the batch method for washing greens, as discussed above under the heading "Sanitation."

Standard Containers A3704-3
Standard containers for carrying and moving produce are made of molded plastic, have sturdy handles, and are stackable. They're easier to use and more efficient than bushel baskets, buckets or wooden crates.

Narrow Pallet System A3704-4
If you currently carry boxes of produce by hand, switching to a narrow pallet system may save you time and money. With a hand pallet truck you can move up to 16 half-bushel boxes at a time. This system can cut your time spent moving boxes by more than 60% and will dramatically reduce the stress put on your body.

These tipsheets may be ordered from the following address, or accessed on-line at:
http://www.bse.wisc.edu/hfhp/

Cooperative Extension Publishing
Rm. 170, 630 W. Mifflin St.
Madison, WI 53703
(608) 262-3346
http://www.uwex.edu/ces/pubs/

Sydney Postharvest Lab
http://www.postharvest.com.au
This Australian website offers postharvest handling and storage information, with extensive links to other postharvest sites.

Growing for Market
Editor: Lynn Byczynski
P.O. Box 3747
Lawrence, KS 66046
(800) 307-8949
This monthly newsletter is a great resource for small-scale growers. Lots of good, practical information from other producers, with frequent coverage of postharvest topics. Subscriptions cost $30. for one year, or $55. for two years.

<u>Manufacturers & Suppliers</u>

NOTE: This list is intended to be neither comprehensive nor exclusive. Endorsement of any particular product or company is not implied.

American Vegetable Grower
Meister Publishing Company
37733 Euclid Ave.
Willougby, OH 44094
(440) 942-2000
The annual "Source Book" issue (July) is a comprehensive listing of manufacturers and suppliers of every type of product for farmers, including postharvest equipment and supplies. 12 issues/$15.95. Single issue/$2.75.

Cady Industries
P.O. Box 2087
Memphis, TN 38101
(800) 622-3695
Sells a 32" x 27" McKnit nylon bag with 1/8" mesh for $6 each, with a minimum order of 10.

The Nylon Net Co.
845 North Main St.
Memphis, TN 38107
(800) 238-7529
Sells a ¼"nylon mesh "diver's bag" with drawstring, 24" x 34", for $8.28 each.

Delta Track
P.O. Box 398
Pleasanton, CA 94566
(800) 962-6776

Sells "Hygro Thermometers": about the size of a deck of cards, battery operated, digital display of temperature and humidity, records daily min./max. of each.

Spectrum Technologies
23839 W. Andrews Rd.
Plainfield, IL 60544
(800) 248-8873

Sells humidity monitors.

Barr, Inc.
1423 Planeview Dr.
Oshkosh, WI 54904
(920) 231-1711
e-mail: info@barrinc.com
http://www.barrinc.com

Distributor of used coolers, freezers, and refrigeration systems.

Cool Care Consulting, Inc.
4020 Thor Dr.
Boynton Beach, FL 33426
(561) 364-5711
e-mail: ron.roberts@coolcareinc.com
http://www.coolcareinc.com

Sells postharvest pre-cooling and refrigeration equipment, including forced air, ice, hydro, vacuum, modular, and mobile cooling units.

Bio Safe Systems
80 Commerce St.
Glastonbury, CT 06033
(888) 273-3088
e-mail: Rob@biosafesystems.com
http://www.biosafesystems.com

Sells organic-approved, eco-friendly washwater treatments/disinfectants.

The electronic version of **Postharvest Handling of Fruit & Vegetables** is located at:
http://www.attra.org/attra-pub/postharvest.html

By Janet Bachmann and Richard Earles
NCAT Agriculture Specialists

August 2000

The ATTRA Project is operated by the National Center for Appropriate Technology under a grant from the Rural Business-Cooperative Service, U.S. Department of Agriculture. These organizations do not recommend or endorse products, companies, or individuals. ATTRA is located in the Ozark Mountains at the University of Arkansas in Fayetteville at P.O. Box 3657, Fayetteville, AR 72702. ATTRA staff members prefer to receive requests for information about sustainable agriculture via the toll-free number 800-346-9140.

APPENDIX I

Storage Conditions for Vegetables and Fruits					
	Temperature F	% Relative humidity	Precooling method	Storage life Days	Ethylene sensitive
Apples	30-40	90-95	R, F, H	90-240	Y
Apricots	32	90-95	R, H	7-14	Y
Asparagus	32-35	95-100	H, I	14-21	Y
Avocados	40-55	85-90		14-28	Y
Bananas	56-58	90-95		7-28	Y
Beans, snap	40-45	95	R, F, H	10-14	Y
Beans, lima	37-41	95		7-10	
Beets, roots	32	98-100	R	90-150	
Blackberries	31-32	90-95	R, F	2-3	
Blueberries	31-32	90-95	R, F	10-18	
Broccoli	32	95-100	I, F, H	10-14	Y
Brussel sprouts	32	95-100	H, V, I	21-35	Y
Cabbage	32	98-100	R, F	90-180	Y
Cantaloupe	36-41	95	H, F	10-14	Y
Carrots, topped	32	98-100	I, R	28-180	Y
Cauliflower	32	90-98	H, V	20-30	
Celery	32	98-100	I	14-28	Y
Cherries, sweet	30-31	90-95	H, F	14-21	
Corn, sweet	32	95-98	H, I, V	4-6	
Cranberries	36-40	90-95		60-120	
Cucumbers	50-55	95	F, H	10-14	Y
Eggplant	46-54	90-95	R, F	10-14	Y
Endive	32	90-95	H, I	14-21	Y
Garlic	32-34	65-75	N	90-210	
Grapefruit	50-60	85-90		28-42	
Grapes	32	85	F	56-180	
Kiwifruit	32	95-100		28-84	Y
Leeks	32	95-100	H, I	60-90	Y
Lemons	50-55	85-90		30-180	
Lettuce	32	85-90	H, I	14-21	Y
Limes	48-50	85-90		21-35	
Mushrooms	32	95		12-17	
Nectarines	31-32	95	F, H	14-18	Y
Okra	45-50	90-95		7-14	Y
Onions, bulb	32	65-70	N	30-180	
Onions, green	32	95-100	H, I	7-10	
Oranges	32-48	85-90		21-56	
Peaches	31-32	90-95	F, H	14-28	Y

	Temperature F	% Relative humidity	Precooling method	Storage life Days	Ethylene sensitive
Pears	32	90-95	F, R, H	60-90	Y
Peas, in pods	32	95098	F, H, I	7-10	Y
Peppers, bell	45-55	90-95	R, F	12-18	Y
Peppers, hot	45-50	60-70	R, F	14-21	Y
Pineapple	45-55	85-90		14-36	
Plums	32	90-95	F, H	14-28	Y
Potatoes, early	50-60	90	R, F	56-140	
Potatoes, late	40-50	90	R, F	56-140	Y
Pumpkins	50-60	50-75	N	84-160	
Radishes	32	95-100	I	21-28	
Raspberries	32	90-95	R, F	2-3	Y
Rutabagas	32	98-100	R	120-180	
Spinach	32	95-100	H, I	10-14	Y
Squash, summer	41-50	95	R, F	7-14	Y
Squash, winter	50-55	50-70	N	84-150	
Strawberries	32	90-95	R, F	5-10	
Sweet potatoes	55-60	85-90	N	120-210	Y
Tangerines	40	90-95		14-28	
Tomatoes	62-68	90-95	R, F	7-28	Y
Turnips	32	95	R, H, V, I	120-150	
Watermelon	50-60	90	N	14-21	
F = forced-air cooling, H = hydrocooling, I = package icing, R = room cooling, V = vacuum cooling, N = no precooling needed. Sources: USDA Agricultural Marketing Service, Kansas State University Cooperative Extension Service					

APPENDIX II

The Portacooler

A portable precooler designed by USDA researchers can be built with readily available materials at a cost of around $1,200. The most expensive component is an airconditioner. If a used airconditioner is available, the initial investment will be decreased. The Portacooler can be towed to the field and used to reduce field heat of berries, vegetables, and other high-value crops immediately after picking.

The structure of the Portacooler is a basic wood frame and plywood panel construction (see diagram). The outside dimensions of the cooler are 4 feet high by 4 feet wide by 8 feet long. The frame is made of 2 by 3's spaced 2 feet on center, excluding the doorway and the air conditioner space. The frames are sheathed with 1/2 inch plywood. The precooler is insulated with 2-inch thick plastic foam that fits firmly between the frame studs.

After the frame and sheathing are completed, the electrical components can be installed (see diagram). The standard junction box, power switches, daily cycle timer, and industrial thermostat control box should be mounted on the outside of the front wall near the air conditioner. An adjustable, industrial thermostat control box should be mounted on the outside of the front wall near the air conditioner. An adjustable, industrial thermostat must be connected to the air conditioner to replace the existing thermostat. Mount strip heaters using copper wire so that they contact the cooling coils of the air conditioner. Mount the blower on the front inside wall, centered above the air conditioner so that the blower discharge is 12 inches below the inside ceiling.

All electrical components should be properly grounded, and wiring should comply with national and local electrical codes. Consult a licensed electrician for more information about how to install any components of the electrical system.

The Portacooler can be powered from either an electrical wall outlet or a gasoline-powered generator. The main electrical connection from the power source is split to the individual switches. From the switches, the power travels to the blower and to the air conditioner. The strip heaters and the thermostat are wired from the timer. The timer creates a defrost cycle by alternating power from the compressor to the strip heaters. (An interval of compressor shutdown time should be approximately 2.5 minutes during every 10 minutes.)

