

ပေါင်းဆန်



Parboiling

မောင်အုန်းပွင့်

မာတိကာ

အမှတ်စဉ်

အကြောင်းအရာ

စာမျက်နှာ

အခန်း(၁)

၁.၁	ပေါင်းဆန်အစ	၁
၁.၃	ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု	၂
၁.၈	မြန်မာနိုင်ငံ၏ပေါင်းဆန်	၅
၁.၁၁	ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု နည်းစနစ် တိုးတက်လာခြင်း	၆

အခန်း(၂)

၂.၁	စပါး	၈
၂.၃	စပါးအမျိုးအစားများ	၉
၂.၄	စပါးသန့်စင်ခြင်း	၁၀
၂.၇	စပါးအစိုဓာတ်	၁၂

အခန်း(၃)

၃.၁	ခေတ်မီပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု	၁၃
၃.၃	ရေမစိမ့်ဘဲ ပေါင်းခြင်း၊ ရေမစိမ့်မီ ပေါင်းခြင်း	၁၄
၃.၄	ရေစိမ့်ခြင်း	၁၄
၃.၈	ဖိအားအသုံးပြု၍ ရေစိမ့်ခြင်း	၁၆
၃.၁၀	စပါး၏ ရေစုပ်ယူမှုသဘာဝ	၁၇
၃.၁၁	ရေအပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့် ရေစိမ့်ခြင်း	၁၈
၃.၁၂	ပေါင်းကျက်ခြင်း (Gelatinization)	၁၉
၃.၁၄	အပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့် ရေစိမ့်ပြီး ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း	၂၀
၃.၁၇	ရေပူစိမ့်၍ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း	၂၂
၃.၁၈	ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းခြင်း	၂၂
၃.၂၂	အလုံပိတ်မဟုတ်သော ပေါင်းအိုးဖြင့်ပေါင်းခြင်း	၂၄
၃.၂၃	ဆက်တိုက်ထွက် ပေါင်းအိုး	၂၄
၃.၂၄	အလုံပိတ်ပေါင်းအိုးဖြင့်ပေါင်းခြင်း	၂၆
၃.၂၅	လေဖိအားအသုံးပြုသည့် ပေါင်းစက် (Pneumatic parboiling)	၂၆
၃.၂၆	ပေါင်းစပါးခြောက်သွေ့မှု	၂၇
၃.၂၈	စပါးခြောက်စက်များ	၂၈
၃.၃၃	ပေါင်းဆန်ကြိတ်ခွဲခြင်း	၃၁

မာတိကာ

အမှတ်စဉ်	အကြောင်းအရာ	စာမျက်နှာ
	အခန်း(၄)	
၄.၁	ပေါင်းဆန်၏ ပြောင်းလဲလာသောအချက်များ	၃၃
၄.၄	ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုများ	၃၄
၄.၅	ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၄
၄.၆	ရေအပူချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၅
၄.၇	ရေစိမ့်ကြာချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၅
၄.၈	ရေ၏ချဉ်ငံသတ္တိ (pH)နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၆
၄.၉	Amylase activity နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၆
၄.၁၀	ပေါင်းသည့်အပူချိန်၊ ကြာချိန်တို့နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၇
၄.၁၂	အခြောက်ခံသည့်အပူချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်	၃၈
၄.၁၃	ပေါင်းလုပ်ငန်းစဉ်နှင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု	၃၉
၄.၁၄	ပေါင်းဆန်အနံ့	၄၀
၄.၁၅	ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း	၄၀
၄.၁၆	ရေစိမ့်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်းနှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း	၄၀
၄.၂၁	အခြောက်ခံခြင်းနှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း	၄၃
၄.၂၂	အရောင်ကြည်လင်မှု	၄၄
၄.၂၃	ရေဆိုးသန့်စင်ခြင်း	၄၅
၄.၂၄	စွန့်ပစ်ရေ	၄၅
၄.၂၈	ပေါင်းစပါးလုပ်ငန်းမှ ရေဆိုးသန့်စင်ခြင်း	၄၆
၄.၃၁	Physicochemical treatment	၄၈
၄.၃၂	Microbial treatment	၄၉
၄.၃၃	Phytoremediation	၄၉
၄.၃၄	Electro-coagulation	၄၉
၄.၃၅	Microbial fuel cells	၅၀
၄.၃၆	Hydrogen and methane production	၅၀
၄.၃၉	Zero discharge treatment	၅၁
၄.၄၂	Secondary treatment of rice mill effluent for discharge	၅၂

အခန်း(၁)

ပေါင်းဆန်အစ

၁.၁။ ရှေးနှစ်ပေါင်းများစွာက လူတို့သည် စပါးကို မောင်းဆုံတွင်ထောင်း၍ အခွံကျွတ်စေပြီး အထိုက်အလျှောက် ဖြူအောင်ဖွပ်၍ စားသုံးခဲ့ကြသည်။ စပါးကို မောင်းဆုံတွင် အခွံကျွတ်မှု လွယ်ကူပြီး မောင်းထောင်းရ သက်သာစေရန် နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ကြံဆလုပ်ကိုင်ခဲ့ကြရာ အရှေ့တောင် အာရှနှင့် အာဖရိကနိုင်ငံအချို့တွင် စပါးကိုရေဖြန်းလိုက် နေလှန်းလိုက် အကြိမ်ကြိမ်ပြုလုပ်ကြသည်။ သီရိလင်္ကာနိုင်ငံ၌ စပါးကို မြေအိုးများဖြင့် ရေထည့်ပြုတ်ပြီး နေလှန်းခြင်းဖြင့် စပါးခွံနှစ်ခြမ်း ပွင့်ဟလာစေသည်။ ပါကစ္စတန်နိုင်ငံတောင်ပိုင်းတွင် စပါးနှင့်ရေထည့်ထား သောမြေအိုးများကို စပါးခွံများပေါ်၌ တန်းစီ၍ ချထားပြီး စပါးခွံပေါ်သို့ မီးခဲများ



ချ၍ ငနာရီမှ ၁၂နာရီခန့် တငွေငွေလောင်ကျွမ်းစေသည်။ အိုးထဲက ရေသည် အပူချိန် ၆၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ခန့်သို့ ရောက်ရှိသည်။ ပြီးလျှင် ရေများကိုသွန်ပစ်လိုက်ပြီး အောက်က မီးအပူပေးထားသည့် သံဒယ်အိုးထဲထည့်၍ မိနစ် ၆၀ ခန့် အဆက်မပြတ်မွှေပေးသည်။ အငွေပျံသွားသည့် ရေ အစိုဓါတ် ပြန်လည်ရရှိစေရန် ရံဖန်ရံခါ ရေဖြန်းပေးရသည်။ ပြီးလျှင် နေပူတွင်အ

ခြောက်လှန်းသည်။ အိန္ဒိယနိုင်ငံတွင် စပါးကို အုတ်ကန်ဖြင့် ၂ရက်ခန့်ရေစိမ်ပြီး ရေဖောက်ထုတ်လိုက်သည်။ ရေထည့်ထားသော သံတိုင်ကီတွင် ရေလွတ်ရာနေရာ၌ စပါးမကျနိုင်သည့် ဆန်ခါခဲပြီး ရေစိမ်ထားသောစပါးကို ထည့်သည်။ တိုင်ကီအောက်မှ မီးအပူပေးလျှင် ရေဆူပြီး ရေနွေးငွေ့များထွက်လာသည်။ ၂နာရီခန့် ပေါင်းပြီးလျှင်ထုတ်၍ အခြောက်လှန်းသည်။ ဂါနာနှင့် နိုက်ဂျီးရီးယားနိုင်ငံတို့တွင် စပါးထည့်ထားသော သံ



တိုင်ကီထဲသို့ ဆူအောင်တည်ထားသောရေနွေးကို စပါးမြှုပ်သည်။ အထိလောင်းထည့်ပြီး ၁၂ နာရီမှ ၁၆နာရီအထိ ထားလိုက်သည်။ ထို့နောက် စပါးကိုထုတ်၍ နေလှန်းသည်။ အချို့ဒေသများ၌ စပါးကို နေမလှန်းသေးဘဲ ရေခံထားသော တိုင်ကီအပေါ်တွင် ကြိမ်ခြင်းတင်၍ ကြိမ်ခြင်းထဲစပါးထည့်ပြီး ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ပေါင်းသည်။ ပြီးမှ ထုတ်ပြီးနေလှန်းသည်။ အဓိကမှာ မောင်းထောင်းရာ၌ အခွံ

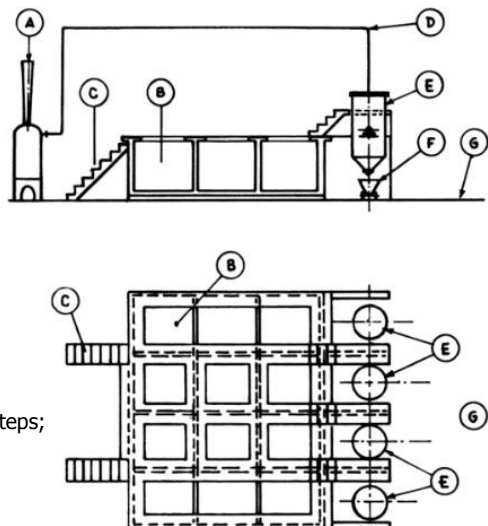
ကျွတ်မှု လွယ်ကူစေရန် အတွက်သာဖြစ်သည်။ ဤသို့ ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ဆန်ကျိုးကြေမှု သက်သာခြင်း၊ ထမင်းမသိုးလွယ်ခြင်း၊ ထမင်းအရသာမှာ ကြိုက်နှစ်သက်ဖွယ်ဖြစ်ခြင်း စသောအကျိုး

ကျေးဇူးများရရှိသည်။ အိမ်နှင့် အလွန်ဝေးသောနေရာသို့ သွားရောက်လုပ်ကိုင်ကြသူများ အတွက် ထမင်းမသိုးလွယ်ခြင်းကြောင့် အဆင်ပြေသွားသည်။

၁.၂။ ၁၉ရာစု နှောင်းပိုင်းကာလတွင် စက်မှုထွန်းကားလာခြင်းနှင့်အတူ ဘွိုင်လာအင်ဂျင်မြင့် လည်ပတ်သော ဆန်စက်များ ပေါ်ပေါက်လာခဲ့သည်။ ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်မှုတွင်လည်း ဘွိုင်လာနှင့် စက်ကိရိယာများကို အသုံးပြုလာခဲ့သည်။ မြန်မာနိုင်ငံတွင် ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှုကို ၁၉၂၀ ခုနှစ် တွင် စတင်ခဲ့သည်။ ဟင်္သာတမြို့ရှိ ဖာတရာစေ ဆန်စက်၌ အိန္ဒိယနိုင်ငံက နည်းစနစ်အတိုင်း စမ်း သပ် ထုတ်လုပ် အောင်မြင်ခဲ့သည်။ ၁၉၃၅ ခုနှစ်ခန့်သို့ ရောက်ရှိသောအခါ ဟင်္သာတခရိုင်အတွင်းရှိ ဆန်စက်အများအပြားက ပေါင်းဆန်ကို ထုတ်လုပ်နေကြပြီဖြစ်သည်။ ပြည်တွင်း၌ ပေါင်းဆန်စားသုံးမှု အလေ့အထမရှိသဖြင့် ထုတ်လုပ်ရရှိသော ပေါင်းဆန်အားလုံး ပြည်ပသို့သာ တင်ပို့ရောင်းချခဲ့သည်။ ပေါင်းဆန်သက်သက် တနှစ်လျှင် တန်ချိန် ၇သိန်းခွဲခန့် တင်ပို့နိုင်ခဲ့ကြောင်း သိရသည်။ ယခုအခါ ပေါင်းဆန်ဟု ခေါ်ဆိုသော်လည်း လွန်ခဲ့သောနှစ်ပေါင်း ၈၀ကျော်က ပြုတ်ဆန်ဟုသာ ခေါ်ခဲ့ကြ သည်။

ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု

၁.၃။ ပေါင်းဆန်ရရှိရန် ရိုးရိုးစပါးကို ပေါင်းစပါးဖြစ်အောင် ပြုလုပ်၍ ကြိတ်ခွဲရသည်။ ပေါင်းစပါး ထုတ်လုပ်မှုတွင် အဆင့် ၃ဆင့် ပါဝင်သည်။ စပါးကို ရေဝအောင်စိမ်ခြင်း (soaking)၊ ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ပေါင်းခြင်း (steaming or cooking)၊ အခြောက်လှန်းခြင်း (drying) တို့ဖြစ်သည်။ စပါးကို ရေစိမ်ရန် အုတ်ရေကန်များကို အသုံးပြုသည်။ လွယ်ကူစွာ ရေဖောက်ထုတ်နိုင်ရန် ရေကန်ကြမ်းပြင်ကို မြေပြင် ထက် အနည်းငယ် မြင့်ထားလေ့ရှိသည်။ နေရာအနေအထားအရ အုတ်ကန်အရွယ်အစားနှင့် ပုံ သဏ္ဌာန်ကို သင့်တော်သလို ဆောက်လုပ်ကြသည်။ ရေစိမ်ထားသောစပါးများကို ကျုံးယူပင့်တင် ပေးနိုင်ရန် ရေကန်အမြင့်ကို လူတရပ်ခန့်သာ ထားရှိသည်။



A. Boiler; B. Brick tank; C. flight of steps;
D. Steam pipe; E. Steaming tanks;
F. trolley; G. Drying floor

ပုံ (၁.၁) ရေစိမ်ကန်

၁.၄။ အုတ်ကန်၏ အနားစွန်းတဘက်တွင် စပါး၂၅တင်းမှ တင်း၃၀ခန့် ဝင်ဆုံသော ပေါင်းအိုးများကို စင်ထိုး၍ ထိုင်ထားသည်။ ပေါင်းအိုးများသည် အပေါ်ဘက်က အဖွင့်ဖြစ်သည်။ အောက်ခြေ ရှူးထားပြီး ပေါင်းအိုးအတွင်းက စပါးများကို လျှင်မြန်စွာ ဖောက်ချနိုင်သည့် အဖွင့်အပိတ်တံခါး ပါရှိသည်။ ပေါင်းအိုးထွက်ပေါက်တံခါးကို မြေပြင်တွင်ရပ်နေသူက အလွယ်တကူ ဖွင့်ပိတ်နိုင်သည့် အမြင့်၌ ရှိစေရသည်။ ပေါင်းအိုးထဲတွင် ဘွိုင်လာမှ ရေနွေးငွေ့ပိုက် သွယ်တန်း တပ်ဆင်ထားသည်။ ပေါင်းအိုးအတွင်းရှိ ရေနွေးငွေ့ပိုက်တွင် ရေနွေးငွေ့ထွက်ရန် အပေါက်ငယ်များဖောက်ထားသည်။ ရေနွေးငွေ့ အဖွင့်အပိတ်ပြုလုပ်သည့် ဘားကို ပေါင်းအိုးထဲမရောက်မီ ရေနွေးငွေ့ပိုက်တွင် တပ်ဆင်ထားသည်။

၁.၅။ အုတ်ကန်တွင်စပါးထည့်ပြီး စပါးမြှုပ်အောင်ရေဖြည့်ရသည်။ မအောင်မြင်သောစပါး၊ ပိုးထိုးပိုးကိုက်စပါး၊ အဖျင်းအမှော်များသည် ပေါ့ပါးသဖြင့် ရေပေါ်ပေါလာပေါ်လာသည်။ ၎င်းတို့သည် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ပေါင်းလိုက်သောအခါ အမဲရောင်ဆန်များ ဖြစ်သွားသဖြင့် ဆန်ခါဖြင့်ဆယ်ယူ ဖယ်ရှားရသည်။ ရေစိမ်ဝစေရန် စပါးကို ၂ရက်ခန့်ကြာအောင် စိမ်ထားပြီး ရေစိမ်ဝလျှင် ရေဖောက်ထုတ်ရသည်။ တခါတရံ ရေစိမ်ဝနေသော်လည်း နေမပွင့်ဘဲ မိုးအုံ့နေပါက စပါးပေါင်းပြီးလျှင် နေလှန်း၍ မရနိုင်ခြင်းကြောင့် ရေမထုတ်ဘဲ ဆက်စိမ်ထားရသည်။ စပါးကို အချိန်ကြာစွာ ရေစိမ်ခြင်းကြောင့် အကုန်ဝေမှုများ၊ ဘက်တီးရီးယားများ ပေါက်ပွားသဖြင့် ရေဖောက်ထုတ်ရာ ရေမြောင်းတလျှောက် သာမက အုတ်ရေကန်အတွင်း၌ပါ အနံ့ဆိုးများဖြစ်ပေါ်သည်။ အနံ့ဆိုးများသည် ရေစိမ်ထားသော စပါးကိုလည်း စွဲကျန်ရစ်စေသည်။



ပုံ (၁.၂) ရေကန်ဘောင်ပေါ်ရှိ ပေါင်းအိုးများနှင့် စပါးဆယ်ယူသည့် ဆန်ခါ

၁.၆။ ရေကန်လျှင် အလုပ်သမားများ ကန်ထဲဆင်းပြီး တောင်းများဖြင့်ကျုံး၍ ပေါင်းအိုးရှိရာသို့ တင်ပေးရသည်။ ပေါင်းအိုးတွင် စပါးပြည့်ပါက ရေနွေးငွေ့ဘားကိုဖွင့်၍ ပေါင်းရသည်။ ပေါင်းအိုးထဲက စပါးပေါ်တွင် ဂုံနီဖျင်စ အုပ်ထားခြင်းဖြင့် ရေနွေးငွေ့ပျံ့နှံ့ရောက်ရှိမှု ပိုမိုကောင်းမွန်စေသည်။ အကြမ်းအားဖြင့် မိနစ်၂၀ ခန့် ရေနွေးငွေ့လွှတ်၍ ရေနွေးငွေ့များ ပေါင်းအိုးအတွင်းက လှိုင်လှိုင်ထွက်လာချိန်ကို အမှတ်အသားပြု၍ ပေါင်းကြသည်။ တအိုးနှင့်တအိုး ပေါင်းချိန်တူညီရန် အရေးကြီးသည်။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် ပေါင်းချိန်ပိုပါက ပေါင်းဆန်အရောင်ရင့်သွားပြီး ပေါင်းချိန်လိုပါက

အရောင်နုခြင်း၊ အပြည့်အဝ မကျက်ဘဲ အလယ်အူကြောင်း၌ အဖြူရောင်ကျန်နေခြင်းတို့ ဖြစ်ပေါ် နိုင်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။



ပုံ (၁.၃) စပါးပေါင်းခြင်း

၁.၇။ ပေါင်းပြီး၍ ပေါင်းဆရာက အချက်ပြလျှင် ပေါင်းအိုးအောက်၌ အသင့်စောင့်နေသူများက ပေါင်းအိုးအောက်တွင် လှည်းခံ၍ ဖောက်ချသည်။ လှည်းပြည့်လျှင် လှန်းကွင်းဆီသို့ ဆွဲပြေးသွားပြီး လှည်းထဲကစပါးကို အထူအပါးညီအောင် ဖောက်ချ၍ နေလှန်းရသည်။ ပေါင်းထားပြီးသောစပါးကို ချက်ချင်းဖြန့်၍ အေးအောင်မပြုလုပ်ပါက အရောင်ရင့်သွားပြီး အနံ့လည်းပိုပြင်းသွားတတ်သည်။



ပုံ (၁.၄) စပါးဖောက်ချပြီး ဖြန့်လှန်းခြင်း

နေလှန်းထားသော ပေါင်းစပါးများကို အခြောက်ညီစေရန် မကြာခဏ ခြေကြောင်းခွဲ၍ အထက် အောက် လှန်ပေးရသည်။ အများအားဖြင့် ၂ရက်ခန့် နေလှန်းရသည်။



ပုံ (၁.၅) စပါး နေလှန်းခြင်း

မြန်မာနိုင်ငံ၏ပေါင်းဆန်

၁.၈။ မြန်မာနိုင်ငံတွင် ထိုအချိန်က စပါးကို နေလှန်းခြင်းဖြင့်သာ ခြောက်သွေ့ရသည်။ ပေါင်းစပါး ကိုလည်း နေလှန်းခြင်းဖြင့်သာ ခြောက်သွေ့စေသည်။ လျှပ်စစ်ဓါတ်အားရရှိမှု မကောင်းသေး၍ စပါး ခြောက်စက်များ အသုံးမပြုနိုင်သေးပါ။ နေရာအနည်းငယ်၌သာ ကွန်ကရစ်ကြမ်းခင်းတွင် ရေပူပိုက် မြှုပ်၍ ဖြန့်လှန်းနိုင်သည့် လှော်ဖြာခုံများရှိသည်။ အခါအားလျော်စွာ အချိန်အခါမဟုတ် မိုးရွာသွန်း ပါက စပါးပျက်စီးမှုများလည်း ရှိခဲ့သည်။ ပေါင်းဆန်စက်များသည် ညံ့ဖျင်းသောစပါး၊ အကျိုးအကြေး များသောစပါး၊ ရေစိုမိုးမိစပါးများကိုသာ ဦးစားပေး၍ ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်သည်။ မအောင်မြင်သောစပါး၊ ပိုးကိုက်ထားသောစပါး၊ မှိုစွဲသောစပါးများကို ရေစိမ်ချိန်က ခပ်ယူဖယ်ရှားခဲ့သော်လည်း ရာနှုန်းပြည့် ဖယ်ရှားနိုင်ခြင်းမရှိပါ။ ၎င်းတို့သည် အရောင်ရင့်သောပေါင်းဆန်၊ အရောင်မဲသော ပေါင်းဆန်များအ ဖြစ် ရရှိလာသည်။ ဆန်အရောင်ရွေးစက်များလည်း မပေါ်သေးသဖြင့် ရွေးထုတ်နိုင်ခြင်းမရှိခဲ့ပါ။ ပေါင်းဆန်သည် အရောင်အဆင်း ညီညာလှပခြင်းမရှိဘဲ အနံ့လည်းမကောင်းပါ။ ဆင်းရဲသော တိုင်း ပြည်များသို့ ရောင်းချခြင်းဖြစ်၍ ဈေးကောင်းလည်းမရပါ။

၁.၉။ လယ်ယာစိုက်ပျိုးရေးနှင့် ကျေးလက်စီးပွားရေး ဝန်ကြီးဌာနသည် ၁၉၄၇ ခုနှစ် နိုဝင်ဘာလ ၁၄ ရက်နေ့တွင် နိုင်ငံတော်ကောက်ပဲသီးနှံရောင်းဝယ်ရေးအဖွဲ့ (State Agricultural Marketing Board)(SAMB)ကို ဖွဲ့စည်းခဲ့သည်။ SAMB သည် ဆန်စပါးလုပ်ငန်း ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေးအတွက် မူ(၆) ရပ်ဖြင့် ချေးငွေထုတ်ပေးခဲ့ရာ ဆန်စက်များနှင့် ဆန်စပါး သိုလှောင်ရုံများ ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာခဲ့သည်။ ၁၉၅၁ မှ ၁၉၆၁ ဆယ်နှစ်တာ ကာလအတွင်း၌ ပေါင်းဆန်တင်ပို့မှု အများဆုံးဖြစ်ခဲ့သည်။ ၁၉၆၃ ခုနှစ် ဒီဇင်ဘာလ ၂၆ ရက်နေ့မှစ၍ ဆန်စပါးလုပ်ငန်းကို နိုင်ငံတော်အဖွဲ့အစည်း တခုတည်းကိုသာ လုပ်ကိုင်ခွင့်ပြုခဲ့သဖြင့် ပုဂ္ဂလိကဆန်စက်၊ ပေါင်းစက်များ ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှု ရပ်ဆိုင်းသွားသည်။