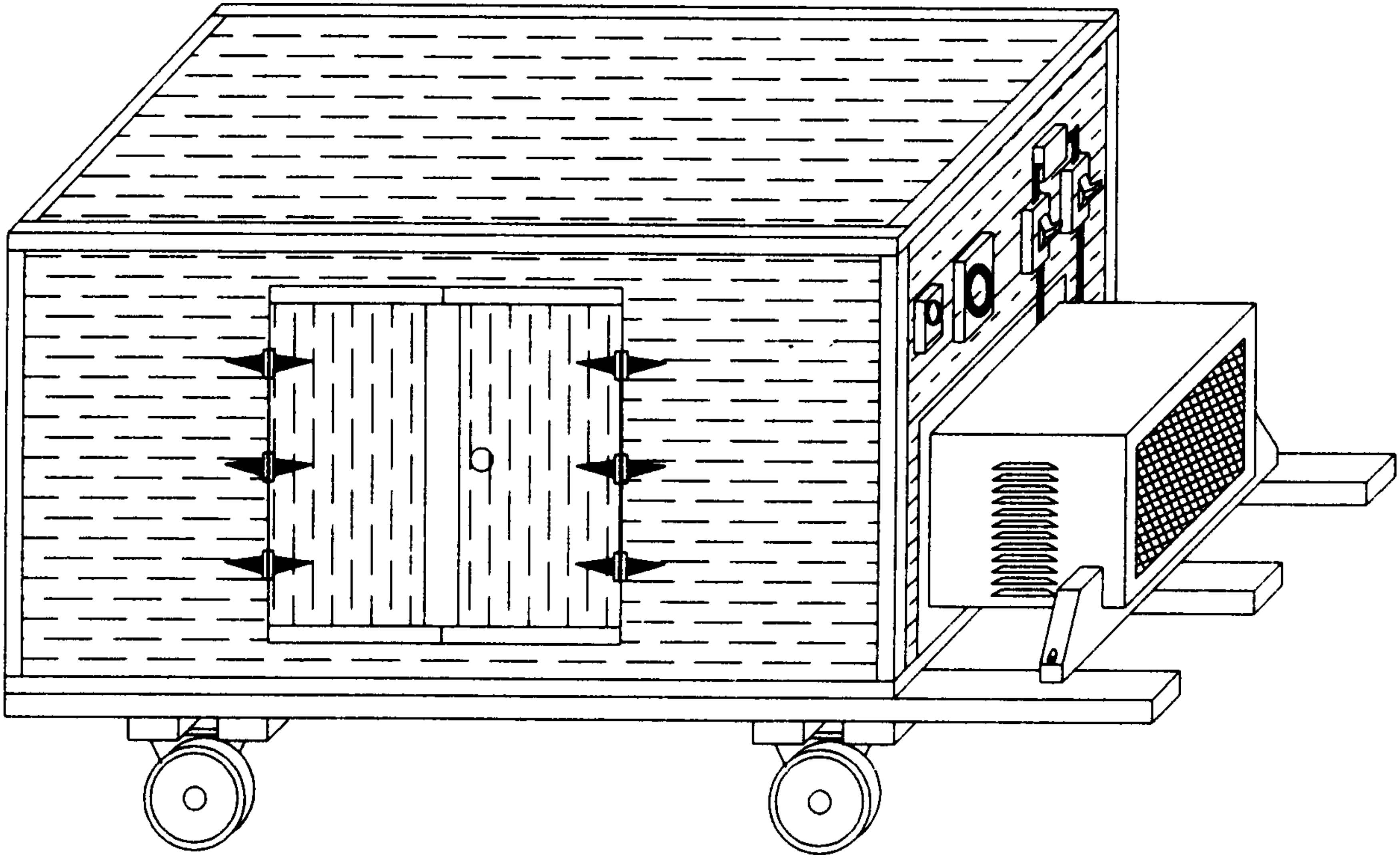
Once the cooler is assembled, and the electrical components hooked up, mount the air flow bulkhead. Mount the bulkhead with blower discharge hoe flush with the edge of the blower discharge, allowing a 6-inch-high return-air gap along the floor.

All wood surfaces should be coated with polyurethane and an all-weather sealer to prolong the useful equipment life.

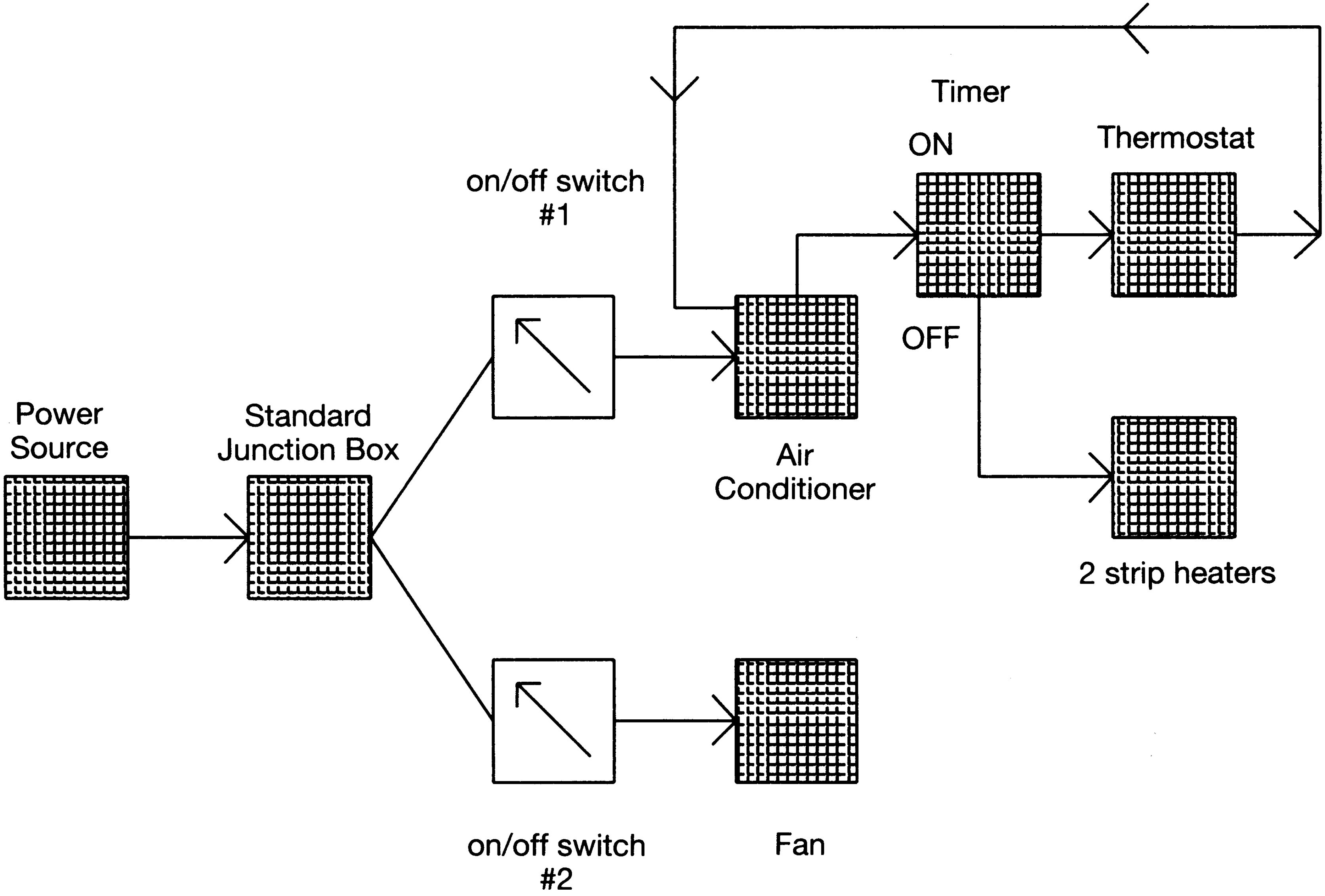
General Material List

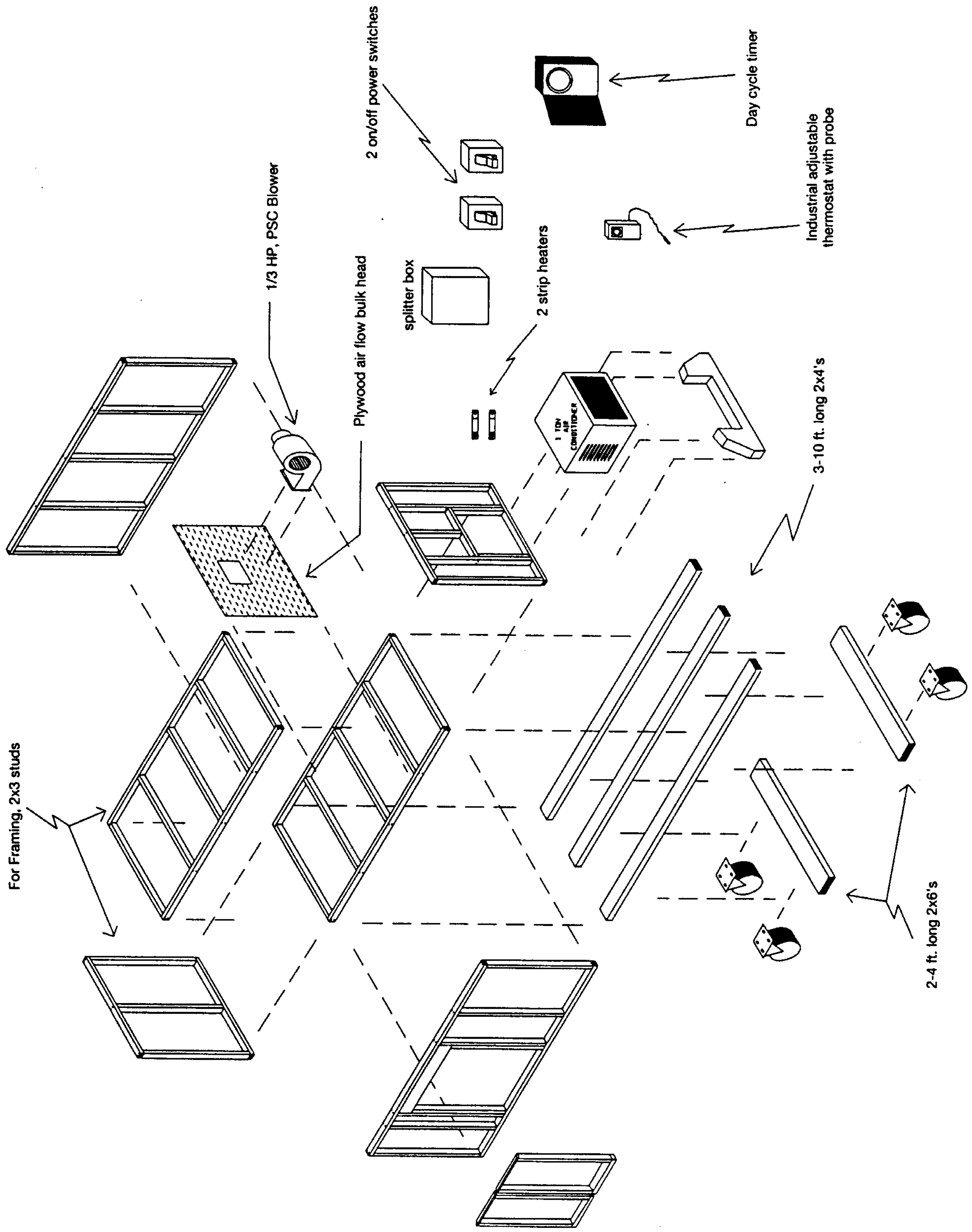
- air conditioner, 12,000 Btu, 115 V..1
- centrifugal blower, 1/3 hp, 1210 c.f.m. 1
- 20-amp wall switch, with boxes and covers 2
- 4 by 8 ft, exterior AC, 1/4-in plywood...11
- lumber, 2 by 3 in, 8 ft long...30
- lumber, 2 by 4 in, 12 ft long...3
- lumber, 2 by 6 in, 8 ft long...1
- industrial wheels, 5-in diameter...2
- industrial wheels, 5-in diameter, swivel..2
- dry wall screws, 2 1/2-in long..5 lb
- dry wall screws, 1-in long ....1 lb
- water sealer...1 gal
- polyurethane coating ....1 gal
- weather stripping, 1-in wide roll 1
- insulation, 2 in, 4 by 8 ft sheets..5
- 1/4-in plywood, 4-in wide strips ....12 ft
- door latch, sliding bolt 1
- thermostat, 115 B, 16 amp, remote bulb 1
- strap hinges, screw fastened, 3-in long..4
- lumber, 2 by 10 in, 4 ft long..1
- standard junction box 1
- strip heaters, 150 watt, 8 in, 115 B..2
- insulated wire..30 ft
- cycle timer, SPDT, 115 B, 20 amp, 1 hour 1

The design, construction, and research of the Portacooler was conducted by Joseph Anthony, Gerald Berney, William Craig, and Daniel P. Schofer. For further information, contact Daniel Schofer, Room 1211 South Bldg., 12 & Independence, Box 96456, Washington, D.C. 20090-6456.



Electrical Diagram




For Framing, 2x3 studs
1/3 HP, PSC Blower
Plywood air flow bulk head
splitter box
2 strip heaters
2 on/off power switches
Day cycle timer
Industrial adjustable thermostat with probe
1 TON AIR CONDITIONER
3-10 ft. long 2x4's
2-4 ft. long 2x6's

Study Material for training on

Soil Health and Irrigation water Management in field crops

Background

Preliminary soil analysis results for different soils across different parts of World shows multi-nutrient deficiencies of secondary and micro nutrients like sulphur (S), boron (B) and zinc (Zn) along with nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). The imbalanced and sole use of high analysis NPK fertilizers coupled with declining use of organic manures in the past decades have resulted in soil fertility degradation through developing negative balances of secondary and micronutrients and low carbon (C) levels. The deficiencies will further aggravate when we attempt increasing the crop productivity without resorting to proper soil fertility management practices. Soil fertility management through balanced nutrition (NPK plus SBZn) in different states, china and Vietnam have shown significant yield increase (20-70%) and favorable B: C ratios of 3-14:1; and is the best bet to get required increase in productivity and income.

Soil test based Fertilizer application

Soil testing of individual farmer's field is useful to identify the nutrient deficiencies, to estimate crop nutrient mining and to supplement with external organic or inorganic balanced nutrients application. Addition of required plant nutrients is essential to maintain or improve the crop productivity levels. Soil testing has become more pertinent now than ever due to high productivity of nutrient responsive crop cultivars, and nutrient mining due to high crop intensity. Soil testing allows crop specific and productivity linked nutrient recommendations for different crops and seasons. ICRISAT evaluated integrated nutrient management studies extensively in different parts of India, China and Vietnam in collaborative initiatives with farmers' participation for rice, green gram, black gram, pigeonpea, groundnut, sunflower, soybean cropping systems. These evaluations were based on soil test analysis indicating deficiency of micro and macronutrients.

Addition of organic manures and amendments

To sustain or improve productivity, soil organic carbon, a quality indicator needs to be improved with addition of organic manures. Soil organic matter (OM) is the base for biological activity, improves nutrient and water availability, and enhances soil aeration. Soil organic matter maintenance or enhancement in tropical soils is possible through long-term addition of crop residues, farmyard manures/livestock litter and vermicompost from farm wastes. These materials add not only OM to enrich degraded soils but plant nutrients at useful levels to enhance crop productivity. Besides recycling crop/livestock waste, green manuring with *Gliricidia* loppings is another successful practice demonstrated on ICRISAT's operational watersheds for enriching soil OM to sustain crop productivity. Spreading tank silt on lighter soils to improve the soil structure, there by moisture retention and also adding sand to clayey Alfisols to reduce surface crusting and improve soil aeration are some crop productivity enhancement options. In semi-arid

environments, saline or alkaline and in high rainfall areas, acid soils are known to be problematic for management. Reclamation with amendments like lime addition in the range of 2.5-to 7.5 t ha^{-1} for acid soils, and gypsum for saline and alkaline soils based on the rainfall situation is suggested.

Objectives

- ✓ Diagnosis of soil health constraints for informed decisions and precise input use
- ✓ Optimize imbalanced/excessive applications of NPK fertilizers.
- ✓ To address soil C-building (composting, green manures, Gliricidia) for productivity improvement and resilience building.
- ✓ Optimize consumption of chemical fertilizers.
- ✓ Sustainable crop productivity improvement through rejuvenating degrading soils.
- ✓ Increasing gross value addition in agriculture sector.

Proposed strategy

- ✓ Soil health mapping of annual crop fields
- ✓ To recommend micro & secondary nutrients (on yearly basis) along with the primary nutrients.
- ✓ Village level recommendations to consider risks & practicability - For primary nutrients, 25% higher dose in case of deficiency and 25% less dose in case of high nutrient level.
- ✓ For secondary & micro nutrient fertilizers - full dose if >50% deficiency; half dose if 25%-50% deficiency; 1/4th dose if 10- 25% deficiency and no dose in case of single digit deficiency.
- ✓ Yearly doses of S, B and Zn are 15 kg ha-1, 0.25 kg ha-1 and 5 kg ha^{-1}, respectively. Sampled farmer to follow recommended application of micro/secondary nutrients in case of deficiency and no application in case of sufficiency.

Learning objectives

- ✓ Soil health management
- ✓ Soil sampling in agricultural crops
- ✓ Soil test based application of nutrients
- ✓ Use of biological manures and fertilizers

Strategy:

- ✓ Soil test-based basal application of micro/secondary nutrient fertilizers
- ✓ Addition of recommended deficient secondary and micro nutrients like S, B and Zn as basal application within 30 days of sowing.

- ✓ To add yearly doses of recommended S, B and Zn. Yearly full doses per ha are 15 kg S, 0.25 kg B and 5 kg Zn.
- ✓ Foliar application of S, B, Zn and other micro/secondary nutrients where basal application is missed in 1st 30 days.
- ✓ To promote fertigation for regulated supply of nutrients in available micro irrigation (MI) networks.
- ✓ Biomass generation from soil fertility point of view, and short duration pulse promotion in summer/winter fallows – green gram, black gram, horse gram.
- ✓ Increase in productivity and net returns with soil test-based application of fertilizers.
- ✓ Decrease in the use of Urea/DAP/MOP using soil test based soil fertility management.
- ✓ Decrease in use of chemical fertilizers thru production and use of on-farm produced composts.
- ✓ Enhanced fertilizer use efficiency through integrated inorganic, organic and biological fertilizers.
- ✓ Promote recycling of on-farm wastes through aerobic composting to meet crop nutrient requirements.
- ✓ Placing shredding machines in village/cluster of village level for chopping hard biomass like stalks/left-over of pigeon pea, cotton, maize etc.