၁.၁၀။ ဆန်စပါးလုပ်ငန်းကို SAMB၊ ကုန်သွယ်ရေး(၁)၊ လယ်ယာကောင်းကျွန်းနှင့် ဥယျာဉ်ခြံမြေ ထွက်ကုန်ပစ္စည်း ကုန်သွယ်ရေးကော်ပိုရေးရှင်း၊ မြန်မာ့လယ်ယာထွက်ကုန်ပစ္စည်း ရောင်းဝယ်ရေး စသည်ဖြင့် အမည်အမျိုးမျိုး ပြောင်းလဲခဲ့သည့် နိုင်ငံတော်အဖွဲ့အစည်းက ပြည်တွင်းစားသုံးမှု ဖူလုံ ရေးနှင့် ပိုလျှံပါက ပြည်ပသို့တင်ပို့ရောင်းချရေးကို တာဝန်ယူ လုပ်ကိုင်ခဲ့သည်။ ဝယ်ယူရရှိသော စပါး များကို ပုဂ္ဂလိကဆန်စက်များက ကြိတ်ခယူ၍ ကြိတ်ခွဲပေးကြရသည်။ ပေါင်းစက်များလည်း ထိုနည်း အတိုင်း လုပ်ကိုင်ကြရသည်။ အဖွဲ့ပိုင် ပေါင်းစက်များကို ရခိုင်ပြည်နယ်၊ စစ်တွေမြို့တွင် အိန္ဒိယနိုင်ငံ ဗဟိုအစားအစာ သုတေသနတက္ကသိုလ် Central Food Technology Research Institute (CFTRI) နည်းဖြင့် ရေစိမ်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်းကို အိုးတခုတည်း၌ပြုလုပ်သော ပေါင်းစက်၊ ဧရာဝတီတိုင်း၊ ပုသိမ်မြို့တွင် ရှူလေ(Shule) နည်းဖြင့် စပါးကို ရေပူဖြင့်ပေါင်းသည့် ပေါင်းစက်၊ ပဲခူးတိုင်း၊ ကျောက် တံခါးမြို့တွင် သမားရိုးကျနည်းဖြင့် ထုတ်လုပ်သောပေါင်းစက်၊ ရန်ကုန်တိုင်း၊ ပုဇွန်တောင်မြို့တွင် အမေရိကန်နိုင်ငံ Stone & Wenster Engineering Corporation ၏ စပါးကို autoclave ဖြင့်ပေါင်း သည့်ပေါင်းစက်၊ လှည်းကူးမြို့တွင် အီတလီနိုင်ငံ Garibodi ၏ စပါးကို autoclave ဖြင့်ပေါင်းသည့်

ပေါင်းစက်တို့ကို တည်ဆောက်ခဲ့သည်။ သို့သော်လည်း ၁၉၅၅ ခုနှစ် နောက်ပိုင်း၌ ထုတ်လုပ်တင်ပို့မှု မရှိတော့ပါ။

ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု နည်းစနစ် တိုးတက်လာခြင်း

၁.၁၁။ စက်မှုထွန်းကားလာခြင်းကြောင့် စပါးကိုစက်များဖြင့်ကြိတ်ဖွပ်ပြီး ဖြူဖွေးသောဆန်ကို စားသုံးလာကြသည်။ မောင်းထောင်းဆန်တွင် ဖွဲနုလွှာ အထိုက်အလျှောက်ကျန်ရှိသော်လည်း စက်ကြိတ်ဆန်ဖြူတွင် ဖွဲနုလွှာအားလုံးနီးပါး ဖယ်ထုတ်ထားသည်။ ဆန်ဖြူကို အားထား၍ စားသုံးသူများအနေဖြင့် ဖွဲနုလွှာမှရရှိနိုင်သည့် အာဟာရဓါတ်များ မရရှိတော့သဖြင့် ထိုအာဟာရဓါတ် ချို့တဲ့မှုကြောင့် ကမ္ဘာ့အရပ်ရပ်၌ ဘယ်ရီဘယ်ရီခေါ် အားအင်ကုန်ခမ်းပြီး ခြေလက်ထုံကျင်သည့်ရောဂါ ဖြစ်ပွားလာသည်။ ရုရှားဂျပန်စစ်ပွဲတွင် သေဆုံးသည့် ဂျပန်စစ်သား ၃၆%သည် စစ်ပွဲတွင် ကျဆုံးခြင်းမဟုတ်ဘဲ ဘယ်ရီဘယ်ရီ ရောဂါဖြင့် သေဆုံးခြင်းဖြစ်သည်။ စင်ကာပူနိုင်ငံ ဆေးရုံတွင် သေဆုံးသူ ၃၉%သည် ဘယ်ရီဘယ်ရီ ရောဂါဖြင့် သေဆုံးခဲ့သည်။ မလေးရှားနိုင်ငံတွင် မောင်းထောင်ဆန်စားသူများ၊ ပေါင်းဆန်စားသော တမီးလ်လူမျိုးများ ဘယ်ရီဘယ်ရီရောဂါမဖြစ်ဘဲ ဆန်ဖြူစားသော တရုတ်လူမျိုးများသာ ဖြစ်ပွားခဲ့သည်။ ဘယ်ရီဘယ်ရီ ဆိုသည်မှာ ဆင်ဟာလီ (Sinhalese) ဘာသာစကား ဖြစ်သည်။ ငါဘာမှ မလုပ်နိုင်ဘူးဟု အဓိပ္ပါယ်ရှိသည်။ ခြေလက်ထုံကျင်ပြီး မောပန်းခြင်း၊ ကြွက်သားများ အားနည်းခြင်း၊ ဖောရောင်ခြင်း၊ နှလုံးအားနည်းခြင်းတို့ဖြင့် သေဆုံးကြရသည်။ အစပိုင်းတွင် အာဟာရဓါတ် ချို့တဲ့မှုကြောင့် ရောဂါဖြစ်ပွားရခြင်းကို မသိရှိကြဘဲ ၁၉၂၆ တွင် Jasen နဲ့ Donath ဆိုသူတို့က ဖွဲနုလွှာတွင်ပါရှိသည့် အမည်မသိ အာဟာရဓါတ်ကို တွေ့ရှိခဲ့ပြီး ထိုအာရဓါတ် ချို့တဲ့မှုကြောင့်ဖြစ်ကြောင်းနှင့် ပေါင်းစပါးပြုလုပ်စဉ်၌ ဆန်သားထဲစိမ့်ဝင်သွားသဖြင့် ပေါင်းဆန်ကို ဖြူအောင်ကြိတ်သော်လည်း အားလုံးကုန်ဆုံးမသွားကြောင်း သက်သေပြနိုင်ခဲ့သည်။ ၁၉၃၆ ခုနှစ်ကျမှ Williams ဆိုသူက ထိုဓါတ်ကိုဖော်စပ်ထုတ်လုပ်နိုင်ခဲ့ပြီး သိုင်ယာမင်း (thiamine) ဘီတာမင် ဘီဝမ်းဟု အမည်ပေးခဲ့သည်။ ပေါင်းဆန်ကို လူအများစားသုံးလာစေရန် မနှစ်သက်ဖွယ်အနံ့ ပပျောက်စေရန်နှင့် အရောင်အဆင်း ကြည်လင်လှပစေရန် ထုတ်လုပ်မှုနည်းစနစ်များကို တီထွင်ဆန်းသစ်လာခဲ့ကြသည်။



ပုံ (၁.၆) အနံ့မဲ့ ခေတ်မီပေါင်းဆန်

၁.၁၂။ အနံ့ဆိုး ဖြစ်ပေါ်မှုသည် စပါးရေစိမ့်ရာ၌ အချိန်ကြာသဖြင့် အချဉ်ပေါက်ပြီး ဖြစ်ပေါ်ခြင်းဖြစ်၍ အချိန်တိုအတွင်း ရေစိမ့်ဝစေရန် ရေပူဖြင့်စိမ်သည့်နည်းကို တီထွင်ခဲ့သည်။ အရောင်အဆင်း မညီညာခြင်း၊ ဆန်မဲများ ပါနေခြင်းကြောင့် အမြင်မလှမပ ဖြစ်မှုသည် မအောင်မြင်သောစပါး၊ ပိုးထိုးပိုး

ကိုက်စပါး၊ အလုံးမညီသော မျိုးကွဲစပါး၊ ရေစိုထားသောစပါးများကြောင့် ဖြစ်သည်။ ၎င်းတို့ကို သန့်စင်စက် အမျိုးမျိုးဖြင့် ရေမစိမိမီက ဖယ်ထုတ်ပစ်ခြင်း၊ ကြိတ်ဖွပ်ပြီးပါက ဆန်အရောင်ကွဲ ရွေးစက်ဖြင့် ရွေးထုတ် သန့်စင်ခြင်းတို့ကို ဆောင်ရွက်ခြင်းဖြင့် အရောင်အဆင်း ကြည်လင်လှပ ညီညာပြီး အနံ့အသက် ကောင်းမွန်သော ပေါင်းဆန်များ ထုတ်လုပ်ရရှိလာခဲ့သည်။ ယခုအခါ စားသုံးသူများအနေဖြင့် အရောင်ရင့်ပြီး မာကြောသည့် ပေါင်းဆန်ကိုဖြစ်စေ၊ အရောင်နုပြီး အနည်းငယ်ပျော့ပြောင်းသည့် ပေါင်းဆန်ကိုဖြစ်စေ ကြိုက်နှစ်သက်ရာကို ရွေးချယ် ဝယ်ယူစားသုံးနိုင်သည့် အခြေအနေသို့ ရောက်ရှိလာခဲ့ပြီ ဖြစ်သည်။

၁.၁၃။ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှုသမိုင်းကို ၃ပိုင်းထား၍ မှတ်သားနိုင်သည်။ ၂၀ရာ စု အစပိုင်းကာလအထိကို ပထမ ခေတ်ဦးပိုင်းဟု သတ်မှတ်နိုင်သည်။ ထိုကာလအပိုင်း၌ အခွံကျွတ်မှုလွယ်ကူစေရန် ဒေသအလိုက် ပြုလုပ်ပုံ နည်းအမျိုးမျိုး ရှိနေပြီး မိသားစုစားသုံးရန် တနိုင်တပိုင် လုပ်ကိုင်ကြသော အခြေအနေဖြစ်သည်။ စက်များအသုံးမပြုနိုင်သေးသည့် ကာလအပိုင်းအခြားဖြစ်သည်။ ၂၀ရာစု အစပိုင်းမှ ဒုတိယကမ္ဘာစစ်ပြီးချိန်အထိကို ဒုတိယပိုင်းအဖြစ် မှတ်သားနိုင်သည်။ ထိုကာလအပိုင်းတွင် စက်မှုထွန်းကားလာသဖြင့် စပါးကို စက်များဖြင့်ကြိတ်ဖွပ်လာကြသည်။ ဘွိုင်လာ အင်ဂျင်များ ပေါ်ပေါက်လာခြင်းကြောင့် စပါးပေါင်းရန်အတွက် ရေနွေးငွေ့ရရှိလာသည်။ ပေါင်းဆန်လုပ်ငန်းသည် မိသားစု အိမ်တွင်းမှုလုပ်ငန်းမှ စက်မှုလုပ်ငန်းအဖြစ်သို့ ပြောင်းလဲလာသည်။ တတိယအပိုင်းသည် ဒုတိယကမ္ဘာစစ်ပြီးချိန်မှ ယနေ့အချိန်အထိကာလ ဖြစ်သည်။ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု နည်းစနစ်များကို သိပ္ပံနည်းကျ အသေးစိတ်လေ့လာ ဆန်းစစ်ပြီး ကောင်းသည်ထက်ကောင်းအောင် တီထွင်ဆန်းသစ်လာကြသည်။ အာဟာရတန်ဖိုး မြင့်မားပြီး ပေါင်းဆန်အရည်အသွေး ကောင်းမွန်လာခြင်း၊ ကြာရှည်အထားခံခြင်း တို့ကြောင့် ဥရောပနှင့် အမေရိကန်နိုင်ငံအများအပြား စားသုံးလာကြသည်။ ကမ္ဘာ့ဈေးကွက်တွင် ရောင်းဝယ်ဖောက်ကားသည့် ကုန်စည်တခု ဖြစ်လာခဲ့သည်။ ထို့အတူ လက်လီဈေးကွက်တွင် အလိုရှိသည့်အမျိုးအစားကို အလွယ်တကူ ဝယ်ယူစားသုံးနိုင်သည့် အဆင့်သို့ ရောက်ရှိလာခဲ့သည်။

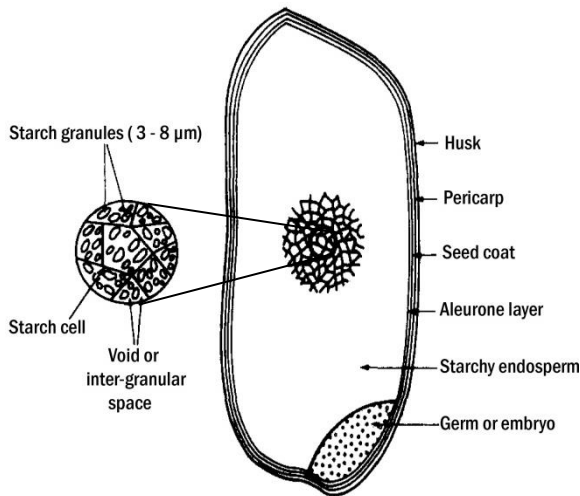


ပုံ (၁.၇) စပါးထုတ်ကုန်များတွင် ရောင်းချနေသော ခေတ်မီပေါင်းဆန်

အခန်း (၂)

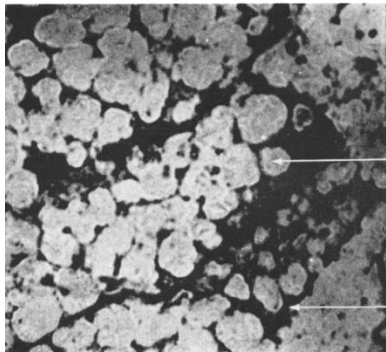
စပါး

၂.၁။ စပါး၏ အပြင်လွှာသည် စပါးခွံ (husk) ဖြစ်သည်။ စပါးကိုအခွံချွတ်လိုက်လျှင် လုံးတီးဆန် ရရှိသည်။ လုံးတီးဆန်၏ အပြင်ဘက်တွင် ဖွဲနုအလွှာ ဖုံးအုပ်ထားသဖြင့် ဖွဲနုလွှာ၏ အရောင်အတိုင်း အညိုရောင်ဖျော့ဖျော့ အနေဖြင့် တွေ့ရှိနိုင်သည်။ ဖွဲနုတွင် ပရိုတင်း၊ အဆီ၊ ဘီတာမင် အစရှိသော အာဟာရဓါတ်များ ပါရှိသည်။ ဖွဲနုလွှာသည် လေနှင့်တွေ့ထိပါက အချဉ်ပေါက်မှု ဖြစ်စေသည်။ ပြင်ပ လေထု၏ စိုထိုင်းဆ နှင့် အပူချိန်ကိုလိုက်၍ အချဉ်ဓါတ်ဖြစ်ပေါ်မှု မြန်ဆန်သဖြင့် လုံးတီးဆန်အတိုင်း ကြာရှည်ထား၍ မရပါ။ ထို့ကြောင့် လုံးတီးဆန်ကို ကြိတ်ဖွပ်၍ အပြင်ဘက်က ဖွဲနုလွှာ (pericarp, seed coat, aleurone layer) ကို ဖယ်ရှားပစ်ရသည်။ ထိုအခါ အတွင်းက အဖြူရောင်ဆန်သားကို ရရှိသည်။ ဆန်ဖြူဖွပ်ခြင်းကြောင့် ကျိုးကြေမှု ဖြစ်စေသဖြင့် ဆန်သားရရှိမှု လျော့နည်းသွားသည်။



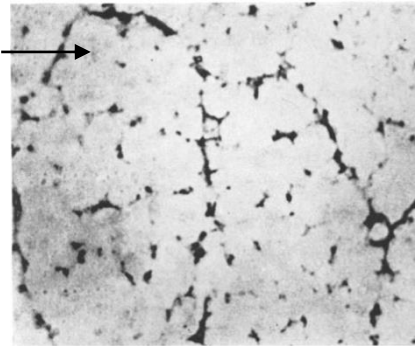
ပုံ (၂.၁) စပါးကို ထက်ခြမ်းဖြတ်ပိုင်းပုံ

၂.၂။ ဖွဲနုလွှာ၏အတွင်းဘက်ရှိ ဆန်သားတွင် ကစီဓါတ် (starch) များပါရှိသည်။ အနုကြည့်ကိရိယာဖြင့် အဆများစွာချဲ့၍ကြည့်ပါက ကစီဓါတ်ဆဲ (starch cell) များသည် ပုံသဏ္ဌာန်အမျိုးမျိုး ရှိနေပြီး ဆဲများအကြား၌ နေရာလွတ် (void) များ ဖြစ်ပေါ်နေကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ နေရာလွတ်များတွင် လေနှင့် ရေငွေ့တို့ဝင်ရောက်လျက်ရှိသည်။ စပါးရင့်မှည့်ချိန်တွင် နေရာလွတ်များကြောင့် အက်ကွဲကြောင်းများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်ပြီး ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေမှု ဖြစ်စေသည်။ စပါးကိုရေစိမ်ပြီး ရေနွေးငွေ့ဖြင့်အပူပေး၍ ပေါင်းလိုက်သောအခါ ကစီဓါတ် ဆဲများ ကြီးထွားလာပြီး ဂျယ်လီသားကဲ့သို့ ဖြစ်သွားသည်။ ကြားလွတ်နေရာများ လျော့နည်းသွားသည်။ အက်ကွဲကြောင်းများမရှိတော့ဘဲ ပေါင်းစည်းသွားသဖြင့် ဆန်သားကြံ့ခိုင်မှု ကောင်းလာသည်။ ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ အကျိုးအကြေ များစွာ သက်သာသွားသည်။



ပုံ (၂.၂) ရိုးရိုးဆန်၏ ကစီဓါတ် ဆဲများ

Starch granule
Void or inter-granular space



ပုံ (၂.၃) ပေါင်းဆန်၏ ကစီဓါတ် ဆဲများ

Irreversibly swelled and fused starch granules

စပါးအမျိုးအစားများ

၂.၃။ စပါးအမျိုးအစားများစွာ စိုက်ပျိုးထုတ်လုပ်လျက်ရှိရာတွင် ယင်းတို့၏ သွင်ပြင်လက္ခဏာနှင့် ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာ အရည်အသွေးများအရ လုံးပုမျိုး(japonica)၊ လုံးလတ်မျိုး(javanica)၊ လုံးရှည်မျိုး(indica)ဟု အကြမ်းအားဖြင့် ခွဲခြားထားသည်။ စပါး၏ အရွယ်အစားကို အလျား၊ အနံ၊ အထူ ဟူ၍ ၃မျိုး တိုင်းတာရာ၌ လုံးရှည်စပါးမျိုးသည် အခြားမျိုးများထက် အနည်းငယ် ပြားချပ်ချပ် ပုံသဏ္ဌာန် ရှိသည်။ ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်ရာ၌ ရေစုပ်ယူမှုတွင်လည်းကောင်း၊ အပူလက်ခံရယူပြီး ပေါင်းကျက်မှုတွင်လည်းကောင်း၊ ပိုလျှံသောရေဓါတ်များစွန့်ထုတ်၍ ခြောက်သွေ့ရာ၌လည်းကောင်း စပါး၏ပုံသဏ္ဌာန်နှင့် အရွယ်အစားက အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိသည်။ ပြား၍သွယ်သောစပါးသည် ရေနင့်အပူကို ဆန်စေ့၏ အလယ်သားထဲသို့ လျှင်မြန်စွာရောက်ရှိစေနိုင်သည်။ အမိုင်းလို့(စ်)ပါဝင်မှုနည်းသော စေးကပ်ပျော့ပြောင်းသည့် စပါးမျိုးသည် ပေါင်းကျက်သည့် အပူချိန်နိမ့်ပြီး အမိုင်းလို့(စ်)ပါဝင်မှုပိုသော မာကြောသည့် စပါးမျိုးသည် ပေါင်းကျက်သည့် အပူချိန်မြင့်သည်။ ပေါင်းဆန်စားသုံးသူ အများစုသည် လုံးသွယ်အမျိုးအစားကို ပိုမိုကြိုက်နှစ်သက်ကြကြောင်း တွေ့ရသည်။

၂.၄။ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်ရာ၌ ဆန်ကောင်းဖြစ်လာနိုင်သော စပါးများကို ရေမစိမ့်မိက ရွေးထုတ်သန့်စင်နိုင်ပါက အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။ မဟုတ်ပါက လုပ်ငန်းအဆင့်တိုင်း၌ လိုက်ပါနေပြီး နောက်ဆုံးတွင် တန်ဖိုးကြီးမားသည့် ဆန်အရောင်ရွေးစက် အသုံးပြု၍ ရွေးထုတ်ဖယ်ရှားရမည် ဖြစ်သည်။ ကုန်ကြမ်းတွင် ရွေးထုတ်ပစ်ရမည့်အရာ ၂% ပါရှိသည်ဟု စံထား၍ ဆန်အရောင်ရွေးစက်များကို ထုတ်လုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ဆန်မဲ၊ အရောင်ကွဲ၊ အစွန်းအထင်းပါသောဆန်၊ ဆန်နီ၊ အစရှိသဖြင့် ရွေးထုတ်ပစ်ရမည့် ဆန် ၄% ဖြစ်သွားပါက စက်၏လုပ်ကိုင်နိုင်မှု (capacity) ၅၀% သို့ ကျဆင်းသွားမည်။ ၆% ဖြစ်ပါက လုပ်ကိုင်နိုင်စွမ်း ၃၃% သို့ကျဆင်းသွားမည်။ စက်ကျလျော့နည်းခြင်းကြောင့် ကုန်ထုတ်လုပ်မှုစရိတ် မြင့်တက်လာခြင်း၊ ဖယ်ထုတ်လိုက်သော အပယ်ဆန်များအတွက် ထိုက်သင့်သည့် တန်ဖိုးမရခြင်း အစရှိသော ဆုံးရှုံးမှုများ ဖြစ်စေသည်။

၂.၅။ အချို့စပါးအမျိုးအစားများသည် အမွှေးအတောင်များ ရှည်လျားစွာပါရှိသဖြင့် ရေစိမ့်ရာ၌ ရေပေါ် ပေါ်သည့်ပြဿနာ ရှိသည်။ တနေရာမှ တနေရာသို့ လျှောဆင်းနိုင်မှုကိုလည်း နှေးကွေးစေ