Measurable indicators: Crop yields, Income, Saving in cost & quantity of chemical fertilizers, Soil fertility

Soil sampling

Soil sampling in annual agricultural crops: Follow stratified soil sampling method to ensure collection of a representative sample as under;

- Divide target area into three topo-sequences.
- At each topo-sequence location, take samples proportionately from different farm holding sizes.
- Within farm size class in a topo-sequence, take samples representing soil colour, texture, cropping system and agronomic management
- At sampling unit in a farmer’s field, collect minimum 8 to 10 cores of random surface (0–0.15 m) soil samples and mix together to make a composite sample
- In Grid sampling system, follow above stratification principles – only one sample per 10 ha.
- Follow precautions not to collect samples from recently fertilized plots, bunds, channels, marshy spots, near trees, cow dung heap or other non-representative areas.

Soil sampling in horticultural plantations: For soil sampling in horticultural plantations, follow following protocols; Divide the orchard into blocks of trees of the same species, age and other

characteristics like topography, soil color, soil texture and management practices. Within a block, select representative 5 trees. From each indicator tree in a block, pull 3 to 4 cores. Mix the resulting 15-20 cores in the block and take ~1 kg (following partitioning method) composite sample.

Foliar application of fertilizers

If basal applications of S, B and Zn are missed within 30 days, the alternate option could be to resort to foliar application of nutrients to cover-up losses in yields and incomes. Plants can absorb nutrients from dilute solutions applied on to the leaves; and so Zn, B and S deficiencies can be readily corrected through foliar application as described here. Foliar application of Agribor (0.1%) + Zinc sulphate(0.5%) + Unslaked lime (0.25%), 2-3 times at 7-10 days interval between 30–60 days after sowing/transplanting. For making above fertilizer solution, dissolve 100 g Agribor + 500 g zinc sulphate + 250 g lime in 100 l of water (For ½ acre). Urea meant for top dressing may further be split and applied along with micronutrient sprays, @ 1-2% (i.e. 1-2 kg urea/100 l of solution) for getting higher efficiency. Addition of unslaked lime is needed to neutralize acidity caused by zinc sulphate ionization. The solution required for one ha is 500 l. Optimum time of day for foliar application is early morning (7 to 10 am), because of less evaporation and longer period absorption of nutrients through opened stomata.

Major drawbacks in foliar application are that it needs more labor and plants lose critical period of 1 month or more without proper nutrition which adversely affects crop growth. Moreover, it has little or no effect in improving soil fertility. However, it is an efficient corrective measure for any deficiency in the standing crop and has the following advantages: Smaller quantities of the nutrients are required than when applying to the soil. The danger of fixation and/or leaching is reduced. Nutrients applied to the foliage are absorbed more rapidly than when applied to the soil. It provides a convenient method of application for fertilizers required in small amounts.

Fertigation:

- Identify area with drip systems in agricultural crops
- Promote crop-specific fertigation schedules for regulated supply of micronutrients.
- Emphasize to promote regular fertilizers like N, K, Zn, B in fertigation
- Filter the regular fertilizer nutrient-solution before putting in the system

Aerobic composting

- Aerobic composting refers to the process of composting using decomposing microbial culture and ensuring enhanced aeration.
- Aerobic composting can effectively be practiced on ground surface; however, for effective handling, cemented platform (2 m wide and 3 m or as required long) may be constructed.

Composting materials –

Organic waste=100 kg

Dung = 20 kg

Rock phosphate = 4 kg

Urea = 0.5 kg (priming of raw biomass @ 0.5% should be done before one week to lower C:N ratio)

Microbial culture = 1.0-2.0 kg ton-1

Procedure Spread raw biomass on cemented platform. Sprinkle rock phosphate @ 4 kg per 100 kg straw biomass on the waste material and then sprinkle cow dung slurry. Fill in layers Fill the heap up to 0.75 m height. Do turnings of biomass (upside down and vice-versa) at 10 days' interval up to 50 days.

Precautions Take care to maintain proper moisture content by watering at alternate days. Instead of sole use of huge amounts of fertilizer nutrients, the integration of cost effective bio-fertilizers can contribute in enhancing the use efficiency of fertilizer management to bring in better economics or benefit/cost ratio. Biological fertilizers include mainly – vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM), phosphate solubilizing micro-organisms (PSM) and nitrogen fixing bacteria.

Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (VAM) VAM infects roots, increases effective root surface and soil volume explored for nutrient uptake through extensive mycelia along with solubilizing effect by chemicals released. VAM culture may be applied either as mixed with organic

composts and spread at sowing/transplanting; coated onto the seed; seedlings dipped into the VAM spore solution; or sprayed onto soil around the plant and watered into the root zone. Depending upon the number of spores in VAM culture, the quantity of the culture should be adjusted in a way to apply 10 to 20 spores per individual germinating plant.

Vermicomposting

Vermicomposting is a simple process of composting with the help of earthworms to produce a better enriched end product. In vermicomposting process, earthworms consume biomass and break it into small pieces which expose raw waste biomass to intensive microbial decomposition. Moreover, after passing through the earthworm gut, resulting earthworm castings (worm manure) are also rich in microbial activity to hasten the composting process.

Basic Requirements:

Earthworms: *Eisenia fetida* and *Eudrilus eugenae* species of earthworms are consistently used in vermicomposting for their high multiplication rate and efficacy to convert organic matter into vermicompost. Organic Raw Biomass: Various sources of wastes like crop residue, cattle waste, dairy sludge, brewery yeast, vine fruit industry sludge, textile mill sludge, sugarcane industry wastes like press mud, bagasse and trash, kitchen and agro wastes, paper waste and sludge are converted into valuable organic manures using earthworms. In general cow dung is the most preferred food for earthworms and so it is best to mix it with other raw biomass. Environmental & Other: Earthworms dislike sunlight; therefore cool and shade is the first and foremost requirement for vermicomposting. It have a moist environment for earthworms to live. The ideal

moisture-content range for materials in conventional composting systems is 45-60%. Worms are oxygen breathers and cannot survive anaerobic conditions.

Composting material - Various ingredients required and ideal ratios in general are as under, 500 kg of Dry organic wastes (DOW) 100 kg of Dung slurry (DS) 30 kg of Rock phosphate (RP) 4 kg of Earthworms (EW) 1000–1500L of Water (W) 10 L every three days

Procedure: Fill the biomass in layers of 15-30 cm at weekly interval. In case of crop residues being the dominant biomass, sprinkle dung slurry after crop residue layer. Release about 1-2 kg earthworms after filling 1st biomass layer. Rock phosphate can be added in between the layers to increase P content of the compost. The height of the heap must to taken to max 0.7-0.8 m. Once vermicompost is mature, stop watering a week before harvesting. Harvest entire heap except bottom 15-30 cm biomass and keep the harvest near the heap. Immediately start filling the harvested heap. After 15-20 days, the harvested vermicompost can be taken for field application.

Precautions -Different feeds can contain a wide variety of potentially toxic components. Prominent among them are de-worming medicine in manures, particularly horse manure. Some naturally occurring tannin in trees like as cedar and fir can harm worms and even drive them from the beds.

Materials of animal origin such as eggshells, meat, bone, chicken droppings, etc are not preferred for preparing Vermicompost. The material should be free from plastics and glass pieces as they damage the worms' gut. After completion of the process, the Vermicompost should be removed from the bed at regular intervals and replaced by fresh waste materials, because earthworm casts are toxic to their population. The earthworms should be protected against birds, termites, ants and rats.

Phosphate solubilizing micro-organisms (PSM) PSMs can solubilize the complex insoluble form of phosphorus into simple soluble forms that can be taken up by plants. For PSM application, mix the culture uniformly with the seeds by using minimum amount of water, dry the inoculated seeds under shade and sow immediately. If the seed is to be treated with pesticides; first follow the pesticide treatments and finally treat seeds with PSM. For transplanted crops, mix the inoculants with desired stickers in bucket of water, stir the mixture vigorously and then dip the roots of seedlings in this mixture before transplanting. Use 5 to 10 g culture (~109 spores/cells per g) per kg of seed, 1 to 2 kg for soil application per acre of land, 1 kg for root application (root dipping) of one acre of crop.

Nitrogen fixing Bacteria Azotobacter/Azospirillum group of bacteria in association with non-leguminous while Rhizobium in leguminous crops fixes the atmospheric nitrogen and makes it available to plants. For inoculating N-fixing bacteria, mix the culture uniformly with the seeds by using minimum amount of water, dry the inoculated seeds under shade and sow immediately. For transplanted crops, mix the inoculants in bucket of water, stir the mixture vigorously and then dip the roots of seedlings in this mixture before transplanting. Use 15 to 20 g culture (~109 spores per g) per kg of seed, 1 to 2 kg for soil application per acre of land, 1 kg for root application (root dipping) of one acre of crop.

Advantages of Vermicompost

- The most important aspect of compost produced by earthworms is that it is 100% organic. There are no harmful chemicals and it does not need to be mixed with anything.
- As the compost is passing through the body of the worms it is enriched with bacteria and microbes. These help plants to become more disease resistant and also repel some plant pests. The presence of increased microbial activity can make the area much more attractive to birds which also help to remove plant pests.
- Among the hormones that earthworm compost contains are hormones that help plants to grow. Germination of seeds is encouraged, the growth of the plant is stronger and the crop yield improved. This natural support for the plants is not available with chemical fertilizers. The distribution of the compost through the soil also helps to encourage healthy root growth.

Untreated **Treated with chemical fertilizers** **Treated with vermicompost**

Fertilizers and Fertilizer Application

Types of Fertilizers and Manures

Among the plant nutrients required in large amounts for successful crop production are nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). These elements may need to be supplied regularly to maintain high crop productivity. Commercially available fertilizers are divided into single element fertilizers (urea or potassium chloride) and complex fertilizers with two or more nutrients (mono-ammonium phosphate or di-ammonium phosphate).

Analysis or Grade of Fertilizers

The amount of a nutrient element in a fertilizer is expressed as a percentage. Ammonium sulphate usually has 20% N. This means that every 100 kg of ammonium sulphate contains 20 kg of nitrogen. The three major nutrients are thus expressed as a percentage of each element in the order N–P–K. A complex fertilizer labeled 14–14–14 contains 14% N, 14% P and 14% K. The remaining 58% is carrier materials that usually have no effect on crop production.

Storing Fertilizers

Since the quality of fertilizer is affected by the way it is stored, care must be taken to select a storage area that is dry and well ventilated. Place wooden pallets on the floor and stack fertilizer bags on them. Do not place more than eight bags in a stack, otherwise the pressure on the bag at the bottom will lead to the fertilizer caking. Stack only unbroken bags and arrange the stacks closely to minimize air space between them.

Precautions Do not store fertilizer with insecticides or herbicides Do not store with fuels, oil, flammable liquids, acids, sulphur, or explosives Do not smoke in the storage area Store the fertilizer in moisture-proof containers or bags.

Fertilizer Calibration

Calculate the rate of nutrients to be applied per unit area. Identify the fertilizers that will supply the nutrients, either singly or in combinations. Then calculate the amount of fertilizer that will supply the required amount of nutrients ha-1, m-2, plot-1, or for a row. Application rates for major nutrients are reported as kg ha-1.

Procedure for Calculation

Calculate the quantity of a straight fertilizer to supply 120 kg of N ha-1 for a plot with 10 rows. Each row is 10 m-long and 0.5 m-wide. Therefore, the total area is 50 m2. The fertilizer to be used is ammonium sulphate.

Ammonium sulphate contains 20% N or 20 kg N in each 100 kg.

Therefore, 120 kg N will be available from:

100 kg ammonium sulphate X 120 kg N = 600 kg of ammonium sulphate. 20 kg N

To supply 120 kg N ha-1 requires 600 kg of ammonium sulphate.

The required ammonium sulphate for each m² to provide 120 kg N ha^{-1} will be:

600 kg ha^{-1} ammonium sulphate X 1000 g kg^{-1} = 60 g m^{-2} of (NH4)2SO4

10,000 m2 ha^{-1}

The plot area in this example is 10 m X 5 m or 50 m^2.

The amount of ammonium sulphate for a plot of 50 m^2 will be:

60 g m^{-2} X 50 m^2= 3000 g or 3 kg $plot^{-1}$.

Similarly, the other two plant nutrients can be obtained by using straight fertilizers such as single superphosphate (7% P) or triple superphosphate (20% P), and muriate of potash (50% K).

Calculation for Using Double Carriers

When two nutrients are to be applied simultaneously, we can use double carriers. For instance, if N and P are to be applied, we can use diammonium phosphate (DAP), that contains 18 kg N and 20 kg P per 100 kg and urea that contains 46% N.

In a plot the area is 50 m^2. The desired application is 100-17-0 ha^{-1} by using DAP and urea.

1. First, calculate the quantity of DAP to provide 17 kg of P. DAP contains 20% P and 18% N. Therefore, 17 kg P would be supplied in:

17 kg P in 100 kg DAP = 85 kg DAP   20 kg P

2. Now, find the N available in 85 kg of DAP if 100 kg of DAP has 18% N

18 kg N X 85 kg DAP = 15.3 kg of N   100 kg DAP

Urea contains 46% N. Therefore, 84.7 kg N will be available from

100 kg urea X 84.76 kg N or 184 kg of urea to supply 84.7 kg N

Therefore, 85 kg of DAP and 184 kg of urea will be required to provide 100 -17- 0.

The required DAP is 8.5 g m^{-2} and required urea is 18.4 g m^{-2}.

Fertilizer Application

Hand Application

Most soils will need some fertilizers applied for good crop establishment, good vegetative growth, and increased grain production. The elements that are frequently needed for good crop growth are nitrogen and phosphorus. The fertilizers supplying these nutrients may be applied as a basal application before or at sowing. Sometimes, a portion of the required amount is applied as a top dressing. Fertilizer needs to be applied carefully so that the material does not damage germinating seeds. At the same time, the required amount of various nutrients must be available near the seedlings for them to produce the desired yield.

Application at Sowing Open the furrows with tractor-mounted or hand-drawn furrow openers a little deeper than the sowing depth. Fertilizers should be placed slightly below the seeds and to the side to avoid fertilizer burn from direct contact with the emerging primary root. Distribute the calculated amount of fertilizer uniformly in a band, one replication at a time. Cover the fertilizer lightly with soil to prevent direct contact with the seed. Complete each fertilizer application, replication by replication. Do not hand apply fertilizer across replications. Sow the seed, close the furrows, and immediately compact the soil around the seed. Animal-drawn fertilizer drills or tractor-drawn applicators could be used for placing fertilizers before sowing.

Top Dressing

Most crops need a top dressing of fertilizer, especially nitrogenous fertilizer, to meet the demand of the crop at the critical stages of plant growth. Top dressing is usually done for sorghum and millet just prior to the boot stage.

Procedure Open a furrow about 5–6 cm deep and about 5–6 cm away from the crop row, one replication at a time, with a sickle, hoe or tine. Do not damage the roots while doing so. Hand applications can be done by making holes beside and between the plants to reduce root damage. Drill 5-6 cm holes uniformly 5–6 cm away from each plant or in clusters of two to three plants. Care should be taken to distribute the fertilizer uniformly among the holes. Distribute the fertilizer uniformly to all the plants.

Cover the fertilizer immediately after application.

In intercropping trials where more than two rows of crops have been sown closely, fertilizer may be top dressed by opening furrows near the cereal row in a cereal/legume combination. Fertilizer may be side dressed to the cereal crop in the same way as for a sole crop.

Good agricultural practices for sustainable pulse production

Background

Ensuring global food security for the ever growing population that will cross nine billion by 2050 and reducing poverty is a challenging task. Growing per-capita incomes in the emerging large economies like Brazil, Russia, India, and China (BRIC) implies increased additional pressure on global food production due to changing food habits. The increased food production has to come from the available and finite water and land resources and basically from rainfed ecosystem, while the quality of these resources is generally declining (Wani et al, 2016). Agricultural production remains the main source of income for most rural communities (about 86 per cent of rural people - 2.5 billion), who depend on agriculture for their livelihood (World Bank, 2008). Improving adaptation of the agricultural sector to the adverse effects of climate change will be imperative for protecting and improving the livelihoods of the poor and ensuring food security (FAO, 2012a, FAO 2015.

Climate change is one of the major challenges faced by Agriculture worldwide and also in the South East Asian countries. Crop production, which is vital to global food security, is being affected by climate change all over the world. It has been predicted that over the next decades, billions of people, especially those living in developing countries, will face shortages of water and food and greater risks to health and life because of climate change. Although, some crops in some regions of the world may benefit, the overall impacts of climate change on agriculture are expected to be negative (IFPRI, 2009; Anupama, 2014; Kumar and Gautam, 2014; Ruchita and Rohit, 2017). With climate change, temperatures are increasing and rainfall variability is expected to increase further. When decrease in rainfall is coupled with higher atmospheric requirements due to elevated temperatures, rainfed crop-growing period is likely to shorten.

Smallholder rainfed farmers find crop management for sustained or improved productivity as challenge in resource-poor situation in Rainfed ecosystem having a risk of rainfall variability. Farmers are exposed to major constraints for crop productivity such as low soil fertility, water stressed environment as well as flooded condition, risks due to uncertain seasonal weather conditions besides low farm incomes. In practical terms, climate change adaptation requires more than simply maintaining the current levels of performance of the agricultural sector; it requires developing a set of robust and yet flexible responses that will improve the pulses performance even under the changing conditions brought about by climate change engenders. Apart from this, efforts should be made to promote holistic integrated approach to harness the full potential of existing resources, vertically (crop diversification) through increased efficiency and horizontally (crop intensification) by integrating all available resources. Farmers who are solely dependent on agriculture especially in drylands, face a high level of uncertainty and risk of failure due to various extreme climatic events, pest and disease attack, and market shocks. Although there is no blanket recommendation of improved management practices common for all crops, some affordable cropping system management technologies and appropriate methods of implementation of these technologies that help sustain and improve the productivity of rainfed crops are discussed in this section.