သည်။ ရေစိမ့်ရာတွင် စပါးခွံ၏ အရောင်များ ရေတွင်ပျော်ဝင်ပြီး ဆန်သားထဲသို့ ရောက်ရှိစေသဖြင့် စပါးခွံ၏အရောင် အနုအရင့်သည်လည်း ပေါင်းဆန်အရောင်ကို အကျိုးသက်ရောက်မှု ဖြစ်စေသည်။ ယခုအခါ စက်များဖြင့် ချွေလှေ့မှုကြောင့် အခွံကျွတ်လုံးတီးစေ့များ ပါရှိလာနိုင်သည်။ လုံးတီးစေ့များ သည် စပါးစေ့များထက် ရေစုပ်ယူမှု၊ အပူရရှိမှု ပိုသဖြင့် အရောင်ရင့်သော ဆန်စေ့များဖြစ်လာသည်။ အချို့စပါးများသည် လယ်ကွင်းထဲကတည်းက သို့မဟုတ် ရိတ်သိမ်းချွေလှေ့ပြုလုပ်စဉ် သို့မဟုတ် သိုလှောင်ထားစဉ် အပူချိန်နှင့် အစိုဓာတ်တို့ကြောင့် မှိုစွဲမှုဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ မှိုစွဲသည့် စပါးတွင် အစက် အပြောက်များပါရှိနေပြီး မကောင်းသည့် မွဲစွန်းစပါးအဖြစ် သတ်မှတ်ထားသည်။ အစက်အပြောက် များသည် အတွင်းဆန်သားအထိ ပေါက်နေပါက ဆန်ကောင်းမရရှိနိုင်ပါ။ ရိတ်သိမ်းပြီးစ စပါးသည် အချိန်မီ မခြောက်သွေ့ခြင်း သိုလှောင်ထားစဉ် ရေစိုခြင်းတို့ကြောင့် ဆန်ဝါပေါက်ခြင်း၊ ဆန်ဝါမဖြစ် သေးသော်လည်း ပေါင်းစပါးပြုလုပ်စဉ် အစိုဓာတ်နှင့်အပူချိန်ရရှိပြီး ဆန်ဝါဖြစ်သွားခြင်းတို့ကြောင့် အရောင်ရင့်သော ပေါင်းဆန်များဖြစ်လာနိုင်သည်။ ထို့အတူ ပိုးတိုင်းကိုက်စပါးများ၊ ထိခိုက်ဒဏ်ရာရှိ သောစပါးများ၊ ကောင်းစွာမရင့်မှည့်သေးသည့် စပါးများသည်လည်း အရောင်ရင့်သော ပေါင်းဆန် များ ဖြစ်လာသည်။

စပါးသန့်စင်ခြင်း

၂.၄။ စပါးတွင် ဖုန်၊ သဲ၊ ခဲ၊ အဖျင်းအမှော် များပါရှိနေသည်။ ယခုအခါ ရိတ်သိမ်းချွေလှေ့စက် များအသုံးပြုလာခြင်းကြောင့် အရွက်ဖတ်၊ အရိုးတံ၊ အခွံကျွတ်လုံးတီး၊ မြက်သီးကဲ့သို့ စပါးမဟုတ် သောအခြားသီးနှံများ၊ ကောင်းစွာမရင့်မှည့်သေးသော လုံးစိမ်းများလည်း ပိုမိုပါဝင်နိုင်သည်။ အခြား နိုင်ငံများ၌ ရှေးအခါက စပါးကို ရေဆေးသည့်နည်းဖြင့် သန့်စင်ကြသည်။ အဖျင်းအမှော်နှင့် အဆံမ ပြည့်သည့် ပေါ့ပါးသောစပါးများ ရေနင့်အတူမျောပါသွားသည်။ လေးလံသော ခဲ သဲများ ရေအောက် တွင်ထိုင်၍ ကျန်ရစ်သည်။ နောက်ပိုင်းတွင် ရိတ်သိမ်းချွေလှေ့စက် (combine harvester) များ အ သုံးပြုလာခြင်းကြောင့် ပွန်းပဲ့လာသောစပါး၊ အခွံကျွတ်စပါး၊ အခြားသီးနှံများ ပါရှိလာသည်။ ၎င်းတို့ ကို ရေဆေးခြင်းဖြင့် မဖယ်ရှားနိုင်ခြင်း၊ စပါးဆေးသည့်ရေကို ပတ်ဝန်းကျင်ညစ်ညမ်းမှု ထိန်းသိမ်းရေး အကန့်အသတ်များကြောင့် သတ်မှတ်ချက်နှင့်အညီ ပြန်လည်သန့်စင်ပေးရသဖြင့် ကုန်ကျစရိတ်များ ပြားခြင်းတို့ကြောင့် စက်ကိရိယာများဖြင့်သာ သန့်စင်ကြတော့သည်။ မြန်မာနိုင်ငံရှိ ရှေးကျသော ပေါင်းစက်များတွင်လည်း ရေစိမ့်ကန်တွင် ရေပေါ်ပေါ်လာသော အပေါ့စေ့များကို ဆန်ခါခွက်ဖြင့် ခပ် ယူဖယ်ရှားသောနည်း (floating method) ကို အသုံးပြုခဲ့ကြသည်။ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်ရန် စပါးကို ရေစိမ့်သည့်အခါ ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သည့် အညစ်အကြေးများသည် ရေနင့်အတူ ဆန်သားထဲသို့ ဝင် ရောက်ပြီး အနံ့၊ အရသာ၊ အရောင်၊ အာဟာရတန်ဖိုးများကို ထိခိုက်စေသဖြင့် ရေမစိမ့်မီ ကောင်းစွာ ဖယ်ရှားသန့်စင်ရန် လိုအပ်သည်။ စပါးသန့်စင်စက်၏ ပထမအဆင့်တွင် ရိုးပြတ်နှင့်အမှိုက်များ ဖယ် ရှားရန် scalper ခေါ် ဆန်ခါကျဲ့ကိုအသုံးပြုသည်။ အရွယ်အစားကြီးမားသောအရာများကို ဖယ်ထုတ် သည်။ ဒုတိယဆန်ခါကို စပါးထက် အရွယ်အစားကြီးသော အမှိုက်သရိုက်နှင့် ကျောက်ခဲ၊ မြေ ကြီးခဲ၊

ဆေးလိပ်တို့ အစရှိသည်တို့ကို ဆန်ခါပေါ်တင်ကျန်ရစ်နိုင်ပြီး စပါးများ ကောင်းစွာယိုကျနိုင် သည့် အရွယ်အစားထဲမှ အသေးဆုံးအပေါက်အရွယ်အစားကို ရွေးချယ်အသုံးပြုသည်။ တတိယဆန်ခါကို စပါးထက် အရွယ်အစားသေးသော အမှုန်အမွှားနှင့်သဲများ ယိုကျနိုင်ပြီး စပါးမယိုကျနိုင်သည့် အပေါက်အရွယ်အစားများထဲမှ အကြီးဆုံးကို ရွေးချယ်အသုံးပြုသည်။ ပေါ့ပါးသည့် ဖုန်နှင့်အမှုန်များကို စုပ်ယူသန့်စင်ရန် လေစုပ်ပန်ကာ နှင့် ဆိုင်ကလုံ ပါရှိရန် လိုအပ်သည်။

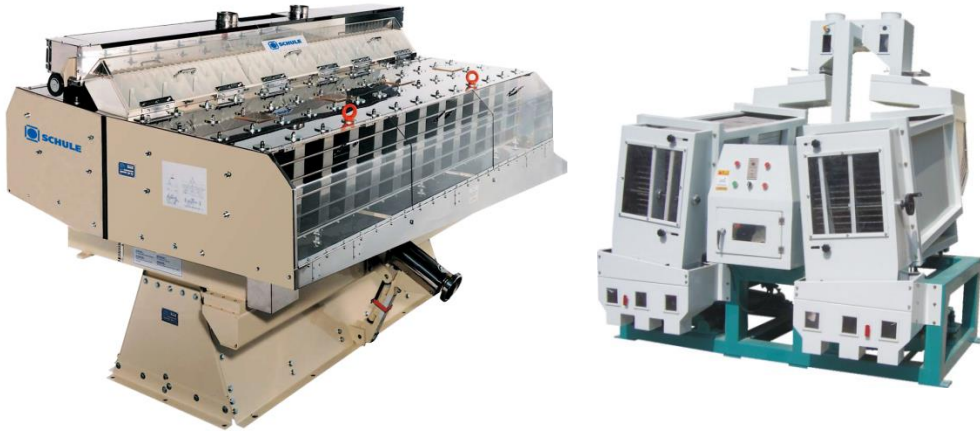


ပုံ (၂.၄) စပါးသန့်စင်စက် (ဆန်ခါ၊ ဖုန်စုပ်ပန်ကာ၊ ဆိုင်ကလုံ)

၂.၅။ မြန်မာနိုင်ငံရှိ ဆန်စက်အများစုသည် စပါးသန့်စင်ခြင်းကို အမှုမထားဘဲ ပေါ့ပေါ့တန်တန် သာ ပြုလုပ်ကြလေ့ရှိသည်။ အမှိုက်၊ ကျောက်ခဲ အကြီးအသေးနှင့် သဲကို ဆန်ခါချ၍ ဖယ်ရှားခြင်း လောက်သာ ပြုလုပ်သည်။ ဖုန်စုပ်ပန်ကာပင် စက်တိုင်း၌ တပ်ဆင်ခြင်းမရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။ နောက်ပိုင်းတွင် အဆင့်မြင့်ဆန်များ ထုတ်လုပ်တင်ပို့ရောင်းချလာသောအခါ ဆန်ဝယ်သူများက ဆန် စက်အထိ လာရောက်ကြည့်ရှု စစ်ဆေးမှုများ ပြုလုပ်လာကြသဖြင့် ကောင်းမွန်ပြည့်စုံသော သန့်စင် စက်များကို တပ်ဆင်အသုံးပြုလာကြသည်ကို တွေ့ရသည်။

၂.၆။ စပါးတွင်ပါဝင်လျက်ရှိသော ဆန်ကောင်းဖြစ်မလာနိုင်သည့် အရာများကို ဖယ်ရှားသန့်စင် ခြင်းအပြင် ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်မည့်စပါးသည် အရွယ်အစားညီညာရန်လည်း လိုအပ်သည်။ သေးငယ် ပါးလွှာသောစပါးသည် ရေနင့်အပူရရှိပျံ့နှံ့မှု မြန်ဆန်သဖြင့် အခြားစပါးများထက်ဦးစွာ ပေါင်းကျက်မှု ဖြစ်သည်။ အခြားစပါးများထက် ပို၍မာကြောပြီး အရောင်ပိုရင့်သည်။ ချက်ပြုတ်ရာတွင်လည်း နူးနပ် မှု နောက်ကျသည်။ သေးငယ်ပြီး ပါးလွှာသောစပါးများသည် အများအားဖြင့် ကောင်းစွာမရင့်မှည့် သေးသည့် လုံးစိမ်းများနှင့် မအောင်မြင်သည့် လုံးပိန်များဖြစ်သည်။ လုံးပိန်လုံးညှပ်ရွေးစက် (thick-ness grader) အသုံးပြု၍ ရွေးထုတ်နိုင်သည်။ ရွေးထုတ်ပြီးပါက စပါးမျိုးတူ တန်းနိမ့်ဆန် ကြိတ်ခွဲ ရာတွင် ရောနှောကြိတ်ခွဲခြင်းဖြင့် ထိုက်သင့်သည့်တန်ဖိုးကို ရရှိနိုင်သည်။ လုံးပိန်လုံးညှပ်၊ ပိုးထိုးပိုး ကိုက်၊ အခွံကျွတ်လုံးတီး၊ မအောင်မြင်သောစပါးများကို gravity separator ဖြင့် ကောင်းစွာဖယ်ရှား

သန့်စင်နိုင်သော်လည်း လျှပ်စစ်ပါဝါအသုံးပြုမှု များပြားသည်။ ဘီလပ်ဆန်ခါ သို့မဟုတ် ဆာတာ ကေး စပါးလုံးရွေးစက်ကို အသုံးပြု၍ သန့်စင်နိုင်သည်။



ပုံ (၂.၅) လုံးပိန်လုံးညှပ် ရွေးထုတ်ရန် အသုံးပြုနိုင်သည့် စပါးလုံးရွေးစက်များ

စပါးအစိုဓာတ်

၂.၇။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ရာတွင် စပါးကိုအစိုဓာတ် ၃၀% ခန့်သို့ ရောက်ရှိအောင် ရေစိမ်ရသည်။ ရေစိုဓာတ်မထားသောစပါးသည် ဥရက်အတွင်း အပင်ပေါက်မှု ဖြစ်နိုင်သဖြင့် ပေါင်းစပါးပြုလုပ်မည် ဆိုပါက အမြန်ဆုံးရေစိမ်ထားရမည်။ အပူချိန် ၂၈ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထက် ရေထဲတွင်ရှိနိုင်သည့် အောက်စီဂျင်ဗဟာကသည် အပင်ပေါက်ရန် မလုံလောက်သဖြင့် အပင်မပေါက်နိုင်ပါ။ အစိုဓာတ် ၂၅% ခန့်ရှိသော ရိတ်သိမ်းပြီးစ စပါးကို အခြောက်ခံခြင်းမပြုဘဲ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ရန် ရေစိမ်ပါက အခြောက်ခံသည့်ကုန်ကျစရိတ် သက်သာသော်လည်း ငွေကြေးဖြင့် ဖေါ်ပြရန်ခက်ခဲသော ဆုံးရှုံးမှုများ ရှိနေကြောင်း သတိပြုရန်လိုသည်။ အစိုဓာတ်ရှိနေပြီးဖြစ်၍ ရေစိမ်ချိန်သက်သာမှု အနည်းငယ်သာ ရရှိနိုင်သည်။ စပါးသည် အနံ့ထိပ်ဖျားကစ၍ အောက်ပိုင်းသို့ အစဉ်အတိုင်း အပွင့်အသီး ဖြစ်ပေါ်လာသဖြင့် တနံတည်းမှာပင် အောင်မြင်ရင့်မှည့်မှုမညီသည့် သဘာဝကြောင့် အဖျင်းအမှော်နှင့် မအောင်မြင်သောစပါးများ မချမသွေပါဝင်လျက်ရှိသည်။ မအောင်မြင်သောစပါးသည် ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်လျှင် အရောင်ကွဲ၊ အရောင်မဲဆန်များ ဖြစ်လာသဖြင့် ကုန်ချောဆန်အဖြစ်ကြိတ်ဖွပ်ပြီးမှ ရွေးထုတ်ပစ်ရသော စရိတ်ကြီးမားသည့်အပြင် ရွေးထုတ်ရရှိသော အပယ်ဆန်များသည် ရရှိသင့်သော တန်ဖိုးမရသည့် ဆုံးရှုံးမှုကို ဖြစ်စေသည်။ စပါးအစိုဓာတ် များနေချိန်တွင် ဖုန် သဲ ခဲ အဖျင်းအမှော်သန့်စင်ရန် ခက်ခဲပြီး ရိုးပြတ်၊ ခဲကြီးနှင့် အမှိုက်သရိုက်များလောက်သာ သန့်စင်နိုင်စရာ ရှိပါသည်။ မသန့်စင်သောစပါးကို ရေစိမ်ခြင်းဖြင့် ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သော အညစ်အကြေးများ ဆန်သားထဲ စိမ့်ဝင်မှုကြောင့် ပေါင်းဆန်အရည်အသွေးကိုလည်း ကျဆင်းစေသည်။

အခန်း(၃)

ခေတ်မီပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု

၃.၁။ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု၏ ပထမအဆင့်သည် စပါးသန့်စင်ခြင်းဖြစ်သည်။ ရိုးရိုးဆန်ဖြူကြိတ်ခွဲသည့်လုပ်ငန်းတွင် ဆန်၊ ဆန်ကွဲ ဖြစ်လာနိုင်သည့် အဖျင်းအမှော်၊ ဖုန်သဲခဲနှင့် သံတိုသံစများကိုသာ ဖယ်ရှားရန်လိုသည်။ ပေါင်းဆန်အဖြစ် ကြိတ်ခွဲရာတွင်မူ ဆန်၊ ဆန်ကွဲ ဖြစ်လာနိုင်သော်လည်း အရောင်ရင့်သော၊ အရောင်မဲသော ဆန်၊ ဆန်ကွဲဖြစ်လာမည့် လုံးပိန်လုံးညှပ်၊ မအောင်မြင်သောစပါး၊ အခွံကျွတ်လုံးတီး၊ ပိုးထိုးပိုးကိုက်၊ အစရှိသော စပါးများကိုပါ ကြိုတင်ဖယ်ရှားရန် လိုအပ်သည်။ ထိုသို့ ကြိုတင်ဖယ်ရှားသည့်တိုင် အလုံးအရွယ်တူနေသဖြင့် ဖယ်ရှား၍မရသည့် ဆန်ဝါရောင်ပျက်၊ မှိုစွဲ၊ မဲ့စွန်း၊ ဒါဏ်ရာရှိသော စပါးများသည် အရောင်ရင့်သော ပေါင်းဆန်များ ဖြစ်လာသဖြင့် ဆန်အဖြစ် ကြိတ်ဖွပ်ပြီးမှ တန်ဖိုးကြီးမားသည့် ဆန်အရောင်ရွေးစက်ကိုအသုံးပြု၍ ဖယ်ရှားရသည်။ ဆန်အဖြစ်ကြိတ်ဖွပ်ပြီးသည့်အခါ ဖယ်ရှားရမည့်ပမာဏ အချိုးအစားသည် ၂%ထက် ပိုလာပြီး ဆန်အရောင်ရွေးစက် မနိုင်မနင်းဖြစ်စေနိုင်သည်။ ဆန်အရောင်ရွေးစက်မနိုင်၍ စက်ကျလျော့လွှတ်ရလျှင် ထုတ်လုပ်မှုစွမ်းအား လျော့ကျခြင်းကြောင့် ဆုံးရှုံးရသည့်အပြင် အပယ်ဆန်များသည် တန်ရာတန်ဖိုး မရခြင်းကြောင့် ထပ်မံဆုံးရှုံးရသည်။

၃.၂။ ခေတ်မီပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှုတွင် တိုးတက်ပြောင်းလဲလာသော အဓိကအချက်မှာ ရေစိမ်ရာတွင် အချိန်ကြာခြင်းကြောင့် အနံ့ဆိုးဖြစ်ပေါ်မှုကို ဖြေရှင်းရန် ရေအေးအစား ရေပူကို အသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ ရေပူတွင် ရေစုပ်ယူနှုန်း မြင့်မားသဖြင့် ရေစိမ်ချိန်တိုသွားသည်။ စပါးကို ရေမစိမ်မီ ဖိအားလျော့ချထားပြီး ရေစိမ်ရာတွင် ဖိအားပေးခြင်းဖြင့် နာရီပိုင်းအတွင်း လိုအပ်သောအစိုဓာတ်ကို ရရှိနိုင်သဖြင့် ထုတ်လုပ်မှုစွမ်းအား တိုးမြင့်လာခြင်း၊ ဆန်အရောင်အနုအရင့် ထိန်းချုပ်ပြောင်းလဲနိုင်သည့် နည်းစနစ်များတီထွင် ဆန်းသစ်လာခြင်း၊ ဆန်ကြိတ်ခွဲရာတွင် ဆန်အရောင်တင်ခြင်း၊ အရောင်မတူသောဆန်များ ရွေးထုတ်သန့်စင်နိုင်ခြင်း စသည်တို့ဖြစ်သည်။ ပေါင်းစက်ထုတ်လုပ်သော ကုမ္ပဏီများအလိုက် သန့်စင်ခြင်း၊ ရေစိမ်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်း၊ အခြောက်ခံခြင်းတို့တွင် အသုံးပြုသည့် နည်းစနစ်နှင့် ပစ္စည်းကိရိယာများ ကွဲပြားကြသည်။ အသုတ်လိုက်ထုတ်လုပ်ခြင်း နည်းများရှိသကဲ့သို့ ဆက်တိုက် ထုတ်လုပ်ခြင်း နည်းများလည်းရှိသည်။ ထင်ရှားသောကုမ္ပဏီများနှင့် နည်းစနစ်များမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်-

(က) ပြင်သစ်နိုင်ငံမှ Arlesien process

(ခ) ဂျာမဏီနိုင်ငံမှ Schule process

(ဂ) အိန္ဒိယနိုင်ငံမှ CFTRI process, Jadavpur University process, Dandekar process, Induss process

(ဃ) အီတလီနိုင်ငံမှ Avorio process, Gariboldi process

(င) အင်္ဂလန်နိုင်ငံမှ Rice conversion process

(စ) အမေရိကန်နိုင်ငံမှ Malek process

ရေမစိမ့်ဘဲ ပေါင်းခြင်း၊ ရေမစိမ့်မီ ပေါင်းခြင်း

၃.၃။ စပါးကို ရေမစိမ့်ဘဲ ရေနွေးငွေ့ပေး၍ ပေါင်းခြင်းကို အိန္ဒိယနိုင်ငံတွင် ပြုလုပ်လေ့ရှိသည်။ ဤသို့ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ဆန်သား၏ ပျော့ပြောင်းစေးကပ်မှု လျော့နည်းသွားစေသည်။ အိန္ဒိယနိုင်ငံ သားများသည် ပျော့ပြောင်းစေးကပ်မှုကို မကြိုက်နှစ်သက်သဖြင့် ပေါ်ဦးစ စပါး၏ပျော့ပြောင်း စေးကပ်မှုကို ဤနည်းဖြင့် ပြုပြင်၍ steaming rice ဟု ဈေးကွက်တွင် ရောင်းချကြောင်း သိရသည်။ ပေါင်းစပါး ပြုလုပ်ရာတွင်လည်း စပါးကို ရေမစိမ့်မီ ရေနွေးငွေ့ပေး၍ ပေါင်းလေ့ရှိသည်။ စပါးခွံနှင့် အတွင်းဆန်သားအကြား ပိုဟသွားသဖြင့် စပါးရေစိမ့်ရာတွင် ရေစုပ်ယူမှုကောင်းခြင်း၊ အနံ့ဆိုးဖြစ် ပေါ်စေသော ဇီဝကမ္မဖြစ်စဉ်များ ရပ်ဆိုင်းသွားခြင်း အကျိုးကျေးဇူးများရရှိသည်။ ရေစိမ့်ပြီးလျှင် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ထပ်မံပေါင်းရသဖြင့် နှစ်ကြိမ်ပေါင်းသည့်စနစ် (double steaming method) ဟုလည်း ခေါ်သည်။ မြန်မာနိုင်ငံသို့ ရောက်ရှိလာသော အိန္ဒိယနိုင်ငံထုတ် INDUSS ပေါင်းစက်များသည် နှစ်ကြိမ်ပေါင်းစနစ်ကို အသုံးပြုသည်။