Need for Climate Smart pulse revolution

Dryland grain legumes branded as Smart Food crops (ICRISAT, 2017) are good for consumers, farmers and the planet as they diversify farming systems and help smallholder farmers adapt to climate change. As we know that unpredictable and erratic climatic patterns resulting from climate change are affecting crop production. This will have an impact on farmer livelihoods and food availability. So climate-smart crop and management provides sustainable options to farmers to both adapt to, and mitigate, climate change. Such climate smart /resilient crops are referred as Future Smart Foods (FSFs) by the FAO (2017).

The pulse production is facing an enormous under-utilized resource base with subsistence agricultural practices. To be precise, there are different constraints in harnessing the potential yield of pulses which are characterized into three main heads viz, Bio-physical, production & socio economic. Looking at the situational analysis of above aspects, in this section we focus on bringing in vertical integration in the existing pulse based cropping systems to meet the increasing food demand. Here we tried to analyze the current status of pulse productivity, assess the potential for intensifying the cropping system and propose a new paradigm to enhance agricultural productivity per unit area through introducing best bet agronomic management practices with a holistic management approach and operationalize the integrated genetic natural resource management (IGNRM) strategy based on our hands on experiences for harnessing the untapped potential of rainfed pulse areas to increase food production and improve the livelihoods of people with finite and scarce resource thru enhanced resource use efficiency . Greater efforts are needed to improve productivity and popularization of these climate smart crops, to support farmer seed-sharing networks to ensure availability of diverse crop varieties, and to encourage a diverse farming economy at landscape (if not always farm) level.

Cropping systems management and length of growing period

Choice of the crops grown under rainfed conditions should be made based on length of the humid period during the crop-growing season. In arid regions, where rainfall is about 300 mm, the length of humid period is about 1 to 4 weeks. Short duration drought resistant pulses like mungbean, mothbean, cowpea and cereals of 10 to 12 weeks duration like pearl millet and minor millets are suitable. In semi-arid regions, where the length of the humid period is around 6 weeks, rainy season crops like pigeonpea, maize, groundnut, sorghum, cotton and vegetables are grown in soils that have a capacity to hold less than 150 mm of water. Additional post-rainy season crops can be grown on conserved soil moisture, in soils that can hold more than 200 mm. In soils with 150-200 mm capacity, intercropping is possible.

In sub-humid areas, where humid period is more than 12 weeks duration and the rainfall is twice that of PET, rice-based cropping system is suitable, as other crops cannot tolerate water stagnation. Choice of post-rainy season crops is related to the moisture regime that plays a major role. In medium-deep Alfisols which provides greater potential for sole paddy cropping during rainy season with the cultivars of 120 to 130 days duration. Similarly, in upland areas, intercropping with short to medium-duration crops viz, pigeonpea is best suited to make better use of soil water availability.

Selection of cropping systems

Depending on the normal rainfall and type of soil, crops and the cropping systems are generally evolved over years by farming communities in an agro-ecoregion. Other considerations that determine the choice of cropping systems include food and fodder requirements, commodity markets, crop-rotational requirements, pests and diseases endemics affecting productivity. Depending on the possible length of growing season as estimated from seasonal rainfall, potential evapotranspiration and soil characteristics, a double cropping system either a sequential systems or an intercrop systems could be adopted to enhance crop intensity and annual productivity (table 1). While selecting sequential systems, duration of each crop and suitability of sowing windows in each cropping season are more critical. Sequential system requires short duration crops/cultivars to fit into possible crop growing season and to improve productivity.

Table 1. Potential cropping systems in relation to rainfall and soil type.

Rainfall (mm)	Soil type	Length of growing season (weeks)	Suggested cropping systems
350-600	Red soils and shallow Black soils	20	Single rainy season cropping
350-600	Deep Aridisols and sandy soils	20	Single cropping either in Autumn or Winter
350-600	Deep Black soils	20	Single post rainy season cropping
600-750	Red soils, Black soils, Entisols	20-30	Intercropping
750-900	Entisols, deep Black soils, deep Red soils and Inceptisols	30	Double cropping with monitoring
> 900	Entisols, deep Black soils, deep Red soils and Inceptisols	>30	Double cropping assured
>1000	Entisols, deep Black soils, deep Red soils and Inceptisols	>30	Paddy based cropping system

In areas receiving >1000 mm rainfall and 30 weeks of effective growing season only paddy based cropping system is possible in Red soils, shallow Black soils, deep Aridisols and Entisols. In deep Black soils, a sequence post rainy season crops viz, chickpea/black gram/maize/green gram is possible. Intercropping is possible in regions having 20-30 weeks of effective growing season and

having medium to black soils. With the availability of improved rainfed technologies like rain water management, choice of crops and agronomic practices, a greater proportion of rainfed lands can be brought under intensive cropping system.

Intercropping

Planning of cropping system should be done yearly on entire catchment basis. The type of planning should lead to a proper balance between food, fiber and fodder crops. When the rainfall is between 600-800 mm with a distinct period of moisture surplus, intercropping system should be adopted in uplands for improved crop production. Even in higher rainfall upland areas, intercropping facilitates growing either cereal-legume or legume-legume system of different maturity patterns (Table 2). Intercropping minimize risk of crop failure in rainfed systems.

Table 2. Efficient intercropping systems for rainfed lands.

Intercropping system	Row ratio	Plant population	
		First crop	Second crop
maize/pigeon pea	2:01	180,000	60,000
Maize/black gram	1:02	70,000	60,000
Castor/pigeon pea	1:02	250,000	60,000
Pigeonpea/black gram or green gram	1:02	60,000	120,000
Groundnut/castor	5:01	250,000	60,000

With intercropping systems, both crops should differ in crop duration, rooting depths, and be different in plant growth habit and configuration. Two crops in the systems should not have common pests and diseases to perpetuate. It is well known that multiple hosts for a particular pest can aggravate the perpetuation of the insect or disease to epidemic proportions. Hence crop rotation and crop diversification are better options to sustain or improve the crop productivity and income to the farmers.

Mixed cropping (mixing seeds of two or more crops and broad casting the mixture) should be avoided as it hinders post-sowing operations. Choice of varieties with in the crops is very important to harness total intercropping advantage. Cereal-pulses intercropping systems should

be advocated to minimize fertilizer use, reduce pest and disease incidence, take full advantage of growing season, produce balance foods, provide protein rich legume fodder for cattle. Some examples of appropriate intercropping systems are listed in Table 2.

Sequential Cropping

The objective should be to maximize economic returns from the system. Therefore, emphasis should be placed on growing season, integrated soil, water and nutrient management, integrated pest and disease management with special emphasis on oilseeds and pulse crops (Table 3). In addition, timely land preparation and sowing, suitable method of sowing, contingency planning for aberrant weather, balanced fertilization, runoff water collection and lifesaving irrigations, and need based pest and disease management are pre-requisites for successful and productive cropping systems.

Choosing appropriate sowing window and seed rate

Farmers choose a sowing window, mainly depending on the rainfall, *in situ* soil moisture and normal timing in the season. Their considerations include sufficient or excess soil moisture to effect seed germination, expected dry spells in the season, planning for second season crop and crop productivity. Informed decision-making to increase cropping intensity in a favorable season using skill of probabilistic rainfall forecast and crop modeling to help farmers improve crop productivity by increased use of nutrient inputs efficiently.

In rainfed systems, managing required population is critical issue. It is evident that sufficient seed rate in case of groundnut, soybean and chickpea can significantly enhance crop yields, however due to higher seed costs as well as prospects of low rainfall or soil moisture, farmers tend to adopt low seed rate resulting in sparse population and low productivity especially with rainfed crops. Maintaining optimum seed rate and plant population significantly improves crop productivity.

Intercropping with grain legumes is one of the key strategies to improve productivity and sustainability of rainfed agriculture. Productive intercropping options identified to intensify and diversify rainfed cropping systems are:

- Groundnut with pigeon pea
- Pigeon pea with maize
- Pigeon pea with soybean

Some of the other initiatives are ridge planting systems; seed treatment; integrated pest management (IPM); adoption of improved crop varieties and production technologies; promoting community-based seed production groups and market linkages. Farmers need to be encouraged to practice seed treatment with Trichoderma spp. and fungicides for managing

seedling diseases and IPM options for controlling pod borer in chickpea and pigeon pea. Improved water use efficiency through IWM is the key in rainfed agriculture. Alternative sources of irrigation water are the carefully planned reuse of municipal wastewater and drainage water.

Table 3. Efficient sequential cropping systems for rainfed lands

Cropping system Autumn-Winter	Autumn crop Row spacing (cm)	Winter crop Row spacing (cm)
Rice-Chickpea	22.5	22.5-30
Rice-Black gram /G.gram	22.5	22.5-30
Maize-chickpea	60	30
Maize + black gram	60	30
Maize + green gram	60	30
Pigeon pea + Green gram	75	30
Pigeon pea + Black gram	75	30

ICRISAT assessed several sequential and intercrop systems on different soil types and recorded a yield advantage ranging between 20-35% with maize/pigeon pea, green gram/black gram/pigeon pea intercrop systems, and yield advantages ranging from 20-50% with maize-chickpea, paddy-chickpea, paddy-black gram/green gram sequential systems compared to sole crop traditional systems in different years. On Alfisols, groundnut/millet and groundnut/pigeon pea intercrop systems were evaluated for enhancement of productivity, and recorded yield advantages ranging between 10-25% in long-term experiments.