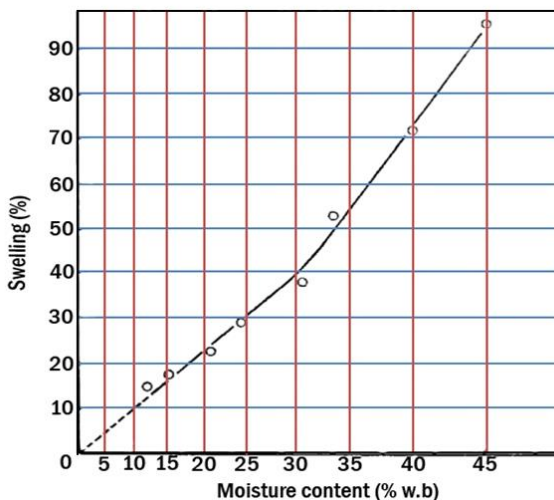


ပုံ (၃.၁) မော်ကျွန်းမြို့ရှိ INDUSS ပေါင်းစက်

ရေစိမ့်ခြင်း

၃.၄။ ခေတ်မီ အနံ့မဲ့ပေါင်းဆန် ထုတ်လုပ်မှု နည်းစနစ်တွင်ပါဝင်သော ရေပူဖြင့်ရေစိမ့်ခြင်းနည်းကို အိန္ဒိယနိုင်ငံ ဗဟိုအစားအစာသုတေသနတက္ကသိုလ် Central Food Technology Research Institute (CFTRI) က ဖော်ထုတ်ခဲ့သည်။ စပါးကို ရေအပူချိန် 65 မှ 70°C ရှိသော ရေပူတွင်စိမ့်ခြင်းဖြင့် အနံ့ဆိုးဖြစ်ပေါ်စေသော အနုဇီဝဖြစ်စဉ်ကို ရပ်ဆိုင်းသွားစေသည်။ အချိန်တိုအတွင်း ရေစိမ့်ဝ သဖြင့် အချဉ်ပေါက်မှုလည်း မဖြစ်တော့ပါ။ ထို့အပြင် မိနစ် ၃၀ မှ ၆၀ အတွင်း ရေစိမ့်ဝသည့် နည်းကို လည်း CFTRI ကဖော်ထုတ်ခဲ့သည်။ စပါးကို ဖိအား 0.28 - 0.70 kg/cm² (4 - 9psi) မှ 1.41- 2.11 kg/cm² (20 - 30psi) သို့ ရောက်အောင် တဖြည်းဖြည်း တိုးမြှင့်သည့်နည်း ဖြစ်သည်။

၃.၅။ စပါးကိုရေစိမ့်သည့်အခါ ကစီဆဲ(လ်)များအတွင်းသို့ ရေမော်လီကျူးများ ဝင်ရောက်မှုကြောင့် အစိုဓာတ်မြင့်တက်လာပြီး အရွယ်အစား ကြီးထွားလာသည်။ ရေအပူချိန်နိမ့်လျှင် ရေစုပ်ယူမှုနည်းပြီး အပူချိန်မြင့်လျှင် အပူဓာတ်ကြောင့် ရေစုပ်ယူမှု မြင့်တက်စေသည်။ ကစီဓာတ် သို့မဟုတ် ကော်ဓာတ်များ ကြေပျက်သည့်အပူချိန် (gelatinization temperature) အောက်တွင် ရေစုပ်ယူမှုသည် အကန့်အသတ်ရှိသည်။ အပူချိန်နှင့်လျော်ညီသော အစိုဓာတ်သို့ ရောက်ရှိလျှင် စုပ်ယူမှု ရပ်ဆိုင်းသွားသည်။ ကော်ဓာတ်ကြေပျက်သည့် အပူချိန်ထက်မြင့်လျှင် ရေကို အတိုင်းအဆမရှိ စုပ်ယူသဖြင့် ကစီဆဲ(လ်)များသည် မူလအရွယ်အစားသို့ ပြန်လည်မရောက်ရှိနိုင်တော့သည့် အနေအထားသို့ရောက်အောင် ကြီးထွားလာသည်။ အရွယ်အစားကြီးထွား လာခြင်းကြောင့် စပါးခွံနှစ်ခြမ်း ပွင့်ဟလာသည်။ ဤသို့ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို ကော်ဓာတ်ကြေပျက်ခြင်း (gelatinization) သို့မဟုတ် ပေါင်းကျက်ခြင်းဟု ခေါ်သည်။ ကစီဓာတ်များသည် ဂျယ်လီသားကဲ့သို့ ပြောင်းလဲသွားသည်။



ပုံ (၃.၂) 70 °C တွင် ရေစိမ့်သည့် IR-8 စပါး၏ ရေစုပ်ယူမှုနှင့် အရွယ်အစား ကြီးထွားမှု

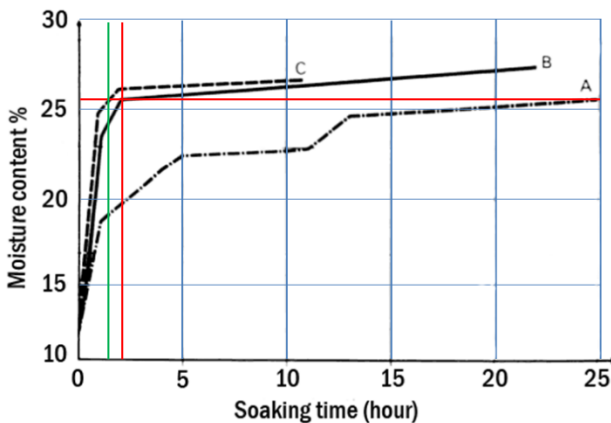
၃.၆။ Gelatinization ဖြစ်ပေါ်သည့်အပူချိန်သည် စပါးတမျိုးနှင့်တမျိုး မတူညီနိုင်ပါ။ အမိုင်းလို့(စ်) (amylose) ပါဝင်မှုနည်းပြီး ပျော့ပြောင်းစေးကပ်သည့် စပါးများသည် ပေါင်းကျက်သည့်အပူချိန်နိမ့်ပြီး အမိုင်းလို့(စ်)(amylose) ပါဝင်မှုများပြီး မာကြောသည့်စပါးများသည် အပူချိန်မြင့်လေ့ရှိသည်။ ဂျပန်နီကာ လုံးပုစပါးများသည် ၅၅ မှ ၆၉ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ခန့် အတွင်း၌ ပေါင်းကျက်ပြီး အင်ဒီကာ လုံးရှည်စပါးများသည် ၇၂ မှ ၇၄ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အတွင်း ပေါင်းကျက်လေ့ရှိသည်။ ပေါင်းကျက်သွားချိန်၌ အစိုဓာတ် ၃၅% အထက်တွင် ရှိနေတတ်သည်။ မြန်မာနိုင်ငံမှထွက်ရှိသော ကောက်ညှင်းစပါးသည် အမိုင်းလို့ပါဝင်မှု ၆% မှ ၁၂% ခန့်သာရှိသဖြင့် ပေါင်းကျက်အပူချိန် နိမ့်ပါသည်။ စပါးပေါ်ချိန်၌ အစိုဓာတ်များနေသော ရိတ်သိမ်းပြီးစ ကောက်ညှင်းစပါးကို အမြန်ခြောက်စေလို၍ စပါးခြောက်စက်တွင် လေအပူချိန် ၅၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက် မြင့်သောအပူချိန်ကို အသုံးပြုပါက ရေဓာတ်လုံလောက်စွာမရရှိ၍ ရာနန်းပြည့်ပေါင်းစပါး ဖြစ်မသွားသော်လည်း တစိတ်တပိုင်း

အားဖြင့် ကျက်သွားနိုင်သည်။ ကောက်ညှင်းဆန်၏ မူလအဖြူရောင် ပျောက်သွားပြီး အကြည်ရောင် ဖြစ်သွားနိုင်သည်။

၃.၇။ တိုးတက်ပြောင်းလဲလာသော နည်းစနစ်များကြောင့် ၂ရက်ခန့်ကြာအောင် ရေစိမ့်ခွဲရာမှ ရေစိမ့်ချိန်ကို ၄၅မိနစ်ခန့်အထိ များစွာလျှော့ချနိုင်ခဲ့သည်။ သို့သော်လည်း ရေကိုအပူပေးရသော စွမ်းအင်ကုန်ကျစရိတ်၊ ဖိအားခံအိုးများ၊ ဖိအားပေး၊ ဖိအားလျှော့၊ ပစ္စည်းကိရိယာများအတွက် ရင်းနှီးကုန် ကျစရိတ်များလည်း မြင့်တက်လာသည်။ ရေပူစိမ့်ခြင်းကြောင့် အပူချိန်မြင့်သည်နှင့်အမျှ ပေါင်းဆန် အရောင် မြင့်တက်စေပြီး ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းသည့်အခါ ဆက်လက်၍ အရောင်မြင့်တက်စေသည်။ ထို့အပြင် ထမင်းချက်ရာ၌လည်း အကျက်နွေးသွားစေသည်။ ထို့ကြောင့် ရေအပူချိန် ၅၀ မှ ၆၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ် အတွင်းထားရှိပြီး ၁၂နာရီမှ ၁၅နာရီ စိမ့်ခြင်းသည် အကောင်းဆုံးဖြစ်ကြောင်း အချို့က ဆိုကြသည်။ စပါးကို ရေမစိမ့်မီ မိနစ်အနည်းငယ်မျှ ဖိအားလျှော့ချထားခြင်း၊ ဖိအားပေး၍ ရေစိမ့်ခြင်းတို့သည်လည်း ရေစုပ်ယူမှုကို ပို၍မြန်ဆန်စေသည်။

ဖိအားအသုံးပြု၍ ရေစိမ့်ခြင်း

၃.၈။ Gariboldi ၏ စမ်းသပ်တွေ့ရှိချက်ဖြစ်သည်။ အပူချိန် ၄၅ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိသောရေကို အသုံးပြု၍ ပတ်ဝန်းကျင်လေဖိအားတွင် ရေစိမ့်ပါက ၂၅နာရီခန့်ကြာမှ အစိုဓာတ် ၂၆%ခန့်သို့ ရောက်ရှိသည်။ ရေမစိမ့်မီ ဖိအားလျှော့ချထားပြီးမှ ရေစိမ့်လျှင် ၂နာရီခွဲခန့်သာကြာပြီး ရေမစိမ့်မီက ဖိအားလျှော့ထားသည့်အပြင် ရေစိမ့်ချိန်၌ ဖိအား 8kg/cm^2 (113.7 psi)ပေးထားပါက ၁နာရီခွဲ ခန့်သာ ကြာကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ ရေစိမ့်ချိန် လျှော့နည်းသက်သာသည့်အပြင် အပူကြောင့် ဆန်သား အရောင်ပြောင်းလဲမှုလည်း များစွာသက်သာသည်။ ပစ္စည်းကိရိယာ ကုန်ကျစရိတ်နှင့် လည်ပတ်မှု စရိတ် မြင့်မားသည်။



A = အပူချိန် 45°C ရှိသောရေတွင် ရိုးရိုး ရေစိမ့်ခြင်း

B = ရေမစိမ့်မီ ဖိအားလျှော့ချထားပြီး အပူချိန် 45°C ရှိသောရေတွင် စိမ့်ခြင်း

C = ရေမစိမ့်မီ ဖိအားလျှော့ချထားပြီး ရေစိမ့်ချိန်၌ ဖိအားပေး၍ 45°C ရှိသောရေတွင် စိမ့်ခြင်း

Source: Gariboldi 1954

ပုံ (၃.၃) ဖိအားအသုံးပြု၍ ရေစိမ့်ခြင်း

၃.၉။ စပါးဘတ်နံ ရေပူစိမ့်ရန်အတွက် ရေ ၈၀၀ လီတာ နှင့် ရေနွေးငွေ့ ၂၀၀ ကီလိုဂရမ် လိုအပ်သည်။ ရေပူပြုလုပ်ရန် ၁၂၀ ကီလိုဂရမ်၊ ပေါင်းရန် ၆၀ ကီလိုဂရမ် နှင့် လေလွင့်မှု ၂၀ ကီလိုဂရမ် ဖြစ်

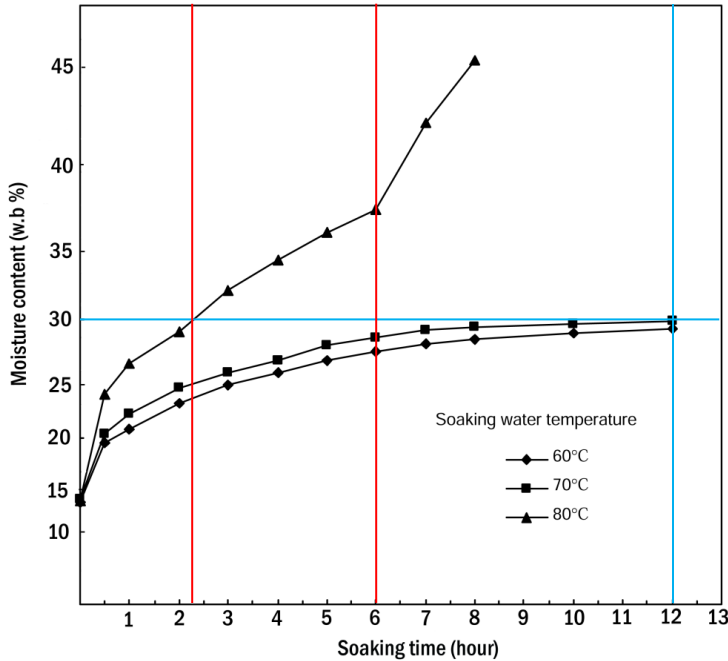
သည်။ ရေစိမ့်ချိန်အတွင်း ရေ ၁၈၀ မှ ၂၂၀ လီတာခန့်ကိုစုပ်ယူသဖြင့် စပါးဘတ်စ်တွင် စွန့်ပစ်ရေ ၆၂၀ လီတာခန့် ရှိသည်။ ရေစိမ့်ဝသည့်စပါးအစိုဓါတ်မှာ ၃၀ မှ ၃၅% ခန့်ဖြစ်သည်။ စပါးအမျိုးအစား၊ ရေအပူချိန်နှင့် ရေစိမ့်သည့်နည်းစနစ်အလိုက် အကြမ်းဖျင်းအားဖြင့် ရေစိမ့်ဝရန် ကြာချိန်တို့ကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်-

ရေအပူချိန်	ရေစိမ့်ဝရန် ကြာချိန်နှင့် ရေစိမ့်သည့် နည်းစနစ်	စပါးအစိုဓါတ်
၃၀°C	၄၈ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထားခြင်းမရှိ)	၂၅%
၄၀°C	၁၂ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထား)	၂၇%
၅၀°C	၂၄ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထားခြင်းမရှိ)	၂၆%
၅၀°C	၈ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထား)	၂၈%
၆၀°C	၇ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထား)	၃၀%
၆၅°C	၆ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထား)	၃၁%
၇၀°C	၄ နာရီ (အပူချိန်မကျစေရန် ထိန်းထား)	၃၂%
၆၅°C	၄၅ မိနစ် (7 to 14 psi ဖိအားပေးထား)	

စပါး၏ ရေစုပ်ယူမှုသဘာဝ

၃.၁၀။ အိန္ဒိယနိုင်ငံ Kharagpur ရှိ Post Harvest Technology Centre, Indian Institute of Technology တွင် ပေါင်းကျက်အပူချိန် (gelatinization temperature) 72°C ရှိသော pankaj အမည်ရှိ လုံးလတ်စပါးကို ရေအပူချိန် 60°C, 70°C, 80°C အသီးသီးရှိသောရေတွင် စိမ့်ပြီး အစိုဓါတ် မြင့်တက်မှုကို ၁နာရီတကြိမ် တိုင်းတာရရှိသည့် ပုံပြမျဉ်းကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်။ အပူချိန် မြင့်လျှင် ရေစုပ်ယူမှုပိုကောင်းသဖြင့် အစိုဓါတ်ပိုမိုမြင့်တက်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ ပေါင်းကျက်အပူချိန်ထက်နိမ့်သည့် 60°C နှင့် 70°C ရှိသောရေတို့တွင် ပထမ ၃နာရီအတွင်း၌ အစိုဓါတ်မြင့်တက်မှု မြန်ဆန်သော်လည်း နောက်ပိုင်းတွင် နှေးသွားသည်။ ၁၂ နာရီ ကြာသောအခါ ပြည့်ဝအစိုဓါတ် (saturation moisture content) 30%သို့ ရောက်ရှိသွားပြီး အစိုဓါတ် ဆက်လက် မြင့်တက်မလာတော့ပါ။ စပါးခွံနှစ်ခြမ်းလည်း မပွင့်ပါ။ ထိုအစိုဓါတ်ကို 80°C ရှိသောရေပူတွင် ၂နာရီသာခန့် အတွင်း၌ ရောက်ရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။ အပူချိန် 60°C နှင့် 70°C ရှိသောရေတွင် ရေစုပ်ယူမှု ပုံသဏ္ဌာန်မှာ များစွာမကွာခြားသဖြင့် စပါးအစိုဓါတ်ကို ကိုယ်စားပြုသောမျဉ်းများ အပြိုင်နီးပါး ရှိနေသည်။ ပေါင်းကျက်အပူချိန်ထက် မြင့်သည့် 80°C ရှိသောရေတွင် အစိုဓါတ်မြင့်တက်မှု မကျဆင်းဘဲ ၆နာရီခန့် ဆက်လက်မြင့်တက်သွားသည်။ ၆နာရီကျော်လျှင် စပါးခွံနှစ်ခြမ်း ပွင့်ဟသွားပြီး အတွင်း ဆန်သားနှင့်ရေ တိုက်ရိုက်ထိတွေ့ကာ အတိုင်းအဆမရှိရေစုပ်ယူပြီး ပေါင်းကျက်မှုဖြစ်သွားသည်။ ရေစုပ်ယူမှု လွန်ကဲသဖြင့် ဆန်သားပုံသဏ္ဌာန်ပျက်စီးပြီး အရည်အသွေးလည်း မကောင်းတော့ပါ။

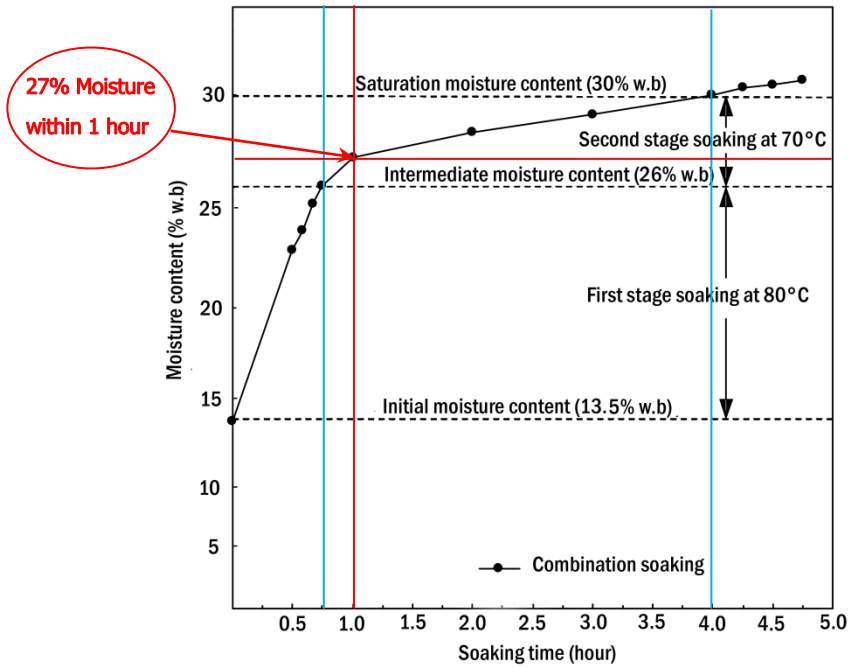
ဖော်ပြပါ တွေ့ရှိချက်ကိုအခြေခံ၍ ရေအပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့်စိမ်ပြီး ရေစိမ်ချိန်ကို ထပ်မံလျှော့ချနိုင်ကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။



ပုံ (၃.၄) Pankaj (medium grain) စပါး၏ ရေအပူချိန် အမျိုးမျိုးတွင် အစိုဓာတ်မြင့်တက်မှု

ရေအပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့် ရေစိမ်ခြင်း

၃.၁၁။ ရေအပူချိန်ကိုသတ်မှတ်ရန် စပါး၏ ပေါင်းကျက်အပူချိန်(gelatinization temperature) ကို သိရှိရန် လိုအပ်သည်။ ဖော်ပြပါ စမ်းသပ်မှုတွင် pankaj စပါး၏ ပေါင်းကျက်အပူချိန်မှာ 72°C ဖြစ်သည်။ 70°C တွင် ပြည့်ဝအစိုဓာတ်ကို ရရှိစေရန် ရည်မှန်းထားသည်။ ပထမပိုင်းတွင် ပေါင်းကျက်အပူချိန်ထက်မြင့်သည့် 80°C ရှိသောရေတွင် စိမ်သည်။ ၄၅ မိနစ် ကြာချိန်တွင် စပါးအစိုဓာတ် ၂၆% သို့ ရောက်ရှိလာသည်။ ဆက်လက်ထားရှိပါက ပြည့်ဝအစိုဓာတ် (saturation moisture content) 30% ကို ကျော်လွန်ပြီး ပေါင်းကျက်သွားနိုင်သဖြင့် ရေအေးထည့်ပြီး အပူချိန် 70°C သို့ရောက်အောင် လျှော့ချလိုက်ပြီး ဆက်လက်ထားရှိသည်။ နောက်ထပ် ၃နာရီနှင့် ၁၅မိနစ်ကြာလျှင် ပြည့်ဝအစိုဓာတ် ၃၀% သို့ ရောက်ရှိသည်။ စုစုပေါင်း ၄နာရီသာကြာသည်။ ရေအပူချိန် 70°C ဖြင့် တဆက်တည်း ရေစိမ်ပါက ၁၂နာရီကြာသဖြင့် ၈နာရီ သက်သာသွားသည်။ လက်တွေ့ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ရာ၌ ပြည့်ဝအစိုဓာတ်သို့ ရောက်ရှိရန်မလိုပါ။ ဆန်သား၏အလယ်အူကြောင်း၌ အဖြူရောင်မကျန်စေရန်သာ လိုအပ်သည်။ CFTRI နည်းဖြင့် ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်ရာ၌ အပူချိန် 70°C ရှိသောရေတွင် ၃နာရီခွဲကြာမျှ စိမ်ပြီး ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းသည်။ စပါးအစိုဓာတ် ၂၇% ခန့်သာရှိနိုင်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ ၎င်းအစိုဓာတ်ကို အပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့် ရေစိမ်ပါက ၁နာရီအတွင်း၌ ရောက်ရှိနိုင်ကြောင်း အောက်ပါ ပုံပြုများတွင် တွေ့ရှိရသည်။



ပုံ (၃.၅) ရေအပူချိန် ၂မျိုးဖြင့် ရေစိမ်ခြင်းတွင် အစိုဓာတ်မြင့်တက်မှု

ပေါင်းကျက်ခြင်း (Gelatinization)

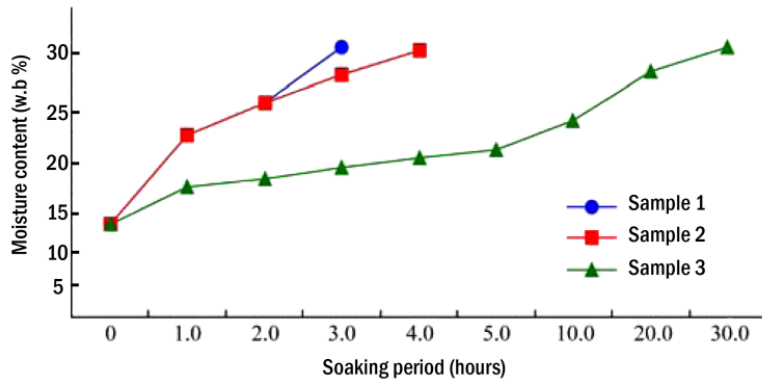
၃.၁၂။ ဆန်တွင်ဖွဲ့စည်းထားသော ကော်ဓါတ်ပုံဆောင်ခဲများသည် ကောက်နံများတွင် အသေးဆုံး ဖြစ်သည်။ 3 to 10 μm အတွင်း အရွယ်အစားအမျိုးမျိုး ပုံသဏ္ဌာန်အမျိုးမျိုး ပါဝင်လျက် ရှိသည်။ အဖြူရောင်သန်းနေသော ပုံဆောင်ခဲများသည် အခြားပုံဆောင်ခဲများထက် သိပ်သည်းမှု လျော့နည်း သည်။ ၅မျက်နှာ မှ ၁၂မျက်နှာအထိရှိသော ပုံဆောင်ခဲများ၏ မျက်နှာပြင်များကြောင့် တခုနှင့်တခု ထိနေသော်လည်း လေပေါက်မရှိအောင်ကပ်မနေဘဲ နေရာလွတ်များဖြစ်ပေါ်နေပြီး လေနှင့်ရေငွေ့တို့ ခိုအောင်းနေသည်။ စပါးရင့်မှည့်ချိန်တွင် ထိုနေရာများမှ အက်ကြောင်းများ၊ အကွဲကြောင်းများ ဖြစ် ပေါ်သည်။ ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေမှု ဖြစ်စေသည်။ ရေစုပ်ယူမှု ပြည့်ဝပြီး သင့်လျော်သည့်အပူချိန် ရရှိပါက မူလပုံသဏ္ဌာန်သို့ ပြန်လည်မရောက်ရှိနိုင်တော့သည့် ပုံသဏ္ဌာန်ပြောင်းလဲမှုနှင့် ကြီးထွားမှု ဖြစ်လာသည်။ ဤကဲ့သို့ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို ကော်ဓါတ်ကြေပျက်ခြင်း သို့မဟုတ် ပေါင်းကျက်ခြင်း (gela- tinization) ဟုခေါ်သည်။ ပေါင်းကျက်သည့်အပူချိန် (gelatinization temperature) ထက်မြင့် သောရေတွင် သင့်လျော်သည့် အချိန်အတိုင်းအတာဖြင့်စိမ်ခြင်း သို့မဟုတ် ရေစိမ်ထားသောစပါးကို ရေနွေးငွေ့ဖြင့် အပူပေး၍ ပေါင်းခြင်းတို့ဖြင့် ပေါင်းစပါးကို ရရှိနိုင်သည်။ ပေါင်းကျက်ရန် အပူဓာတ်သာ မက အစိုဓာတ်လည်း လုံလောက်စွာရရှိရန် လိုအပ်သည်။ မဟုတ်ပါက အပြည့်အဝ ပေါင်းကျက်မှု မ ဖြစ်ဘဲ ခြောက်သွေ့မှု ဖြစ်စေသည်။ ကော်ဓါတ် ပုံဆောင်ခဲများ၏ သိပ်သည်းခြင်း အနည်းအများ အ လိုက် ပေါင်းကျက်သည့်အပူချိန် ကွာခြားသည်။ အမိုင်းလို့(စ်) ပါဝင်မှုများလျှင် ဆန်သားမာကြောပြီး ပေါင်းကျက်အပူချိန်မြင့်သည်။ ပတ်ဝန်းကျင် အခြေအနေများသည်လည်း ပေါင်းကျက်အပူချိန်အပေါ် သက်ရောက်မှုရှိသည်။ ဥပမာ အပူချိန်မြင့်မားချိန်၌ စပါးနံ ရင့်မှည့်ရလျှင် ပေါင်းကျက်အပူချိန်လည်း မြင့်လေ့ရှိသည်။ ပေါင်းကျက်အပူချိန်ကို ခန့်မှန်း သိရှိနိုင်ရန် ကြိတ်ဖွပ်ထားသောဆန်ကို အခန်းအပူ

ချိန်၌ ၁.၇% ပိုတက်စီယံဟိုက်ဒြောက်ဆိုက် ပျော်ရည်တွင် ၂၃ နာရီ စိမ်ကြည့်ရသည်။ ပေါင်းကျက် အပူချိန်နိမ့်သောဆန်၌ ပျော်ရည်စိမ့်ဝင်ပြန့်နှံ့မှုများပြီး ပေါင်းကျက်အပူချိန်မြင့်လျှင် ပျော်ရည် စိမ့်ဝင်မှု နည်းပါးကြောင်း တွေ့ရမည်။

၃.၁၃။ ရေစိမ်ဝနေသောစပါးကို ပတ်ဝန်းကျင်လေဖိအားတွင် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ၂မိနစ်ခန့် ပေါင်းလျှင် ကော်ဓါတ်ကြေပျက်ရန် လုံလောက်သည်ဟု ဆိုပါသည်။ ပေါင်းကျက်မှုသည် ဆန်သားအပြင်လွှာမှ အလယ်ဗဟိုသို့ ရောက်ရှိသည်အထိ ဒီဂရီအမျိုးမျိုးရှိသည်။ ပေါင်းကျက်သွားလျှင် အတွင်းဆန်သား ၏ ရေစုပ်ယူမှုကြောင့် ကြီးထွားလာသဖြင့် စပါးခွံနှစ်ခြမ်းကွဲ၍ ဟလာသည်။ စပါးခွံနှစ်ခြမ်း မကွဲလျှင် ရေစုပ်ယူမှုလျော့ နည်းကြောင်း၊ ပေါင်းကျက်မှု မပြည့်စုံကြောင်း သိနိုင်သည်။ စပါးပေါင်းခြင်းသည် စပါးကို ထပ်မံအပူပေးခြင်းဖြစ်သည်။ အစိုဓါတ်လည်းလိုအပ်သဖြင့် အများအားဖြင့် ရေနွေးငွေ့ကို အ သုံးပြုသော်လည်း အခြားနည်းများကိုလည်း အသုံးပြုကြသည်။ အပူချိန် ၈၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိသော ရေတွင် အချိန်ကန့်သတ်၍စိမ်ခြင်း၊ လည်ပတ်နေသော အိုးအတွင်း၌ တနည်းနည်းဖြင့် အပူပေးခြင်း၊ လျှပ်စစ်အပူ၊ မိုက်ကရိုဝေ့အပူ၊ လေပူ၊ သဲပူများကိုလည်း အသုံးပြုနိုင်သည်။ ပေါင်းကျက်ရန် အစို ဓါတ်၊ အပူချိန်၊ ပေါင်းချိန် မလုံလောက်ပါက ပေါင်းကျက်မှုသည် အလယ်သားအထိ မရောက်ဘဲ အဖြူရောင်အူတိုင် ကျန်ရှိနေတတ်သည်။ စပါးတမျိုးချင်းအလိုက် ပေါင်းကျက်ရန်လိုအပ်သော အပူ ချိန်နှင့် ပေါင်းချိန် ကွာခြားသည်ဆိုသော်လည်း အနည်းဆုံးမည်၍မည်မျှ လိုအပ်သည်ကို တိုင်းတာ သတ်မှတ်ရန် ခက်ခဲပါသည်။ အပူချိန်နိမ့်ပြီး ပေါင်းကျက်ရန် အနည်းဆုံးလိုအပ်ချက်အထိသာ ပေါင်း ထားသော ပေါင်းဆန်သည် အရောင်နုသည်။ အပူချိန်မြင့်ပြီး လိုအပ်ချက်ပမာဏထက်ပိုပါက အ ရောင်ရင့်သည်။ အပြင်လွှာ၌သာ ပေါင်းကျက်သော ပေါင်းဆန်ကို တဝက်ပေါင်းဆန် (half-boiled) သို့မဟုတ် (surface parboiled) ဟုခေါ်သည်။ အပြည့်ပေါင်းကျက်လျှင် (full-boiled) ဟုခေါ်သည်။ ပေါင်းကျက်မှုကို များစွာကျော်လွန်သော အရောင်ရင့်သည့်ပေါင်းဆန်ကို (long-boiled) ဟုခေါ် သည်။

အပူချိန်နှစ်မျိုးဖြင့် ရေစိမ်ပြီး ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း

၃.၁၄။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ရာတွင် ရေစိမ်ခြင်းနှင့် အခြောက်ခံခြင်းတို့သည် အချိန်များစွာ ယူသော လုပ်ငန်းစဉ်များဖြစ်သည်။ စပါးကို ရေအပူချိန် ၂မျိုးဖြင့်စိမ်ပြီး တပါတည်းပေါင်းကျက်စေသည့် နည်း ကို Fiji National University ရှိ Soil Science & Agricultural Engineering Department ၌ စမ်းသပ်လေ့လာခဲ့ကြသည်။ ပေါင်းကျက်အပူချိန် (gelatinization temperature) 72°C ခန့်ရှိသော သီရိလင်္ကာနိုင်ငံ၏ လုံးပုစပါး BG 358 ကို အသုံးပြုသည်။ စမ်းသပ်မှုသည် စပါးတမျိုးလျှင် 300 gm (၁၈ ကျပ်သားခန့်)ကို အသုံးပြုသည့် ဓါတ်ခွဲခန်းအဆင့်သာ ဖြစ်သည်။ ဂျာမဏီနိုင်ငံ၊ Schule ပေါင်း စက်တွင်လည်း စပါးကို ရေနွေးငွေ့ဖြင့်မပေါင်းဘဲ ရေပူဖြင့်သာ ပေါင်းကျက်စေသည်။



ပုံ (၃.၆) စပါးနမူနာ ၃ခု၏ ရေစိမ့်နာရီနှင့် အစိုဓာတ်တက်မှု

၃.၁၅။ စမ်းသပ်မှုတွင် စပါးနမူနာ ၃ခု ပါရှိပြီး နမူနာ အမှတ်(၁) ကို ရေအပူချိန် 70°C ဖြင့် ၂နာရီ စိမ့်ပြီးမှ 80°C ရှိသောရေတွင် ၁နာရီ စိမ့်သည်။ ရေနွေးငွေ့ဖြင့် မပေါင်းပါ။ လက်တွေ့ စမ်းသပ်သည့် ပေါင်းစပါးပြုလုပ်နည်းအသစ် ဖြစ်သည်။ နမူနာအမှတ်(၂) ကို ရေအပူချိန် 70°C ဖြင့် ၃နာရီခွဲ စိမ့်ပြီး နောက် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ၅မိနစ်ပေါင်းသည်။ ခေတ်မီပေါင်းစပါးပြုလုပ်သည့် နည်းစနစ်ဖြစ်သည်။ နမူနာ အမှတ်(၃) ကို ရေအပူချိန် 28°C ဖြင့် နာရီ ၃၀ စိမ့်ပြီးနောက် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ၅မိနစ်ပေါင်းသည်။ ရှေးရိုးနည်းအတိုင်း ပြုလုပ်ခြင်းဖြစ်သည်။ စပါးများကို စမ်းသပ်ခန်းသုံး စပါးခြောက်စက်ဖြင့် အစိုဓာတ် ၁၇% ရောက်သည်အထိ အပူချိန် 92°C ဖြင့် အခြောက်ခံပြီး ၃နာရီ tempering ပြုလုပ်သည်။ ထို့နောက် အပူချိန် 72°C ဖြင့် အစိုဓာတ် ၁၄% သို့ရောက်သည်အထိ အခြောက်ခံသည်။ ရရှိသော ပေါင်းစပါးနမူနာများကို ကြိတ်ဖွပ်၍ ဆန်ကွဲကျိုးကြေမှု၊ ဆန်သားမာကြောမှု၊ ဆန်အရောင် ကြည် လင်မှုတို့ကို စစ်ဆေးခြင်း၊ လျှို့ဝှက်ကုတ်နံပါတ်ပေးပြီး ချက်ထားသောထမင်း၏ အနံ့၊ အရသာ၊ ထမင်းသား အနေအထားတို့ကို လူအများက ကြိုက်နှစ်သက်မှုရှိမရှိ အမှတ်ပေးသည့်နည်းဖြင့် စစ် ဆေးခြင်းဖြစ်သည်။

နမူနာ အမှတ်	ရေအပူချိန် ($^{\circ}\text{C}$)	ရေစိမ့်ချိန် (နာရီ)	ရေနွေးငွေ့	ပေါင်းချိန် (မိနစ်)
အမှတ်(၁) နည်းသစ်	70 ± 2 80 ± 2	2 1	—	—
အမှတ်(၂) ခေတ်မီနည်း	70 ± 2	4½	Atmospheric pressure	5
အမှတ်(၃) ရှေးရိုးနည်း	28 ± 2	30	Atmospheric pressure	5

ဇယား(၃.၁) စပါးနမူနာများ ရေစိမ့်ချိန်နှင့် ပေါင်းချိန်

၃.၁၆။ ရေနွေးငွေ့ဖြင့်မပေါင်းဘဲ စမ်းသပ်ခန်းအဆင့်ဖြင့် ထုတ်လုပ်ရရှိသော ပေါင်းဆန်သည် အနံ့၊ အရသာကို ကြိုက်နှစ်သက်မှု အမှတ်ပေးစနစ်တွင် ရမှတ် ၇၇ အထိရရှိပြီး ခေတ်မီနည်းဖြင့် ထုတ်

လုပ်သောပေါင်းဆန်သည် ရမှတ် ၇၂.၅၊ ရှေးရိုးနည်းဖြင့် ထုတ်လုပ်သောပေါင်းဆန်က ရမှတ် ၅၇.၅ သာ ရရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။ ဆန်အရောင်တွင် ခေတ်မီနည်းဖြင့် ထုတ်လုပ်သော ပေါင်းဆန်ထက် အနည်းငယ်ပိုရင့်သော်လည်း ဆန်သားရရှိမှုတွင် မလျော့နည်းကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ ထုတ်လုပ်ရာ ၌ အချိန်ကုန် သက်သာသည့်အပြင် ဘွိုင်လာအသုံးပြုရန် မလိုအပ်သဖြင့် စီးပွားဖြစ်ထုတ်လုပ်မှုတွင် ဆက်လက်စမ်းသပ်သင့်သည်။

နမူနာ	ဆန်ကွဲ%	ဆန်သား%	မာကြောမှု	ဆန်အရောင်	အရသာ	အနံ့	ထမင်းသား
(၁)	၂.၆၈	၇၁.၆	၃.၄	၆၀.၄၂	၇၉.၀	၈၀.၀	၇၇.၀
(၂)	၃.၁၄	၇၁.၄	၃.၃	၅၇.၉၆	၇၅.၀	၇၀.၀	၇၂.၅
(၃)	၂.၃၄	၇၁.၇	၃.၆	၅၃.၄၃	၆၀.၅	၅၈.၅	၅၇.၅

ရေပူစိမ်၍ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း

၃.၁၇။ ရေစိမ်ထားသော စပါးကို ဆူနေသောရေထဲသို့ထည့်ပြီး အပူချိန် ၉၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်သို့ ရောက်စေသည်။ ၁၅မိနစ်မှ မိနစ်၃၀ ကြာလျှင် ရေများကိုထုတ်ပစ်လိုက်ခြင်းဖြင့် ပေါင်းစပါးရရှိသည်။ ဤနည်းကို အိန္ဒိယနိုင်ငံ၌ မိသားစုစားသုံးရန် အသုံးပြုသည်။ စပါးခွံနှစ်ခြမ်း မကွဲစေလိုလျှင် ရေပူစိမ် သည့်အချိန်ကို ပြောင်းလဲပေးသည်။ အခြားနည်းတစ်ခုမှာ ရေစိမ်ထားသောစပါးကို အပူချိန် ၉၀ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်သို့ မြှင့်တင်ပြီး ရေစိမ်အိုး၏ ဖိအားကို 2 bar g အထိ ၅မိနစ်ခန့် ထားရှိခြင်းဖြစ်သည်။ Kharagpur ရှိ Rice Process Engineering Centre က တီထွင်ခဲ့သောနည်းမှာ စပါး၏ ပေါင်းကျက် အပူချိန်ထက် အနည်းငယ်မြင့်သော ရေပူတွင် သင့်တော်သည့်အချိန် အတိုင်းအတာဖြင့် ရေစိမ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ ရရှိလာသောပေါင်းဆန်သည် သမားရိုးကျနည်းဖြင့် ထုတ်လုပ်သော ပေါင်းဆန်ထက် ချက် ပြုတ်ရာတွင် မြန်ဆန်ကြောင်းသိရသည်။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ရာတွင် အရင်းအနှီးများသော ဘွိုင်လာ မပါဘဲ ထုတ်လုပ်နိုင်သောနည်းများ ဖြစ်သည်။

ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းခြင်း

၃.၁၈။ ရေစိမ်နေသော စပါးကို ကော်ဓါတ်ကြေပျက်သည့် အပူချိန်(gelatinization temperature) သို့မဟုတ် ပေါင်းကျက်အပူချိန်ဖြင့် အပူပေးပါက ပေါင်းစပါးဖြစ်သွားသည်။ ပေါင်းကျက် အပူချိန်သည် စပါးအမျိုးအစားအလိုက် ကွဲပြားခြားနားသည်။ အပူပေးရန် ရေနွေးငွေ့ကို အသုံးပြုရ ခြင်းမှာ ရေနွေးငွေ့သည် အပူဆုံးရှုံးမှုကြောင့် ချွေးရေအများအပြား ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် ပေါင်းကျက် ရန် လိုအပ်သောအစိုဓါတ်ရရှိစေပြီး စပါးခြောက်သွေ့မှု မဖြစ်စေခြင်း။ အပူချိန်သည် ရေနွေးငွေ့ ဖိ အားနှင့် တိုက်ရိုက် ဆက်သွယ်မှုရှိသဖြင့် ရေနွေးငွေ့ဖိအား တည်ငြိမ်လျှင် တည်ငြိမ်သောအပူချိန်ကို ရရှိနိုင်ခြင်း။ ရေနွေးငွေ့သည် ပိုးမွှားများကို သေစေနိုင်ပြီး အနံ့၊ အရသာမရှိသဖြင့် ပေါင်းဆန်အရည် အသွေးကို မထိခိုက်ခြင်း။ လိုအပ်သောနေရာသို့ ပိုက်သွယ်တန်း၍ လွယ်ကူစွာ ရောက်ရှိ အသုံးပြု နိုင်ခြင်းတို့ကြောင့် ဖြစ်သည်။

၃.၁၉။ ရေစိမ့်ဝနေသောစပါးကို ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းလိုက်သောအခါ အောက်ပါပြောင်းလဲမှုများ ဖြစ်ပေါ်လာသည်-

- (က) ရေနွေးငွေ့မှရရှိသော အပူနှင့် ချွေးရေတို့ကြောင့် အစိုဓါတ်မြင့်မားလာပြီး ဆန်သား နေရာအနှံ့သို့ ပြန့်နှံ့သွားသည်။
- (ခ) ရေစိမ့်စဉ်ကတည်းက ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သောအရာများ ဆန်သားအတွင်းပိုင်းထဲသို့ စိမ့်ဝင်နေမှုကို ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်စေသည်။
- (ဂ) ကော်ဓါတ်ပုံဆောင်ခဲ (starch grains) များသည် အပြည့်အဝ ရေစုပ်ယူပြီး ကြီးထွား ပေါင်းစည်းကာ ဂျယ်လီသားကဲ့သို့ ဖြစ်သွားသည်။
- (ဃ) မူလက ရှိခဲ့သော အက်ကြောင်းများ ပျောက်သွားသည်။ ဆန်သားသည် ပိုမိုကျစ်လစ် ခိုင်မာပြီး အရောင်ကြည်လင်လာသည်။ မူလဆန်သားအရောင် ပြောင်းသွားသည်။
- (င) ဆီများခိုအောင်းနေသော aleuronic cell များ ကြေပျက်သွားသည်။
- (စ) အပင်ပေါက်ခြင်း၊ မှိုပေါက်ခြင်း၊ အင်းဆက်ဥများအကောင်ပေါက်ခြင်း၊ ပိုးတုံးလုံးများ၊ ခူကောင်များရှင်သန်ခြင်းကဲ့သို့ ဇီဝကမ္မဆိုင်ရာ ဖြစ်ပေါ်မှုများ ရပ်ဆိုင်းသွားသည်။
- (ဆ) အင်ဇိုင်း(enzymes) များ၏ အစွမ်းသတ္တိများ တစိတ်တပိုင်းအားဖြင့် ပျက်စီးသွား သည်။ သို့မဟုတ် ခေတ္တရပ်ဆိုင်းသွားသည်။

၃.၂၀။ အထက်ဖော်ပြပါ ပြောင်းလဲမှုများကြောင့် အပြည့်အဝပေါင်းကျက်သည့် (complete gela-
tinization) ပေါင်းစပါးသည် ဆန်ကြိတ်ခွဲရာတွင် အကျိုးအကြေသက်သာပြီး ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း ကောင်းမွန်ခြင်း၊ သိုလှောင်ရာတွင် ပျက်စီးမှုနည်းပါးခြင်း၊ ပိုးထိုးပိုးကိုက်ရန် မလွယ်ကူခြင်း အစရှိ သည့် အကျိုးကျေးဇူးများ ရရှိလာသည်။ တဖက်ကလည်း ဆန်အရောင်ရင့်သွားခြင်း၊ အရသာပြောင်း သွားခြင်း၊ ထမင်းချက်ရာ၌ အချိန်ပိုကြာခြင်း၊ စသည့် ဆန့်ကျင်ဘက် အကျိုးတရားများလည်း ဖြစ် ပေါ်သည်။ ကော်ဓါတ်ကြေပျက် ပေါင်းစည်းခြင်းကြောင့် ကြိတ်ခွဲရာ၌ အစေ့လောင်းအိမ် ပြုတ်ထွက် ရန် ခက်ခဲသွားသည်။ အဆင့်နိမ့် ကြိတ်ဖွပ်ထားသောဆန်တွင် အဆီပါသောအပိုင်း ကျန်ရှိနေပါက သိုလှောင်ထားစဉ်အတွင်း၌ အနံ့ဆိုးဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်။