Seed treatment

Seed treatment with fungicide and insecticide is desirable to avoid damage to germinating tender seedlings from seed borne or soil borne fungi and insects. If seed treatment is done with systemic fungicides or systemic insecticides, seedlings will be protected from diseases or insects for a month. Seed treatment should be done with Imidacloprid at the rate of 2 mg kg^{-1} to control sucking insects like jassids and aphids, and Chloripyriphos at the rate of 4 ml kg^{-1} of seed to control soil borne insects. Mancozeb at the rate of 3 gm kg^{-1} or Carbendazim at the rate of 1 gm kg^{-1} of seed will be sufficient to control fungal diseases. Combination of fungicides also

recommended in seed treatment module, where seed treatment with Thiram and Carbendazim (1:1) at the rate of 2.5 g kg^{-1} were found to be the effective component in groundnut IDM. Seed of legume crops should be treated with crop specific efficient biological nitrogen fixing bacterial (*Rhizobium*) strains. In order to enhance fixation, appropriate tillage methods should be adopted for surface soil to provide good aeration. Leveled fields with gentle slope no water stagnation even after high rainfall events is desirable to facilitate good aeration and higher N fixation in the root zone. Seed priming is another technique used to improve seed distribution at sowing and, good germination and also exerts drought tolerance in crops.

Choosing appropriate sowing window and seed rate

Farmers choose a sowing window, mainly depending on the rainfall, *in situ* soil moisture and normal timing in the season. Their considerations include sufficient or excess soil moisture to effect seed germination, expected dry spells in the season, planning for second season crop and crop productivity. Informed decision-making to increase cropping intensity in a favorable season using skill of probabilistic rainfall forecast and crop modeling to help farmers improve crop productivity by increased use of nutrient inputs efficiently.

In rainfed systems, managing required population is critical issue. It is evident that sufficient seed rate in case of groundnut, soybean and chickpea can significantly enhance crop yields, however due to higher seed costs as well as prospects of low rainfall or soil moisture, farmers tend to adopt low seed rate resulting in sparse population and low productivity especially with rainfed crops. Maintaining optimum seed rate and plant population significantly improves crop productivity.

Crop water requirement and Water management

Dry land crops vary widely in their water requirement for crop growth and maturity. Besides soil type, rainfall and temperature in the region, which determines length of crop growing period, crop water requirement is critical to plan crops and cropping systems appropriate for a region. Knowledge on critical growth stages of crops, those can be affected by water deficit resulting in varying degree of crop yields, is very important to effectively use available water in rainfed situations. Table 5 provides information on crop critical stages; water requirement and sensitivity to weather abnormalities are given.

Table 4. Information on crop critical stages, water requirement and sensitivity to weather anomalies of important pulse crops.

Crop	Critical growth stages	Water requirement (mm)	Duration (days)	Crop sensitivity
Pigeonpea	Emergence, flowering, pod formation, pod development	500-800	140-180	Frost-germination
Green gram /Black gram	Flowering, pod formation, pod development	350-400	65-80	Frost
Groundnut	Emergence, flowering, pegging, pod development	500-700	90-140	Frost-germinate
Chickpea	Emergence, flowering, pod development	300-500	85-130	Frost-flowering

Source: FAO Irrigation and drainage paper 33, 56

Intercropping with grain legumes is one of the key strategies to improve productivity and sustain

Weeding and Intercultural operations

Weeding and intercultural operation are most important in dry land farming, as higher density weed population compete and efficiently steal the valuable scarce soil nutrients and moisture affecting cultivated crops. It is estimated that weeds on an average cause 20% crop production loss. Interculture for inter-row weeding and soil mulching to prevent moisture loss from lower layers, which is very important for rainfed crops frequently affected by long dry spells. Initially slow growing and low population crops like cotton, maize, and some vegetable crops are more prone to weed infestation. Besides intercultural operations, control measures include crop rotation of crop holidays are some cultural measures. Although chemical control measures are expensive, they are effective and some chemicals are selective in timing and crop specific also. Pre-emergence herbicides and post-emergence crop specific herbicides are also available.

Crop diversification

The main objective is to enhance the farm income by targeting crop diversification and intensification through suitable cropping system management. The diversification will be targeted by two ways. First by crop diversification and second by agricultural diversification.

a. Crop diversification

crop diversification is generally viewed as a shift from traditionally grown less remunerative crops to more remunerative crops. It is intended to give a wider choice in the production of a variety of crops in a given area so as to expand production related activities on various crops and also to help in reducing risk in agriculture. The pulses are best fit to crop diversification. The introduction of new compatible crop as well as improved varieties of crop is a technology to be promoted. The aim is to enhance plant productivity, quality, health and nutritional value and/or building crop resilience to diseases, pest organisms and environmental stresses.

b. Agricultural diversification

Agricultural diversification is a process of a gradual movement out of subsistence food crops (particularly staple foods) toward diversified market oriented crops that have a larger potential for return to land. This process is triggered by the availability of improved rural infrastructure, rapid technological advancements in agricultural production, and changing food demand patterns. Hence, this process of diversification towards high-value crops is likely to accelerate agricultural growth and usher in a new era of rural entrepreneurship and generate employment opportunities.

Crop intensification

Enhancing the cropping intensity through managing the existing cropping system either through vertical or horizontal expansion will be focused in both the regions. Basically the crop intensification has been done with the introduction of pulses in the existing cropping system either through vertical integration or horizontal integration. The major constraints include – lack of short duration cultivars, soil fertility decline and poor agronomic practices. In Odisha, introducing pulses in rice fallows on 50 ha area per district using improved technologies (viz, suitable varieties, zero till machineries etc.) is one of the best approaches to enhance on-farm production and income. Similarly, vertical integration through intercropping system with pulses is required to be targeted in the existing agricultural production system on a particular farm taking into account the different returns from value-added crops with complementary marketing opportunities.

Diversification/intensification should be taken place either through area augmentation or by crop substitution. If carried out appropriately, it can be used as a tool to augment farm income, generate employment, alleviate poverty and conserve precious soil and water resources. Major driving forces for crop diversification/intensification targeted are increasing income on small farm holdings, mitigating effects of increasing climate variability, balancing food demand, improving fodder for livestock animals, conservation of natural resources, minimizing environmental pollution, reducing dependence on off-farm inputs, depending on crop rotation, decreasing insect pests, diseases and weed problems, increasing community food security.

Gap filling after germination

It is important to achieve optimum plant population which is often neglected. Any gap more than 30 cm should be filled up. For this some amount of seed should be kept in reserve. Gap filling should be done as soon as possible preferably within a week so that there is not much difference in growth of plants.

Harvesting and threshing

Farmers are generally vigilant on appropriate timing for harvest when the crops attain physiological maturity. Advance weather information on rainfall and wind conditions certainly helps timely and safe harvesting of crops. Timely harvesting of crops at physiological maturity helps to accelerate the growth of intercrops and facilitate timely sowing of the sequential crops. Groundnut farmers seek weather information when the crop attains maturity, to decide on time of harvesting to avoid seed germination, excess shredding of leaf in the field. Receding soil moisture conditions leads to pod loss in the soil at harvest, excess rain at crop maturity or immediately after crop harvest can affect groundnut fodder quality

Water Management Practices:

Water Management is important since it helps determine future Irrigation expectations. Water management is the management of water resources under set policies and regulations. Water, once an abundant natural resource, is becoming a more valuable commodity due to droughts and overuse. Water resource management planning has regard to all the competing demands for water and seeks to allocate water on an equitable basis to satisfy all uses and demands. As with other resource management, this is rarely possible in practice. Water is an essential resource for all life on the planet.

In agriculture, water is one of the most important resource for a better output. It profoundly influences photosynthesis, respiration, absorption, translocation and utilization of mineral nutrients, and cell division besides some other processes. Both its shortage and excess affect the growth and development of a plant directly and, consequently, its yield and quality.

Water is a costly input when canals supply it. The constructing of dams and reservoirs, the conveying of water from storage points to the fields, the operating and the maintaining of canal systems involve huge expense. The misuse of water leads to the problems of water logging, salt imbalance, etc. thus rendering agricultural lands unproductive. Hence a proper appreciation of the relationship and economic utilization of water resources for maximum crop production.

AWD (Alternate Wetting and Drying) in Rice

Rice is the main food source for half of the world's population and it is also the biggest user of water in agriculture. Worldwide, around 93 million ha of irrigated lowland rice provide 75% of the world's rice production. Rice occupies 30% of the world's irrigated cropland but, because it is normally flooded for most of the crop season, irrigated rice receives about 40% of the water diverted for irrigation. Increasing water scarcity, however, threatens the sustainability of rice production. In many Asian countries, per capita availability of water declined by 40–60% between 1955 and 1990, and is expected to decline further by 15–54% over the next 35 years. By 2025, 15–20 million ha of rice lands will suffer some degree of water scarcity.

Hot-spots of water scarcity in rice-growing areas have been reported in many countries, including the Philippines, Bangladesh, northern China, the northwest Indo-Gangetic Plains, India's Cauvery delta, and the Chao Phraya delta in Thailand. The reasons for water scarcity are diverse and location-specific, but include decreasing availability because of increasingly erratic rainfall brought about by climate change, decreasing water quality because of pollution (e.g., chemicals, salts, silts), malfunctioning of irrigation systems, increased competition from other sectors (i.e., urban and industrial users), and excessive ground water extraction.