၃.၂၁။ ကောင်းမွန်သော ပေါင်းစပါးရရှိရန် စပါးအားလုံးသည် ရေနွေးငွေ့အပူချိန် တူညီစွာရရှိစေ ရန်နှင့် အပူပေးသည့်အချိန်ကာလ အတိုင်းအတာ တူညီရန်လိုအပ်သည်။ မတူညီပါက ထွက်ရှိလာ သောပေါင်းဆန်၏ အရောင်အဆင်းနှင့် အရည်အသွေးများ ညီညာစွာရရှိနိုင်မည်မဟုတ်ပါ။ စပါး အ မျိုးအစားအလိုက် လိုအပ်သောအပူပမာဏများ ကွဲပြားခြားနားသည်။ ရေစိမ့်သည့် အပူချိန်မြင့်လွန်း သဖြင့် အခွံနှစ်ခြမ်းကွဲသည်အထိ ရေစုပ်ယူမှုမလွန်ကဲရန်(ရေစိမ့်စဉ်ပေါင်းကျက်မှုမဖြစ်စေရန်)လည်း အရေးကြီးသည်။

အလုံပိတ်မဟုတ်သော ပေါင်းအိုးဖြင့်ပေါင်းခြင်း

၃.၂၂။ အသုံးများသောနည်း ဖြစ်သည်။ အိုး၏အဝတွင် အဖုံးအပိတ်မပါရှိပါ။ အိုးအတွင်း၌ ထိပ်ဝ ကိုပိတ်ထားပြီး ပိုက်ပတ်လည်၌ ရေနွေးငွေ့ထွက်ရန် အပေါက်ငယ်များပါရှိသည့် ရေနွေးငွေ့ပိုက် ထည့်ထားသည်။ အိုးသေးလျှင် ရေနွေးငွေ့ပိုက် တလုံးသာပါရှိပြီး အိုးကြီးလျှင် ရေနွေးငွေ့များ စပါး အတွင်းသို့ ညီညာမျှတစွာရောက်ရှိစေရန် အိုးအရွယ်အစားအလိုက် ပိုက် ၇ လုံးအထိ ခွ၍ထည့်ထား လေ့ရှိသည်။ ရေနွေးငွေ့ဖိအား 1- 4 bar g (15-60 psi) ကိုအသုံးပြုသည်။ မည်သို့ဆိုစေ စပါးအား လုံး အပူချိန်ညီမျှစွာရရှိရန် ခက်ခဲပါသည်။ ရေနွေးငွေ့ထွက်ပေါက်နှင့် အနီးဆုံး၌ရှိနေသော စပါးများ က အပူကို ပိုမိုရရှိနေမည်ဖြစ်သည်။ ရေနွေးငွေ့အပူချိန်သည် သာမန်လေဖိအားအတွင်း၌ ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက် မပိုနိုင် သော်လည်း ရေစိမ့်ဝနေသောစပါးကို အပူချိန် ၉၀ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ် သို့ လျှင်မြန်စွာရောက်ရှိစေနိုင်သည်။ ရေနွေးငွေ့မှ အပူဆုံးရုံးမှုနှင့်အတူ ချွေးရေများ ဖြစ်ပေါ်သဖြင့် ချွေးထုတ်ပေါက်များကို ဖွင့်ထားရသည်။ မြန်မာနိုင်ငံတွင် ရောက်ရှိနေသော INDUS ပေါင်းစက်၏ ၃တန် ပေါင်းအိုးတွင် ပေါင်းအိုးအတွင်းမှ ရေနွေးငွေ့များလျှံထွက်လာသည်အထိ ၇မိနစ်ခန့်ကြာ အောင် ရေနွေးငွေ့လွှတ်ပေးပြီး မိနစ် ၃၀ ခန့် နှပ်ထားသည့်နည်းကို အသုံးပြုသည်။ ပြီးလျှင် အိုးအ တွင်းကစပါးကို ကွန်ဗေယာဖြင့် ၇မိနစ်မှ ၁၀မိနစ် ကြာအောင်ထုတ်ယူရသည်။ နောက်ဆုံးမှ ထွက် လာသော ပေါင်းစပါးသည် ရှေ့ဆုံးကထွက်လာသောစပါးထက် အရောင် အနည်းငယ်ပို၍ ရင့်နိုင် သည်။



ပုံ (၃.၇) စပါးပေါင်းနေပုံ

ဆက်တိုက်ထွက် ပေါင်းအိုး

၃.၂၃။ အလုံးသေးပြီး အလျားရှည်သည့် ဆိုင်ကလုံပုံသဏ္ဌာန် ပေါင်းအိုးဖြစ်သည်။ အိုးအတွင်းက စပါးများ အလယ်သားချည်း ကျဆင်းလာပြီး နောက်ဆုံးမှ ဘေးသားများကျဆင်းမှု မဖြစ်စေဘဲ ဘေး သားနှင့်အလယ်သား တညီတည်းကျဆင်းစေရန် အလုံးသေးပြီး အလျားရှည်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ စပါးအတွင်းသို့ ရေနွေးငွေ့ ညီညာစွာ ပြန့်နှံ့ရောက်ရှိစေရန် ပေါင်းအိုးအရွယ်အစားအလိုက် ရေနွေး ငွေ့ပိုက်များကို လိုအပ်သလို ထည့်သွင်းထားသည်။ ထောင်လိုက် အနေအထားဖြင့် တပ်ဆင်ပြီး

အောက်ခြေတွင် အစာဆင်းနှုန်း အနည်းအများချိန်ညှိနိုင်သော ထွက်ပေါက်ရှိသည်။ အချို့ပေါင်းအိုးများတွင် လည်ပတ်နှုန်းပြောင်းလဲနိုင်သော rotary valve တပ်ဆင်ထားပြီး အချို့ပေါင်းအိုးများသား ရေပတ်ကြိုးကွန်ဗေယာပေါ်သို့ တိုက်ရိုက်ချပေးထားသည်။ ကွန်ဗေယာနှင့် ပေါင်းအိုးအထွက် နှုတ်ခမ်း အကွာအဝေးကို သင့်လျော်အောင် ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် အစာဆင်းနှုန်းကို ချိန်ညှိနိုင်သည်။ ကွန်ဗေယာ၏ အသွားနှုန်းကို ပြောင်းလဲခြင်းဖြင့်လည်း ချိန်ညှိနိုင်သည်။ စပါးကို ပေါင်းအိုး၏အပေါ်ဘက် အထိန်းလေးမှ အဆက်မပြတ်ဝင်ရောက်စေပြီး လေးက လျှံကျမှုမရှိစေရန် level sensor တပ်ဆင်ထားသည်။ လေးပြည့်လျှင် ရေစိမ့်အိုးမှ အထုတ်ကွန်ဗေယာနှင့် ခပ်ခွက်တိုင်ရပ်သွားပြီး လျော့သွားလျှင် အလိုအလျောက် ပြန်လည်စေသည်။ ပေါင်းအိုးအတွင်း အစအဆုံး ဖြတ်သန်းကျဆင်းလာစဉ် ရေနွေးငွေ့နှင့် ထိတွေ့ပြီးပေါင်းကျက်စေသည်။ ဖိအားမပါသော အပေါ်ဖွင့် ပေါင်းအိုးများတွင် အများအားဖြင့် ပေါင်းအိုးအစမှအဆုံးအထိ မိနစ် ၃၀ ခန့်ကြာလေ့ရှိသည်။ ပေါင်းချိန် မိနစ် ၃၀ ဖြစ်သည်။ ရေနွေးငွေ့လွှတ်နှုန်းနှင့် စပါးလွှတ်နှုန်းကို ချိန်ထားပြီး ရေစိမ့်အိုး တအိုးပြီးတအိုး စဉ်ဆက်မပြတ် ထုတ်ယူ၍ ပေါင်းနိုင်ရန် ရေစိမ့်အိုးများကို အချိန်ကိုက်တွက်ချက်၍ ရေစိမ့်ခြင်း ရေစစ်ခြင်းတို့ကို ပြုလုပ်ရသည်။ စပါးပေါင်းချိန် တသမတ်တည်း တူညီသဖြင့် ပေါင်းဆန်အရောင် ပို၍ညီညာမှုရှိစေသည်။ ပေါင်းအိုးမှ အထွက်တွင် အအေးခံသည့်စနစ် ပါရှိလျှင် အရောင်နုသောပေါင်းဆန်ကို ရရှိနိုင်သည်။



ပုံ (၃.၈) ဆက်တိုက်ထွက် ပေါင်းအိုး (Online cooker)

အလုံပိတ်ပေါင်းအိုးဖြင့်ပေါင်းခြင်း



ပုံ (၃.၉) Gariboldi အလုံပိတ် ပေါင်းအိုး (Auto-clave)

၃.၂၄။ အလုံပိတ်ပေါင်းအိုး (Auto-clave)တွင် ပြင်ပလေဖိအားထက် မြင့်သောဖိအားဖြင့် ပေါင်းသည်။ အိုး၏ခံနိုင်မှုအပေါ်မူတည်၍ ဖိအားကွာခြားသည်။ အကြမ်းအားဖြင့် 1-2 bar g(15-30 psi) ဖြင့် ပေါင်းခြင်းဖြစ်သည်။ အိုးအတွင်း၌ ဖိအားတူညီသဖြင့် စပါးအားလုံးအပေါ် အပူချိန်ညီညာမျှတစွာ ရောက်ရှိသည်။ တည်ဆောက်မှု ကုန်ကျစရိတ်ကြီးမားသည်။ စပါးအသွင်းအထုတ်နှင့် ပိုလျှံသော ချွေးရေ ထုတ်ပစ်ရန် ခက်ခဲသည်။ အိုးအတွင်း လေမခိုစေရန်လည်း ခက်ခဲသည်။



ပုံ (၃.၈) Gariboldi ပေါင်းစက်နှင့် ပေါင်းအိုးအတွင်းရှိ ရေနွေးငွေ့ပိုက်များ

လေဖိအားအသုံးပြုသည့် ပေါင်းစက် (Pneumatic parboiling)

၃.၂၅။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်းသည် အချိန် နှောင့်နှေးကြာပြီး စပါးဘတ်အတွက် ရေနွေးငွေ့နှင့် စွမ်းအင်အများအပြား အသုံးပြုရသည်။ ရေနွေးငွေ့အပူနှင့် ကြာရှည်ထိတွေ့ခြင်းကြောင့် ပေါင်းဆန် အ

ရောင်ရင့်သွားသည်။ ပေါင်းဆန်ဈေးကွက်၏ ပိုမိုကောင်းမွန်သော အရည်အသွေး တောင်းဆိုချက် အရ ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်မှု နည်းစနစ်အသစ်များ ထွက်ပေါ်လာခဲ့သည်။ ပထမဦးစွာ စပါးကို အလုံ ပိတ်အိုးထဲတွင် ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ၂မိနစ် ၃မိနစ်ခန့် အပူပေးသည်။ ထို့နောက် ၆၀ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ် ခန့်ရှိသော ရေပူထည့်၍ လေဖိအားဖြင့် ရေစိမ်သည်။ ၂နာရီ ကြာလျှင် ရေများဖောက်ထုတ်၍ ရေနွေး ငွေ့ဖြင့်ပေါင်းသည်။ ပေါင်းပြီးစပါးများကို အိုးအတွင်းကထုတ်၍ အခြောက်ခံသည်။ လုပ်ငန်းစဉ် အစအဆုံး ၂နာရီခွဲခန့်သာ ကြာသည်။ ဖော်ပြပါနည်းဖြင့် ထုတ်လုပ်ရရှိသော ပေါင်းဆန်သည် ဆန် ကြိတ်ထွက်နှုန်း ၅% ခန့်ပိုမိုသည့်အပြင် ဆန်အရောင်နုခြင်း၊ ဆန်သားချောမွေ့ခြင်း အကျိုးကျေးဇူး များ ရရှိကြောင်း သိရသည်။

ပေါင်းစပါးခြောက်သွေ့မှု

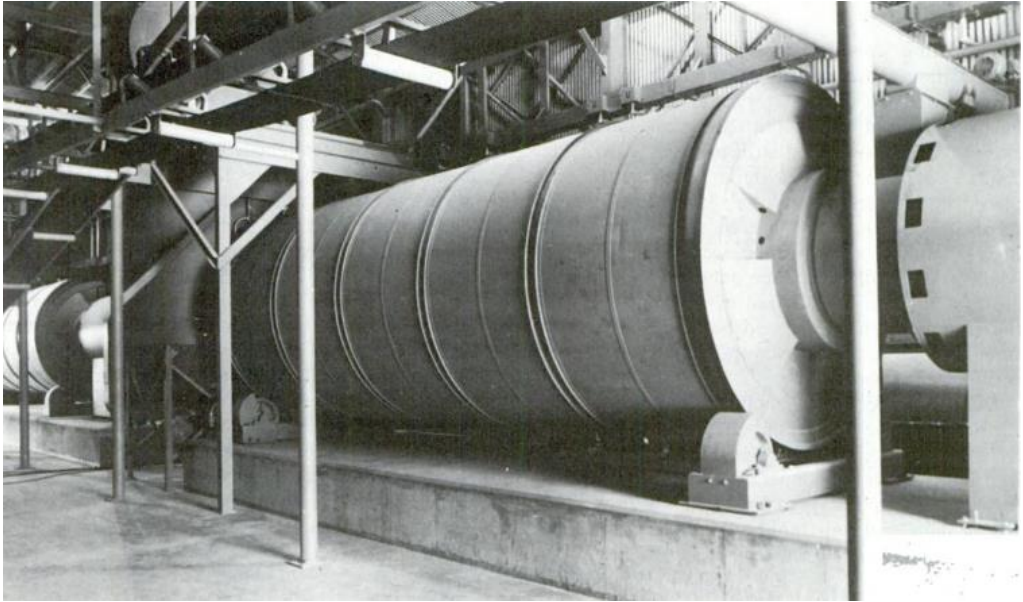
၃.၂၆။ ပေါင်းဆန်လုပ်ငန်းစဉ်တွင် စပါးခြောက်သွေ့မှုသည်လည်း အရေးပါသော လုပ်ငန်းစဉ်တခု ဖြစ်သည်။ စပါးခြောက်သွေ့မှု စနစ်မကျပါက ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်ခြင်း၏ အနှစ်သာရတခုဖြစ်သော ကြိတ်ခွဲရာ၌ အကျိုးအကြေသက်သာခြင်း အကျိုးကျေးဇူးကို ရရှိနိုင်မည်မဟုတ်ပါ။ ပေါင်းစပါးသည် ရိုးရိုး ရိတ်သိမ်းပြီးစ စပါးနှင့်မတူညီသဖြင့် အသုံးပြုသော စပါးခြောက်စက်များလည်း ကွဲပြားခြားနား သည်။ အစိုဓာတ်အနေဖြင့် ပေါင်းစပါးက ရိတ်သိမ်းပြီးစ စပါးထက် ပိုသဖြင့် အပုံဆောင်ထောင့် ပို ကြီးသည်။ လျှောဆင်းနိုင်မှုအားနည်းသည်။ အတွင်းဆန်သားသည် ဂျယ်လီသားကဲ့သို့ ဖြစ်နေပြီး ပို ၍ ကျစ်လစ်သဖြင့် အစိုဓာတ်ညီညာပြန့်နှံရန် ခက်ခဲသည်။ အချိန်ပို၍ကြာသည်။ လက်တွေ့စမ်းသပ် လေ့လာမှုများစွာက တွေ့ရှိချက်မှာ စပါးအစိုဓာတ် ၁၆% သို့မဟုတ် ၁၈%သို့ ရောက်လျှင် အပူပေး ခြင်းကို ရပ်ဆိုင်းရန် ဖြစ်သည်။ စပါးစေ့များအတွင်း အစိုဓာတ်ညီညာစွာ ပြန့်နှံစေရန် အနားပေးခြင်း ဖြစ်သည်။ Tempering ဟု ခေါ်သည်။ ပေါင်းစပါးကို နေလှန်း၍ ခြောက်သွေ့သည်ဖြစ်စေ၊ စပါး ခြောက်စက်ဖြင့် အပူပေး၍ ခြောက်သွေ့သည်ဖြစ်စေ tempering ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ အစိုဓာတ် ၁၅%အောက်တွင် ကော်ဓါတ် (starch) များသည် ကျွတ်ဆတ်နေပြီး ၁၅%အထက်တွင် ပလပ်စ တစ်ကဲ့သို့ ပျော့ပြောင်းမှုရှိကြောင်း သိရသည်။ အပင်ပေါ်တွင် ရင့်မှည့်ချိန်ကတည်းက ဆန်သားတွင် ဖြစ်ပေါ်ခဲ့သော အက်ကွဲကြောင်းများသည် ပေါင်းစပါးပြုလုပ်စဉ်အတွင်း ပြန်လည်ပေါင်းစည်း တွဲ ဆက်၍ ပျောက်ကွယ်သွားခဲ့ပြီး ဖြစ်သည်။ အစိုဓာတ် ၁၆%တွင် အပူပေးခြင်းရပ်နားပြီး ဆန်သား အတွင်း အစိုဓာတ်မျှတစေခြင်း မပြုလျှင် အက်ကွဲကြောင်းများ ဖြစ်ပေါ်လာပြီး ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း လျော့နည်းစေသည်။ အပူချိန် ၁ဒီဂရီ ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် ထုတည်ပြောင်းလဲမှုထက် အစိုဓာတ် ၁% ပြောင်းလဲခြင်းကြောင့် ထုထည်ပြောင်းလဲမှုမှာ အဆ ၁၀၀ ရှိသဖြင့် အပူချိန်ကြောင့် အက်ကွဲမှု ဖြစ်ခြင်းထက် အစိုဓာတ်ကြောင့် အက်ကွဲမှု ပို၍ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ စပါးတွင် အက်ကွဲကြောင်းများ ပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမှာ ခြောက်သွေ့မှု ဖြစ်စဉ်မှာထက် အစိုဓာတ် ၁၆%အောက်သို့ ရောက်ရှိပြီးမှ ပြန်လည်စိုစွတ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။ Tempering ပြုလုပ်ချိန်တွင် စိုထိုင်းဆများသောလေနှင့် ထိ တွေ့မှုမရှိစေရန် ဂရုပြုသင့်သည်။ ခြောက်သွေ့ပြီးချိန်၌ ချက်ချင်းဖောက်ထုတ်ခြင်းကိုလည်း ရှောင်ရှား

သင့်သည်။ လေ့လာတွေ့ရှိချက်တစ်ခုတွင် ပေါင်းစပါးကို အစိုဓာတ်များနေချိန်၌ ၉၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ် ဖြင့်အပူပေးပြီး အစိုဓာတ် ၁၆%သို့ ရောက်ရှိလျှင် ၆နာရီ အနားပေးသည်။ ထို့နောက် ၇၀ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ဖြင့် လိုအပ်သောအစိုဓာတ်သို့ ခြောက်သွေ့စေပြီး ကြိတ်ခွဲရာ၌ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း ကောင်းမွန်မှုရှိကြောင်း ဖော်ပြထားသည်။ အမေရိကန်နိုင်ငံရှိ ပေါင်းစပါးများသည် စပါးအစိုဓာတ် များ နေချိန်၌ အပူချိန် ၂၃၂ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထိ အသုံးပြုသည်။ စပါးခြောက်စက် အပူချိန်မြင့်၍ အက် ကွဲကြောင်း ဖြစ်ပေါ်မှုသည် ချက်ချင်းမဖြစ်ပေါ်ဘဲ ခြောက်သွေ့ မူပြီးစီး၍ နောက်ထပ် ၄၈ နာရီကြာမှ စတင်ပေါ်ပေါက်ခြင်းဖြစ်ပြီး နောက်ထပ် ၇၂ နာရီ ကြာသည့်တိုင်အောင် ဖြည်းဖြည်းချင်း ဖြစ်ပေါ်နေ ကြောင်း လေ့လာမှုတစ်ခုက ဖော်ပြထားသည်။ အက်ကွဲကြောင်းအများစုသည် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေ မှုမဖြစ်စေသော်လည်း လုံးရှည်စပါးမျိုးများ၌ အက်ကွဲကြောင်းပါသော စပါးများ၏ ၃၅% လုံးလတ် စပါးမျိုးများ၌ ၅၀% သည် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေကြောင်း သိရသည်။ စပါးခြောက်စက်တွင် အပူချိန် မြင့်ခြင်း (စပါးကိုလျှင်မြန်စွာ ခြောက်စေခြင်း) သည် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းကို လျော့ကျစေပြီး အပူချိန် အနိမ့်ဆုံးဖြင့် ခြောက်သွေ့စေပါက ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အကောင်းဆုံးကို ရရှိခြင်းသည် မပြောင်းလဲ သော အမှန်တရားဖြစ်သည်။ စပါးကို အရိပ်ထဲ၌ ပါးပါးဖြန့်၍ ခြောက်သွေ့စေခြင်းသည် ဆန်ကြိတ် ထွက်နှုန်း ကောင်းမွန်ကြောင်း လက်တွေ့စမ်းသပ်ချက်များအရ ရှိနေသော်လည်း လုပ်ငန်းခွင်တွင် အချိန်ပေးရမှုနှင့် နေရာများစွာ လိုအပ်မှုတို့ကြောင့် အသုံးမဝင်ပါ။

၃.၂၇။ ရေနွေးငွေ့ဖြင့် ပေါင်းပြီးချိန်တွင် အပူချိန်မြင့်မားစွာ ရှိနေသေးသည့်စပါးကို စပါးခြောက် စက်တွင် တိုက်ရိုက်အခြောက်ခံပါက ပေါင်းကျက်မှု (gelatinization process)ကို ဆက်လက်ဖြစ် ပေါ်စေသဖြင့် ဆန်သားမာကြောမှုနှင့် အရောင်ရင့်မှုကို ပို၍ဖြစ်စေသည်။ ထို့အတူ အချို့သမားရိုးကျ ပေါင်းလုပ်ငန်းများ၌ ပေါင်းအိုးမှ ဖောက်ချလိုက်သောစပါးများကို ချက်ချင်းဖြန့်နိုင်ဘဲ အချိန်ကြာစွာ အပူလိုက် ထားရှိခြင်းသည် ပေါင်ဆန်အရောင်ကို ရင့်စေသည်။ ခေတ်မီပေါင်းစက်များ၌ အရောင်ရင့် မှု မဖြစ်ပေါ်စေရန် ပေါင်းပြီးစပါးကို အပူချိန် ၆၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အောက်သို့ လေစုပ်အားဖြင့် ချက် ချင်း ရောက်ရှိစေပြီး ပေါင်းကျက်မှုကို ရပ်တန့်အောင် ပြုလုပ်သည်။ ထို့နောက် စပါးကို ဖိအားလျှော့ အနေအထားဖြင့် အပူချိန် ၆၀ ဒီဂရီစင်တီ ဂရိတ်ထက်မပိုစေဘဲ အခြောက်ခံသည်။ ဖိအားလျှော့ အနေအထား ပြုလုပ်ရန် ကုန်ကျစရိတ် မြင့်မားသဖြင့် လုပ်ငန်းရှင်အများစု အသုံးပြုနိုင်ခြင်းမရှိပါ။

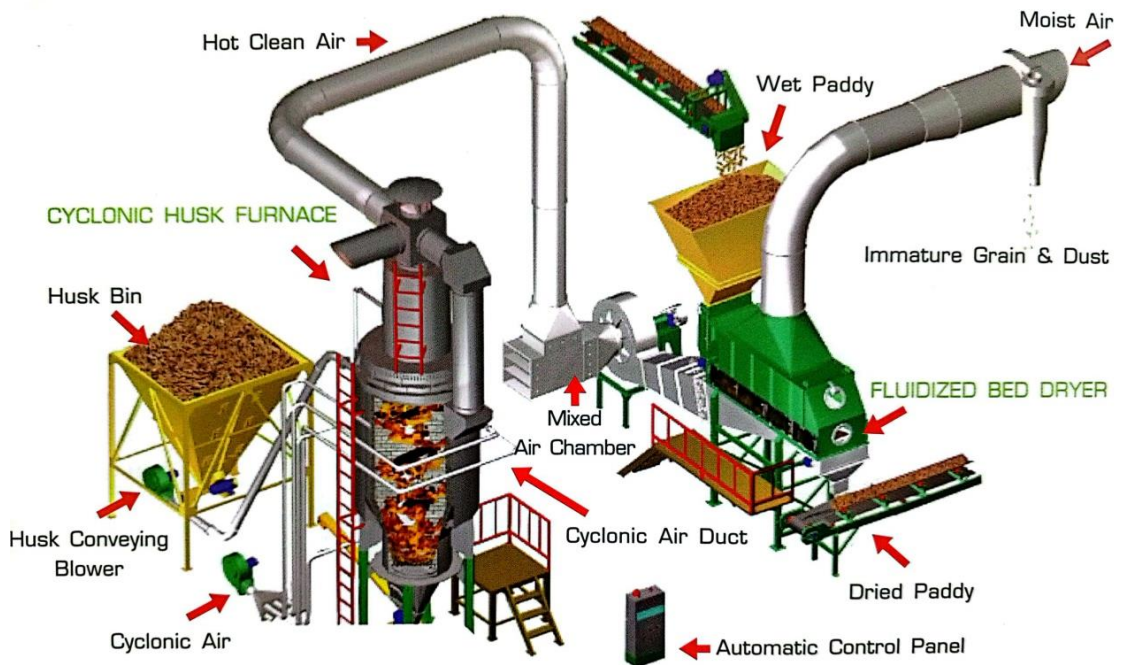
စပါးခြောက်စက်များ

၃.၂၈။ ပေါင်းပြီးစ စပါးသည် အစိုဓာတ် ၃၅%နှင့်အထက်တွင် ရှိသဖြင့် လျှော့ဆင်းနိုင်မှု အားနည်း သည်။ ထို့ကြောင့် ပုံမှန်စပါးခြောက်စက်ပုံစံများ၌ စပါးခြောက်စက်အတွင်း ခဲ၍ကပ်ကျန်နေခြင်းများ ရှိတတ်သည်။ ဆလင်ဒါပုံ စပါးခြောက်စက်များသည် အတွင်း၌ ရေနွေးငွေ့ပိုက်များဖြင့် အပူပေးထား သည်။ အစိုဓာတ် ၁၈% သို့မဟုတ် ၁၆% သို့ရောက်သည်အထိသာ အသုံးပြုသည်။ အပူချိန်မြင့်မား သဖြင့် ရိုးရိုးစပါးကို အသုံးပြု၍မရပါ။



ပုံ (၃.၁၀) ဆလင်ဒရီပုံ တုံးလုံးစပါးခြောက်စက်

၃.၂၉။ စပါးခြောက်သွေ့မှုကို မြန်ဆန်စေရန် လေပူအမြောက်အများနှင့် ထိတွေ့စေသော fluidized dryer ကိုလည်း အသုံးပြုကြသည်။ ဆန်ခါပေါ်က စပါးကို အောက်က အားပြင်းသောလေပူ မှုတ်ပေးခြင်းဖြင့် စပါးစေ့များအားလုံး လေနှင့်ကောင်းစွာ ထိတွေ့စေပြီး အစိုဓါတ်အမြန်ကျဆင်းစေ သည့်အပြင် လေအားကြောင့် စပါးများဆန်ခါမှ အနည်းငယ်ကြွတ်ကပ်ပြီး ရှေ့သို့ရွေ့လျားစေသည်။ အစိုဓါတ်ပါသော လေပူများကို အပေါ်ကစုပ်ယူဖယ်ရှားသည်။



ပုံ (၃.၁၁) Fluidized bed paddy dryer

၃.၃၀။ အစိုဓာတ် ၁၈% သို့မဟုတ် ၁၆%သို့ ရောက်ရှိလျှင် ရိုးရိုးစပါးခြောက်စက်ထဲသို့ ပြောင်း၍ အပူချိန်လျှော့ပြီး ဖြည်းဖြည်းစွာ အခြောက်ခံရမည်။ ၎င်းအစိုဓာတ်သည် ပေါင်းစပါးအတွက် သတိပြုရမည့် အရေးကြီးသောအစိုဓာတ် ဖြစ်သည်။ ပေါင်းစပါး၏ ပလပ်စတစ်အသားကဲ့သို့ ပြောင်းလဲသွားသော အတွင်းဆန်သားသည် အစိုဓာတ်ညီညာမျှတရန် ရိုးရိုးစပါးထက်ပို၍ အချိန်များစွာလိုအပ်သည် ဖြစ်ရာ ထိုအချိန်၌ အနားမပေးဘဲ ဆက်လက်အပူပေးပါက အက်ကြောင်းများ ပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် ရိုးရိုးစပါးခြောက်စက်အတွင်းသို့ ရောက်ရှိလာသော စပါးများကို လေပူလေအေး မှုတ်သွင်းခြင်း၊ စုပ်ထုတ်ခြင်းမပြုဘဲ ၄နာရီမှ ၆နာရီကြာ အနားပေးထားပြီးမှ ဆက်လက်အခြောက်ခံသင့်သည်။

၃.၃၁။ မြန်မာနိုင်ငံသို့ ရောက်ရှိနေသော အိန္ဒိယနိုင်ငံမှထုတ်လုပ်သည့် ပေါင်းစက်များတွင် ပါရှိလာသည့် စပါးခြောက်စက်များသည် LSU အမျိုးအစား များဖြစ်သည်။ အသုတ်လိုက်(batch type) လည်ပတ်၍ ခြောက်သွေ့စေသည့် စပါးခြောက်စက် (recirculating dryer) များ ဖြစ်သည်။ သတိပြုမိသည့်အချက်မှာ စပါးကိုအနားပေးသည့်အပိုင်း (tempering section) အလွန်နည်းပါးခြင်း ဖြစ်သည်။ လက်တွေ့စမ်းသပ်ချက်များအရ အပူချိန်နှင့်အစိုဓာတ်မျှတရန် ပေါင်းစပါးသည် ရိုးရိုးစပါးထက် ပို၍အချိန်ယူရသော်လည်း အဘယ်ကြောင့် အိန္ဒိယပေါင်းစက်များ၏ စပါးခြောက်စက်များ၌ အနားပေးခြင်းကို အလေးမထားသလဲ ဆိုသည့်အချက်မှာ စဉ်းစားစရာ ဖြစ်လာသည်။ အကြောင်းရင်းမှာ ပေါင်းစက်၏ ထုတ်လုပ်နိုင်မှုစွမ်းအား (capacity) ဖြစ်သည်။ ပေါင်းစက်၏ စက်စွမ်းအား (capacity) ကို ၂၄နာရီလျှင် ၂ပေါင်းနှုန်းဖြင့် တွက်ထားသည်။ စပါးခြောက်ချိန် ၇နာရီခန့်သာ ရှိသည်။ အစိုဓာတ် ၁၆% သို့ရောက်ရှိလျှင် ၆နာရီ ရပ်နားပါက ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း ပိုလာမည်ဖြစ်သော်လည်း ထုတ်လုပ်မှုစွမ်းအားများစွာလျော့နည်းသွားသဖြင့် အိန္ဒိယနိုင်ငံသားများအတွက် အကျိုးမရှိပါ။ အကြောင်းရင်းမှာ အနားမပေးခြင်းကြောင့် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ဆန်ကွဲကျိုးကြေမှုသည် ဘေးထွက်ပစ္စည်းဖြစ်သွားဘဲ တန်းနိမ့် ပြည်းတွင်းစားဆန်အနေဖြင့် ရောနှော၍ (နိုင်ငံတော်အရန်ဆန်) အဖြစ် အစိုးရသို့ မဖြစ်မနေ ရောင်းချ ပေးသွင်းရခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။ စပါးခြောက်စက်တွင် အနားပေးခြင်းကြောင့် ဆန်ကွဲကျိုးကြေမှုမရှိလျှင် ဆန်သားကိုသာ ပြည်တွင်းစားဆန်ဈေးနှုန်းဖြင့် ပေးသွင်းရမည်ဖြစ်သည်။ မည်သည့်နေရာကမျှ ရောစပ်ရန် ပေါင်းဆန်ကွဲ ဝယ်ယူ၍ ရရှိနိုင်မည်မဟုတ်ပါ။ မြန်မာနိုင်ငံအနေဖြင့် ပေါင်းဆန်စားသုံးမှု မရှိသည့်အတွက် တတ်နိုင်သမျှ ပေါင်းဆန်ကွဲ အထွက်နည်းရေးကို ဦးစားပေး၍ စဉ်းစားသင့်သည်။

၃.၃၂။ အနားပေးထားပြီးသောစပါးကို အပူချိန် ၇၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ထက် မပိုသောအပူချိန်ဖြင့် မိမိအလိုရှိသော စပါးအစိုဓာတ်သို့ရောက်အောင် အခြောက်ခံနိုင်သည်။ လိုအပ်သော အစိုဓာတ်သို့ ရောက်ရှိလျှင် ချက်ချင်းမထုတ်ဘဲ အနည်းဆုံး ၄နာရီကြာမျှ စပါးခြောက်စက်ထဲ၌ လေဝင်လေထွက် မပြုလုပ်ဘဲ ပတ်ဝန်းကျင်အပူချိန်သို့ရောက်ရှိအောင် ထားပေးရမည်။ ဆန်သားတွင် ရရှိထားသောအပူဓာတ်များ သဘာဝအတိုင်း လျော့ကျသွားစေရန်နှင့် ဖွဲ့စည်းပုံပြောင်းလဲသွားသော ဆန်သား

၏ မာကြောမှု၊ အရောင်ကြည်လင်မှုတို့အတွက် အချိန်များစွာလိုအပ်သောကြောင့် ဖြစ်သည်။ ထိုအချိန်၌ ဆန်သား၏ အပြင်လွှာအစိုဓာတ်နှင့် အလယ်ဗဟိုရှိ အစိုဓာတ်တို့ ကွာခြားနေမည်ဖြစ်ပြီး ညီညာမျှတရန်လည်းလိုအပ်သည်။ စပါးခြောက်စက်အတွင်း မထားရှိလိုပါက သဘာဝအတိုင်းသာ လေဝင်လေထွက်ရှိသော လှောင်ကန်များတွင် ထည့်ထားနိုင်သည်။ လေဝင်လေထွက်မရှိသော ဆိုင်လိုကဲ့သို့ အလုံပိတ် လှောင်ကန်များအတွင်း မထားရှိရန်နှင့် ပန်ကာမောင်းနှင်၍ လေဝင်လေထွက် မပြုလုပ်ရန် ဖြစ်သည်။ စပါးခြောက်စက်ကထွက်လာသောစပါးကို နာရီအနည်းငယ်အတွင်း ကြိတ်ခွဲပါက အတွင်း ဆန်သား ပျော့ပြောင်းနေချိန်ဖြစ်၍ အရောင်တောက်ပြောင်မှု မရနိုင်ပါ။ အဆင့်မြင့် ကြိတ်ဖွပ်ထားသော်လည်း စက်ကြိတ်အဆင့် နိမ့်နေသကဲ့သို့ ဖြစ်နေတတ်သည်။

ပေါင်းဆန်ကြိတ်ခွဲခြင်း

၃.၃၃။ ကြိတ်ခွဲရာတွင် အကြမ်းမခံ၊ ကျိုးကြေရန် လွယ်ကူသော မြေဖြူရောင်ဆန်များသည် ပေါင်းစပါး ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ကျစ်လစ်မာကြောသွားသည်။ ရာသီဥတုနှင့် အစိုဓာတ်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်သော ဆန်သားအက်ကွဲကြောင်းများ ပေါင်းစည်းပျောက်ကွယ်သွားသည်။ ဆန်သားအတွင်း၌ ကြားလွတ်နေရာများဖြင့် ဖွဲ့စည်းထားသော ကော်ဓာတ်ပုံဆောင်ခဲများ ပုံစံပြောင်း၍ ကြီးထွားလာပြီး ကြားလွတ်နေရာများ ပြည့်သွားသဖြင့် ဆန်သား၏ကြံ့ခိုင်မှု မြင့်လာသည်။ ဤသို့ဆိုလျှင် ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ စက်ပိုင်းဆိုင်ရာ ဒဏ်အားကြောင့်သာလျှင် ကျိုးကြေရန် ရှိတော့သည်။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်သည့် လုပ်ငန်းစဉ်များ၌ ကော်ဓာတ်ကြေပျက်မှု ကောင်းစွာဖြစ်ခဲ့သည့်တိုင် အခြောက်ခံသည့် အဆင့်တွင် ကြပ်ဆတ်မှု ဖြစ်လာနိုင်သေးသည်။

၃.၃၄။ ပေါင်းစပါးမပြုလုပ်မီက ကောင်းစွာသန့်စင်ခဲ့ပြီး ဖြစ်လျှင် ကြိတ်ခွဲရာ၌ သန့်စင်ဖယ်ရှားရန် များများစားစား မရှိနိုင်တော့ပါ။ ပုံသဏ္ဌာန်ပျက်နေသော စပါးများလောက်သာ ရှိပေမည်။ စပါးခွံနှစ်ခြမ်း ပွင့်ဟသွားခြင်းကြောင့် ရေစုပ်ယူမှုလွန်ကဲသော စပါးစေ့များပုံပျက်သွားပြီး အခြားစပါးစေ့နှင့် ပူးကပ်နေမှု ရှိနေတတ်သည်။ စပါးခွံနှစ်ခြမ်းသည် အနည်းငယ်ပွင့်နေပြီးဖြစ်၍ အခွံချွတ်ရာ၌ ဖိအားများစွာမလိုအပ်ဘဲ လွယ်ကူစွာ အခွံကျွတ်သည်။ အခွံချွတ်စဉ် ကျိုးကြေသော ဆန်ကွဲများသည် လုံလောက်သည့် အရွယ်အစားကြီးမားသဖြင့် စပါးခွံလှေရာ၌ လိုက်ပါသွားခြင်း မဖြစ်နိုင်ပါ။ ဖွဲနုလွှာသည် အတွင်းဘက်ရှိ ကော်သားလွှာနှင့် ပူးကပ်သွားပြီး မာကြောသဖြင့် အဖြူဖွပ်ရန်ခက်ခဲသည်။ အစေ့လောင်းအိမ် (germ) တွင်ပါရှိသော အဆီဓာတ်နှင့်အသားဓာတ်များသည် ဆန်သားမျက်နှာပြင်နှင့်ဖွဲနုတွင် ပျော်ဝင်မှုကြောင့် ကြိတ်ဖွပ်ရာတွင် ချော်ထွက်နေပြီး ဖွဲနုကိုလည်း အတုံးအခဲဖြစ်စေသည်။ ထိုကဲ့သို့ ဖြစ်ပေါ်မှုသက်သာစေရန် သမားရိုးကျ မတ်တတ်ဆန်ဖြူကျောက်များ အသုံးပြု၍ ကြိတ်ခွဲခဲ့စဉ်က ပထမကျောက်နှင့် ဒုတိယကျောက်များတွင် ဆန်နှင့်အတူ စပါးခွံများ ရောနှော၍ ကြိတ်ဖွပ်ခြင်းဖြင့် ဖွဲနုများအတုံးအခဲ ဖြစ်ပြီး ကပ်ဆန်ခါပိတ်ဆိုမှုကို သက်သာစေရန် ဆောင်ရွက်ခဲ့ကြသည်။ ဆန်ဖြူကျောက်၏ ကျောက်အိမ်အတွင်း အပူချိန်မြင့်တက်မှုမရှိစေရန် လေဝင်လေထွက် ပိုမိုအားကောင်းစေခြင်း၊ ကျောက်တလုံးမှ နောက်တလုံးသို့အကူးတွင် အချိန်အနည်းငယ် အနားပေး

ခြင်း၊ ကြိတ်ဖွပ်မှု၊ ငှဆင့်ထားရှိခြင်း၊ ပိုမိုမာကြောသည့် ဆန်ဖြူကျောက် ကျောက်သားကို အသုံးပြုခြင်း၊ ကျောက်ဆံ လည်ပတ်နှုန်းကို ပုံမှန်ထက် ၁၀% ခန့် ပိုထားခြင်း၊ တို့ကို ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

၃.၃၂။ အဖြူဖွပ်ပြီးလျှင် ဆန်အရောင် ပြောင်လက်လာစေရန် ဆန်အရောင်တင်စက်ကို အသုံးပြုကြသည်။ အဖြူဖွပ်ပြီးဆန်တွင် ဆန်ကွဲများ၊ အရောင်မညီသောဆန်နှင့် ဆန်မဲ၊ ဆန်ပျက်များ ပါဝင်နေသဖြင့် ဆန်အရောင်မတင်မီ ဦးစွာရွေးထုတ် ဖယ်ရှားနိုင်ပါက ဆန်အရောင်တင်စက်တွင် ဝန်အားသက်သာ စေနိုင်သည်။ ဆန်တွင်ပါဝင်ခွင့်မရှိသော ဆန်ကွဲများကို ဝိုင်းဆန်ခါနှင့် ဆန်ခါလုံး အသုံးပြု၍ ဖယ်ရှားပြီးနောက် အရောင်မညီသောဆန်များကို ဆန်အရောင်ရွေးစက် အသုံးပြု၍ ဖယ်ရှားရှင်းလင်းရသည်။

အခန်း(၄)

ပေါင်းဆန်၏ ပြောင်းလဲလာသောအချက်များ

၄.၁။ ပေါင်းစပါးအဖြစ် ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် ပြောင်းလဲချက်များမှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။

- (က) စက်ကြိတ်ခွဲရာ၌ အခွံချွတ်မှု လွယ်ကူခြင်း
- (ခ) မူလက ရှိနေသော အက်ကွဲကြောင်းများ၊ ဗိုက်ဖြူများ ပျောက်သွားခြင်း
- (ဂ) ဆန်ကျိုးကြေမှုသက်သာ၍ ဆန်သားပို၍ ရရှိခြင်း
- (ဃ) ဖွဲနုတွင် ဆီပါရာနှုန်း ပိုလာခြင်း
- (င) သိုလှောင်ရာ၌ ပိုးထိုးရန် မလွယ်ကူခြင်း
- (စ) ဆန်ဆေးရာ၊ ထမင်းချက်ရာတွင် အနှစ်လိုက်ပါဆုံးရှုံးမှု နည်းပါးခြင်း
- (ဆ) ထမင်း မသိုးလွယ်ခြင်း
- (ဇ) ဖြူအောင်ကြိတ်ဖွပ်သော်လည်း အာဟာရဓါတ်များ ဆုံးရှုံးမှု နည်းပါးခြင်း
- (ဈ) အစာကြေချက်မှု ကောင်းမွန်ခြင်း
- (ည) ထမင်းကြော်ပါက ဆီစုပ်ယူမှု နည်းပါးခြင်း
- (ဋ) ဆန်၏ မူလအဖြူရောင်မှ ဝါကြန့်ကြန့်အရောင်သို့ ပြောင်းသွားခြင်း
- (ဌ) ထမင်း အနံ့၊ အရသာ ပြောင်းသွားခြင်း
- (ဍ) ချက်ပြုတ်ရာ၌ အချိန်ပိုခြင်းတို့ ဖြစ်သည်

၄.၂။ ပေါင်းဆန်ကြိတ်ခွဲရာမှ ရရှိသောစပါးခွံသည် ရေစိမ်ပြီးပေါင်းထားသောစပါးဖြစ်၍ သန့်စင်ပြီး အမှုအမွှားနည်းပါးသည်။ လောင်စာအဖြစ်အသုံးပြုပါက မီးလောင်ကျွမ်းမှု ကောင်းမွန်သည်။ ပိုးသတ်ထားသကဲ့သို့ သန့်စင်သဖြင့် စားသောက်ကုန်၊ အသီးအနှံများ ထုပ်ပိုးရာ၌ အသုံးပြုနိုင်သည်။ အစေ့လောင်းအိမ်တွင်ပါရှိသော အဆီဓါတ်များ ဖွဲနုလွှာသို့ စိမ့်ဝင်ပြန့်နှံ့သွားခြင်းကြောင့် ပေါင်းဖွဲနုသည် ရိုးရိုးဖွဲနုထက် ဆီပါရာနှုန်းပိုများသည်။ ရိုးရိုးဖွဲနုတွင် ဆီပါရာနှုန်း ၁၂% မှ ၁၄% ရှိနိုင်ပြီး ပေါင်းဖွဲနုတွင် ၁၄% မှ ၁၆% အထိ ရှိနိုင်သည်။ ရိုးရိုးဖွဲနုသည် ကြိတ်ဖွပ်ထွက်ရှိပြီး ၁၂နာရီအတွင်း၌ အချဉ်ဓါတ်ဖြစ်ပေါ်မှု ၁နာရီလျှင် ၁% တက်နိုင်သော်လည်း ပေါင်းဖွဲနုသည် ၁၅ရက်ခန့်ကြာမှ အချဉ်ဓါတ် တက်သဖြင့် ဖွဲနုသယ်ယူချိန်အတွင်း ပျက်စီးမှုသက်သာသည်။

၄.၃။ ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ဖွဲနုလွှာတွင်ရှိသော ရေတွင်ပျော်ဝင်နိုင်သည့် ဘီတာမင်များ ဆန်သားထဲသို့ စိမ့်ဝင်သွားသဖြင့် ဖွဲနုလွှာကုန်စင်အောင် အဖြူဖွပ်သော်လည်း ထိုအာဟာရဓါတ်များ အကုန်ပါမသွားဘဲ ကျန်ရှိနေသေးကြောင်း တွေ့ရသည်။ ဘီတာမင်ဘီအုပ်စုဝင် ရိုင်ဘိုဖလေဘင် (riboflavin) ဓါတ်သည် ပေါင်းဆန်ပြုလုပ်စဉ်၌ အပူကြောင့် လျော့နည်းသွားခြင်းမရှိသော်လည်း သိုင်ယာမင်း (thiamine) ဓါတ်မှာ အနည်းငယ် ယုတ်လျော့သွားကြောင်း သိရသည်။ မူလဆန်သား

နှင့် ပေါင်းဆန်တို့၏ မကြိတ်ဖွပ်မီနှင့် ကြိတ်ဖွပ်ပြီးနောက် သိုင်ရာမင်းခါတ်နှင့် ပရိတင်းခါတ် ကျန်ရှိမှု အနေအထားကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်-