Over the past 20 years, efforts have been increasing to develop ways to decrease water use in rice production and/or increase rice water productivity. Reducing water use for rice by a small percentage could free up large volumes of this vital resource for alternative uses. Through in-depth scientific research coupled with practical participatory research and development, novel technologies that reduce irrigation input have been developed to help rice farmers cope with water scarcity and to increase irrigation and input (irrigation plus rain) water productivity. One of these technologies is the alternate wetting and drying (AWD) water management technique. In AWD, the field is not continuously flooded. Instead, the soil is allowed to dry out for one to several days after the disappearance of ponded water before it is flooded again. Development of

this technology began in India many years ago, where it was known as “intermittent irrigation” (Sandhu et al., 1980), but its development in East and Southeast Asia has been more recent. Early implementation of AWD among rice farmers in Asia has been very site specific in terms of the timing, duration, and frequency of non-flooded periods. For example, in some regions of China, a specific form of AWD has been widely practiced for some time where irrigation water scarcity has been imposed as a result of competition for water with other uses (Li and Barker, 2004). In this form of AWD, irrigation is done after every 6–8 days for heavy soils and4–5 days for lighter soils. The water quantity applied after each irrigation is about 50–60 mm, then water disappears from soil sur-face and soil dries naturally before the next irrigation.

In 2002, IRRI, through the Water-Savings Workgroup of the Irrigated Rice Research Consortium (IRRC), developed a set of simple guidelines coupled with an easy-to-use and practical tool(the field water tube) to allow farmers to reduce irrigation water input while maintaining yield. This form of “safe” AWD is now recommended practice in many countries or regions, including Bangladesh (Palis et al., 2014), the Philippines (Rejesus et al., 2013;Lampayan et al., 2014b), Myanmar (Lampayan et al., 2014b), and Vietnam (Rejesus et al., 2013). Its adoption has been especially widespread in Bangladesh, the Philippines, and Vietnam. An analysis of the factors behind the success in adoption of AWD in these countries could be used to inform the development of successful extension programs in other countries. Water saving at various aggregation levels: field, system and global also needs to be under-stood, as there are different actors for each aggregation level.

The Technology of safe Alternate Wetting and Drying

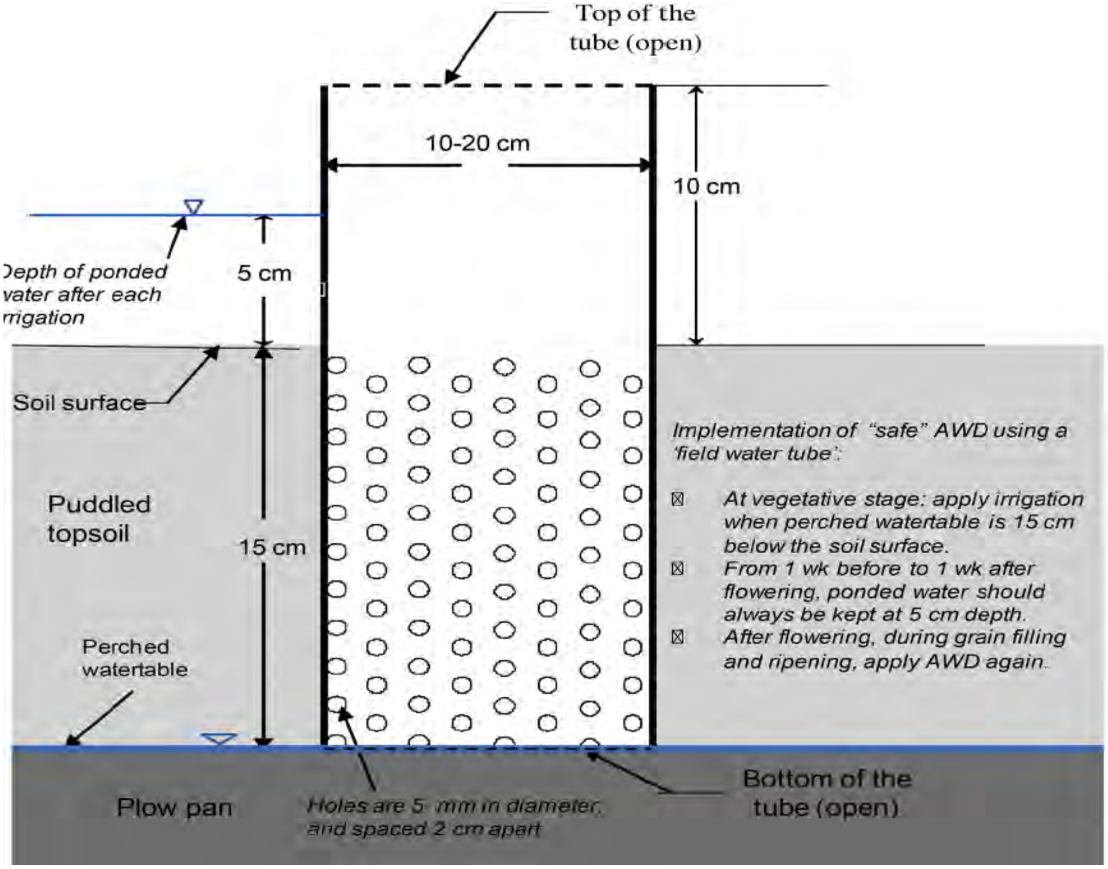
Irrigated lowland rice is typically grown under flooded conditions and receives up to two to three times more water than other crops (such as wheat or maize) at the field level, largely because of unproductive water flows in the form of seepage and percolation to drains, creeks, or groundwater. As these unproductive water flows can amount up to 60–80% of all water inputs to rice, an important way to reduce irrigation input to rice fields is to reduce unproductive seepage and percolation losses. In AWD, the field is not continuously flooded, but the soil is allowed to dry out for some days after the disappearance of ponded water. During these periods, seepage and percolation drop to nearly zero because of almost complete absence of hydraulic head.

“Safe” AWD consists of three key elements (Bouman et al., 2007):(1) shallow flooding for the first 2 weeks after transplanting to help recovery from transplanting shock and suppress weeds (or with a 10-cm-tall crop in direct wet-seeded rice); (2) shallow ponding from heading to the end of flowering as this is a stage very sensitive to water-deficit stress, and a time when the crop has a high growth rate and water requirement; and (3) AWD during all other periods, with irrigation water applied whenever the perched water table falls to about 15 cm below the soil surface. The threshold of 15 cm will not cause any yield decline since the roots of the rice plants

are still able to take up water from the perched groundwater and the almost saturated soil above the water table.

For implementation of AWD, farmer needs a simple tool (a 25-cm-long perforated field water tube also called as 'Pani Pipe') which can be made of plastic pipe or bamboo or any cheap material, and is embedded in the paddy field to a depth of 15 cm, with the soil removed from inside the tube, to reveal the perched water-table level. During AWD implementation, the field is irrigated to a depth of around 5 cm whenever the ponded water level has dropped to about 15 cm below the surface. Apart from water management, all other cultural practices are the same for AWD as for continuously flooded rice, including nitrogen management.

AWD was first evaluated in the Philippines in farmers' fields in a deep-well pump irrigation system (calledP-38) in Tarlac Province, and by individual farmers using shallow tube wells in Nueva Ecija Province, in 2002 and 2003.



Field water tube as a simple tool to implement safe AWD (Adopted from Bouman et al. 2007)

A practical way to implement AWD safely is by using a 'field water tube' ('Pani Pipe') to monitor the water depth on the field. After irrigation, the water depth will gradually decrease. When the water level has dropped to about 15 cm below the surface of the soil, irrigation should

be applied to re-flood the field to a depth of about 5 cm. From one week before to a week after flowering, the field should be kept flooded, topping up to a depth of 5 cm as needed. After flowering, during grain filling and ripening, the water level can be allowed to drop again to 15 cm below the soil surface before re-irrigation.

When the field is flooded, check that the water level inside the tube is the same as outside the tube. If it is not the same after a few hours, the holes a probably blocked with compacted soil and the tube needs to be carefully re-installed. The tube should be placed in a readily accessible part of the field close to a bund, so it is easy to monitor the ponded water depth. The location should be representative of the average water depth in the field (i.e. it should not be in a high spot or a low spot).

AWD can be started a few weeks (1−2 weeks) after transplanting. When many weeds are present, AWD should be postponed for 2−3 weeks to assist suppression of the weeds by the ponded water and improve the efficacy of herbicide. Local fertilizer recommendations as for flooded rice can be used. Apply fertilizer N preferably on the dry soil just before irrigation.

Advantages of AWD:

1. Large reductions in methane emissions are possible compared to continuous flooding.
2. It will help the economic use of water during rice cultivation.
3. The drying phase of rhizosphere will help root growth and its sustainability for water transport to rice plants even under low soil moisture conditions.
4. Farmers will be able to know the status of water of their rice growing fields and would be able to balance irrigation with achieving minimum methane emissions.
5. The savings of irrigation water will have impact on environment because of reduced withdrawal of ground water and a reduction in consumption of diesel for water pumps.
6. Protection of water levels of ground water may also reduce arsenic contamination in rice grain and straw.

Acknowledgement:

1) The study material for water management has been compiled from: *Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice; Lampayan et al (2014).*