ပေါင်းစပါး ပြုလုပ်သည့် နည်း	Thiamine (µg/g)				Protein (%)	
	ရိုးရိုး လုံးတီးဆန်	ပေါင်း လုံးတီးဆန်	ရိုးရိုး ဆန်ဖြူ	ပေါင်း ဆန်ဖြူ	ရိုးရိုး ဆန်ဖြူ	ပေါင်း ဆန်ဖြူ
သမားရိုးကျ ရေပူစိမ်းနည်း	3.2	2.5	0.4	1.9	8.3	7.3
ခါတ်ခွဲခန်း ရေပူစိမ်းနည်း	3.8	3.2	0.6	2.9	9	8.6
US ရေပူစိမ်းနည်း	3.9	2.8	0.5	2.1	6.6	6.2

ဇယား (၄.၁) ကြိတ်ဖွပ်ပြီး ပေါင်းဆန်နှင့် ဆန်ဖြူတွင် အာဟာရခါတ် ကျန်ရှိမှု

ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း၏ အကျိုးသက်ရောက်မှုများ

၄.၄။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်သည့်လုပ်ငန်းအဆင့်များမှာ စပါးသန့်စင်ခြင်း၊ ရေစိမ်းခြင်း၊ ပေါင်းခြင်း၊ အခြောက်ခံခြင်း ဟူ၍ ၄ပိုင်းရှိရာ သန့်စင်မှုအပိုင်းနှင့်ပတ်သက်၍ ဖယ်ထုတ်ရမည့် အရာများကို ဆိုင်ရာ စက်ကိရိယာများ အသုံးပြု၍ ဖယ်ထုတ်ခြင်းမပြုဘဲ သာမန်အဆင့် ဖုန်သဲခဲသန့်စင်မှုမျှသာ ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ဆန်အရောင်ရွေးမှုအပိုင်း၌ မနိုင်မနင်းဖြစ်ပြီး စက်စွမ်းအား လျော့ချရမှု၊ ပေါင်းဆန်ကွဲတွင် အမဲစေ့များပါဝင်နေ၍ အမြင်မလှမှု၊ တန်ဖိုးလျော့နည်းမှုများကို ရှေ့ပိုင်းတွင် ဖော်ပြခဲ့ပြီး ဖြစ်သည်။ ဆက်လက်၍ ရေစိမ်းခြင်း၊ ပေါင်းခြင်း၊ ခြောက်သွေ့ခြင်းတို့တွင် အပူချိန်နှင့် အခြားသော အခြေအနေများကြောင့် ပေါင်းဆန်၏အရောင်နှင့် စက်ကြိတ်ထွက်နှုန်းတို့အပေါ် သက်ရောက်မှုများ ကို ဖော်ပြသွားပါမည်။

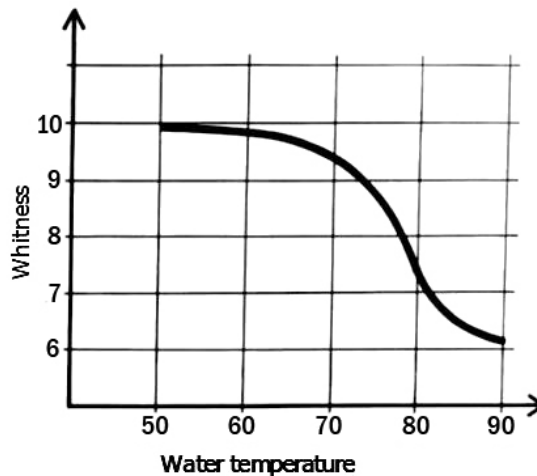
ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၅။ ပေါင်းဆန်အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် ရေစိမ်းခြင်း၊ ပေါင်းခြင်း၊ ခြောက်သွေ့ခြင်း၊ သိုလှောင်ခြင်း လုပ်ငန်းစဉ်အားလုံး၌ ဖြစ်ပေါ်သည်။ ရေစိမ်းသည့်အပူချိန်နှင့် အချိန်ကာလသည် အင်ဇိုင်းများ၏ သကြားထုတ်လုပ်မှုကို အထောက်အကူပြုပြီး ရေနွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းရာ၌ အရောင်ရင့်မှုကိုဖြစ်စေသည် ဟု Gariboldi ကဆိုသည်။ အပူချိန် ၆၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်သည် အင်ဇိုင်းများအတွက် အကောင်းဆုံးအပူချိန်ဖြစ်ကြောင်း Jayanarayanan ၏ တွေ့ရှိချက်တွင် ဖော်ပြသည်။ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် စပါးခွံတွင်ပါရှိသော အရောင်ချယ်ပစ္စည်း (pigment) များ ရေတွင်ပျော်ဝင်ပြီး ဆန်သားထဲ စိမ့်ဝင်ခြင်းကြောင့်ဖြစ်သည်။ ထို့အပြင် ရေအပူချိန် ၇၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်နှင့် အထက်တွင် ရေစိမ်းခြင်း၊ ရေစိမ်းချိန်တွင် ဖွန့်လွှာမှ ခါတ်လျှော့သကြားနှင့် အမိုင်နိုအက်စစ် ခါတ်ပြုခြင်း၊ စပါးစိမ်းသောရေ၏ pH အနေအထားတို့သည်လည်း အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အကျိုးသက်ရောက်စေသည်။ အရောင်ရင့်မှုသည် အပူချိန် ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တွင် စတင်ဖြစ်ပေါ်ပြီး ၁၂၃ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်တွင် သိသာစွာ

ပြောင်းလဲကြောင်း Robert ဆိုသူက ထုတ်ဖော်ခဲ့သည်။ အပူကြောင့် ဓါတ်ပြိုကွဲ၍ ထွက်လာသည့် အမိုင်နိုအက်စစ်နှင့် ဓါတ်လျှော့သကြားတို့ ဓါတ်ပြုပြီး အညှိရောင်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကို အင်ဇိုင်းကြောင့် မဟုတ်သော အရောင်ပြောင်းလဲမှု (non-enzymatic browning reaction) သို့မဟုတ် Maillard type reaction ဟုခေါ်သည်။ ရှေးယခင်က စပါးကို ရေအေးဖြင့်စိမ်သဖြင့် ရေစိမ်ဝရန် (အစိုဓါတ် ၂၇% ခန့်သို့ ရောက်ရှိရန်) အချိန်အားဖြင့် ၂ရက်ခန့်ကြာသည်။ အင်ဇိုင်းများက သကြားပို၍ ထုတ်လုပ်ခြင်းကြောင့် ပေါင်းဆန်အရောင် ပို၍ရင့်စေသည်။

ရေအပူချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၆။ ရေစိမ်သည့်အပူချိန်သည် ပေါင်းဆန်အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အကျိုးသက်ရောက်မှု ဖြစ်စေသည်။ ရေအပူချိန် ၆၅ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အထိ အရောင်ပြောင်းလဲမှု အနည်းငယ်သာရှိသော်လည်း ၇၀ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ကျော်ပါက အရောင်ပြောင်းလဲမှု သိသာစွာမြင့်မားလာကြောင်း လက်တွေ့ စမ်းသပ်ချက်အရ သိရသည်။ ရေအပူချိန် ၇၀ နှင့် ၈၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အကြားတွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု အများဆုံးဖြစ်ပေါ်သည်။ ထို့ကြောင့် Gariboldi ၏ crystal rice ပေါင်းဆန်ထုတ်လုပ်ရာ၌ ရေအပူချိန် ၆၅ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ကို အသုံးပြုပြီး လေဖိအား 2bar g ခန့်ပေး၍ ၄၅မိနစ်ခန့်တွင် ရေစိမ်စေသည်။ ရေအပူချိန်အလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အောက်တွင်ပုံပြုများဖြင့် ဖော်ပြထားသည်-

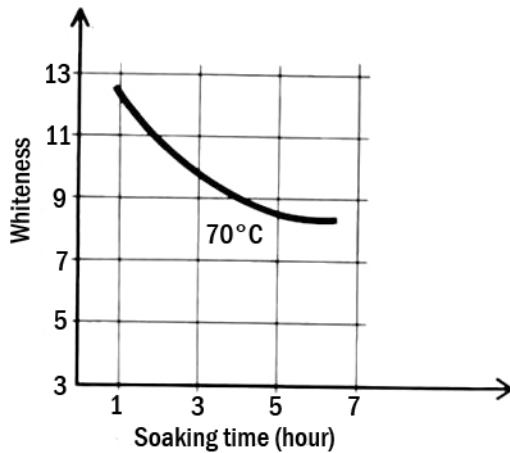


Source: Jayanaratanan, 1964

ပုံ (၄.၁) ရေအပူချိန်အလိုက် အရောင်ရင့်မှု

ရေစိမ်ကြာချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၇။ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် ရေအပူချိန်အပေါ်၌သာမက ရေစိမ်သည့် အချိန်ကြာမှုအလိုက်လည်း ကွာခြားနိုင်သည်။ ရေအပူချိန် ၇၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် စိမ်ထားသောစပါး၏ ရေစိမ်ကြာချိန် နာရီအလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အောက်ပါပုံပြုများတွင် တွေ့ရှိနိုင်သည်။ ရေစိမ်ပြီး ၃ နာရီ အတွင်း၌ အရောင်ပြောင်းလဲမှု မြင့်မားပြီး ၃ နာရီ နောက်ပိုင်းတွင် အနည်းငယ်လျော့ကျသွားသည်။ ရေစိမ်ချိန် ၅နာရီ အကြာတွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု ရပ်တန့်သွားသည်-

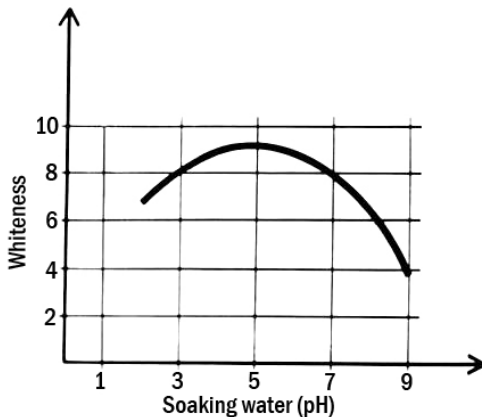


Source: Jayanarayanan, 1964

ပုံ (၄.၂) ရေစိမ်းချိန်အလိုက် အရောင်ရင့်မှု

ရေ၏ချဉ်ငံသတ္တိ (pH)နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၈။ စပါးစိမ်းသည့်ရေ၏ ချဉ်ငံသတ္တိ (pH) သည်လည်း အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အကျိုးသက်ရောက်မှု ဖြစ်စေသည်။ pH တန်ဖိုး 5 တွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု အနည်းဆုံးဖြစ်ပြီး pH တန်ဖိုး မြင့်လာလျှင် အရောင်ပြောင်းလဲမှုလည်း မြင့်လာကြောင်း တွေ့ရသည်။

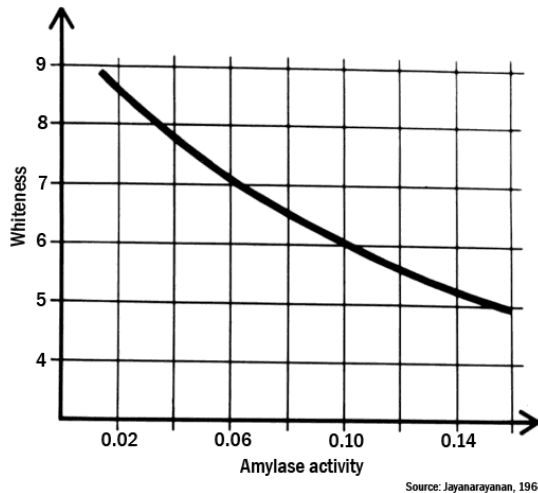


Source: Jayanarayanan, 1964

ပုံ (၄.၃) ရေ၏ pH အလိုက် အရောင်ရင့်မှု

Amylase activity နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၉။ ရေအပူချိန်နှင့် ရေစိမ်းသည့်အချိန်ကြာမှုသည် ဆန်သားအရောင် ပြောင်းလဲမှုသာမက အင်ဇိုင်းများ၏ လုပ်ဆောင်နိုင်မှုကိုလည်း အထောက်အကူပေးသည်။ အထူးသဖြင့် အမိုင်းလေ့(စ) အင်ဇိုင်း (enzymic amylase) ၏ သကြား(ဂလူးကို့စ်)ထုတ်လုပ်မှုကို အထောက်အကူပေးသည်။ အမိုင်းလေ့(စ) အင်ဇိုင်း၏ စွမ်းဆောင်မှုသည် အပူချိန် ၆၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တွင် အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။ အမိုင်းလေ့(စ) စွမ်းဆောင်မှုအလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်-



ပုံ (၄.၄) Amylase စွမ်းဆောင်မှုကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု

ပေါင်းသည့်အပူချိန်၊ ကြာချိန်တို့နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

၄.၁၀။ အရောင်ပြောင်းလဲမှု ပမာဏသည် စပါးကို ရေစိမ်သည့်အပိုင်း၌ အများဆုံးဖြစ်ကြောင်း သိရသည်။ ရေစိမ်ပြီး ပေါင်းသည့်အချိန်၌လည်း ပေါင်းသည့်အပူချိန်နှင့် ပေါင်းကြာချိန်တို့အလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှု ဖြစ်ပေါ်သည်။ အပူချိန်သည် ရေနွေးငွေ့ဖိအား(မီးပေါင်) နှင့်တိုက်ရိုက် အချိုးတူ ပြောင်းလဲလျက်ရှိသဖြင့် ရေနွေးငွေ့ဖိအားအလိုက် အပူချိန်ကို သိရှိနိုင်ရန် ပြည့်ဝရေနွေးငွေ့ (saturated steam) ၏ ဖိအားအလိုက် အပူချိန်များကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်-

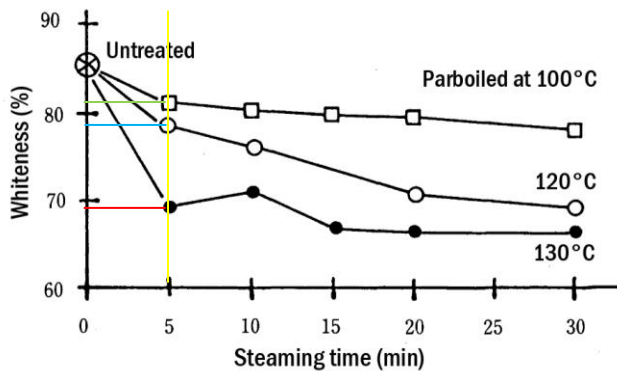
Temperature of saturated steam

Pressure			Temp:			Pressure			Temp:			Pressure			Temp:		
psi	kg/cm ²	°C	psi	kg/cm ²	°C	psi	kg/cm ²	°C	psi	kg/cm ²	°C	psi	kg/cm ²	°C	psi	kg/cm ²	°C
2	0.14	109.2	40	2.8	141.5	85	5.95	164.2									
4	0.28	106.9	45	3.15	144.7	90	6.3	166.2									
8	0.56	112.6	50	3.5	147.6	95	6.65	168.1									
10	0.70	115.0	55	3.85	150.3	100	7.00	169.9									
15	1.05	120.9	60	4.20	152.9	105	7.35	171.7									
20	1.40	126.0	65	4.55	155.4	110	7.70	173.4									
25	1.75	130.4	70	4.90	157.8	115	8.05	175.1									
30	2.10	134.4	75	5.25	160.0	120	8.40	176.7									
35	2.45	138.1	80	5.60	162.2	125	8.75	178.2									

ဇယား (၄.၂) မီးပေါင်အလိုက် ရေနွေးငွေ့အပူချိန်များ

၄.၁၁။ ရေနွေးငွေ့အပူချိန်နှင့် ပေါင်းချိန်အလိုက် ပေါင်းဆန်အရောင် ပြောင်းလဲမှုကို ဂျပန်နိုင်ငံ၊ Institute of Agricultural & Forest Engineering, University of Tsukuba တွင် စမ်းသပ်ခဲ့ခြင်း ဖြစ်သည်။ အင်ဒီကာ လုံးရှည်စပါး လွယ်ကူစွာမရနိုင်သဖြင့် ဂျပန်နီကာ လုံးဝိုင်း Kiyonishiki ဖြင့်စမ်း

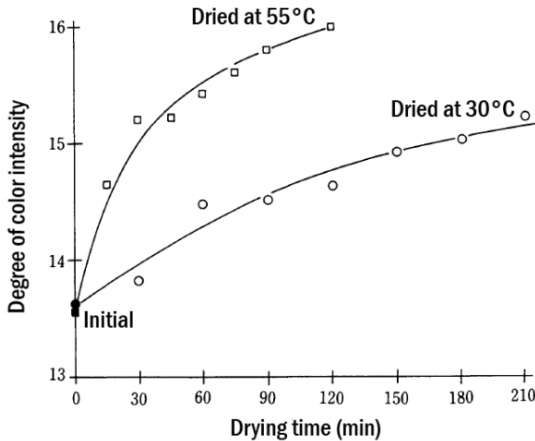
သပ်ခဲ့သည်။ ဂျပန်နီကာစပါးသည် အင်ဒီကာစပါးထက် ပေါင်းကျက်အပူချိန် ၁၀ ဒီဂရီမှ ၁၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ခန့် နိမ့်လေ့ရှိသည်။ စမ်းသပ်မှုတွင် ရေဇွေးငွေ့အပူချိန် 100°C, 120°C, 130°C တို့ဖြင့် အပူချိန် ၁မျိုးလျှင် အပူပေးချိန် ၅မိနစ်မှ မိနစ် ၃၀ အထိ ၅မျိုးစီ၊ စုစုပေါင်း နမူနာ ၁၅ခုကို နှိုင်းယှဉ်စစ်ဆေးခဲ့သည်။ အပူချိန် အမြင့်ဆုံးဖြင့်ပေါင်းသည့် ပေါင်းဆန်သည် အပူပေးချိန်အားလုံး၌ အရောင်အရင့်ဆုံးဖြစ်ကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် ပထမ ၅မိနစ်အတွင်း၌ သိသာစွာ ပြောင်းလဲသော်လည်း ဆက်လက်အပူပေးရာတွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု အနည်းငယ်သာရှိကြောင်း တွေ့ရသည်။ မူလဆန်သား၏ အဖြူဒီဂရီ 85% ခန့်ရှိနေရာမှ ရေဇွေးငွေ့အပူချိန် 100°C ဖြင့် ၅မိနစ်ပေါင်းပြီးချိန်တွင် 82% ခန့်သို့လည်းကောင်း၊ အပူချိန် 120°C ဖြင့် ၅မိနစ်ပေါင်းပြီးချိန်တွင် 78% ခန့်သို့လည်းကောင်း လျော့ကျပြောင်းလဲပြီး အပူချိန် 130°C ဖြင့် ၅မိနစ်ပေါင်းပြီးချိန်တွင် 69% ခန့်သို့ သိသိသာသာ ပြောင်းလဲသွားကြောင်း တွေ့ရှိနိုင်သည်။ အင်ဒီကာစပါးတွင်လည်း ရေဇွေးငွေ့ အပူချိန် 130°C မှ 170°C အကြား၌ အရောင်ပြောင်းလဲမှု မြင့်မားကြောင်း Bhattachatya (1986) အရ သိရှိရသည်။



ပုံ (၄.၅) ရေဇွေးငွေ့အပူချိန်နှင့် ပေါင်းကြာချိန်အလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှု

အခြောက်ခံသည့်အပူချိန်နှင့် ပေါင်းဆန်အရောင်

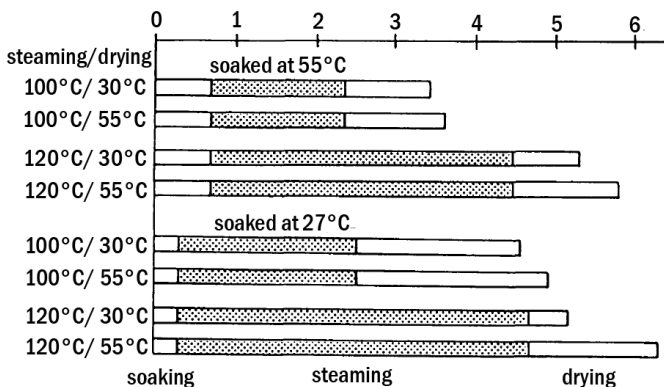
၄.၁၂။ ရေစိမ့်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်း၊ အဆင့်များ၌ အရောင်ပြောင်းလဲမှု အနည်းဆုံးဖြစ်စေရန် အထက်ဖော်ပြပါ ဂျပန်နီကာစပါးကို ရေအပူချိန် ၂၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တွင် ၂၄ နာရီစိမ့်ပြီး ရေဇွေးငွေ့အပူချိန် ၁၀၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် မိနစ် ၂၀ ပေါင်းသည်။ ထို့နောက် ပေါင်းစပါးကို အအေးခံပြီးမှ အပူချိန် ၃၀ နှင့် ၅၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်တို့ဖြင့် အခြောက်ခံသည်။ အခြောက်ခံစဉ် နာရီအလိုက် ပေါင်းဆန် အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို အောက်ပါအတိုင်းတွေ့ရှိရသည်။ အခြောက်ခံသည့် အပူချိန်မြင့်လျှင် အခြောက်မြန်သော်လည်း အရောင်ပို၍ရင့်စေကြောင်း တွေ့ရသည်။ ပေါင်းစက်များတွင် ပေါင်းပြီးစ စပါးကို အအေးမခံဘဲ စပါးခြောက်စက်သို့ တိုက်ရိုက်ပို့လွှတ်၍ အခြောက်ခံပါက ပေါင်းကျက်မှု ဆက်လက် ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် ဆန်သားသည် အရောင်ပိုရင့်ခြင်း၊ ပို၍မာကြောပြီး ကြွပ်ဆတ်ခြင်းတို့ ဖြစ်စေသည်။ Gariboldi ၏ crystal rice process တွင် ဖိအားလျှော့ချပြီး အပူချိန်အနည်းငယ်ဖြင့် စပါးကိုခြောက်သေ့စေသဖြင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု သက်သာစေသည်။



ပုံ (၄.၆) အခြောက်ခံကြာချိန်နှင့် အပူချိန် အလိုက်အရောင်ပြောင်းလဲမှု

ပေါင်းလုပ်ငန်းစဉ်နှင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု

၄.၁၃။ ပေါင်းဆန်၏ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် ရေစိမ့်ခြင်း၊ ရေခွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းခြင်း၊ အခြောက်ခံခြင်း၊ အဆင့်တိုင်း၌ ဖြစ်ပေါ်သည်။ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် မည်သည့်အဆင့်၌မဆို အပူချိန် မြင့်လျှင် အရောင်ပြောင်းလဲမှုအများဆုံး(အရောင်အရင့်ဆုံး) ဖြစ်ကြောင်းတွေ့ရှိရသည်။ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် မည်သည့်လုပ်ငန်းစဉ်အဆင့်တွင် အများဆုံးဖြစ်သည်ကို သိရှိနိုင်ရန် စမ်းသပ်လေ့လာမှု ပေါင်းများစွာ ပြုလုပ်ပြီးနောက် ရေခွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းစဉ် အရောင်ပြောင်းလဲမှု အများဆုံးဖြစ်ကြောင်းနှင့် ရေစိမ့်သည့်လုပ်ငန်းစဉ်၌ အနည်းဆုံးဖြစ်ကြောင်းတွေ့ရှိရသည်။ ရေအေးဖြင့် အချိန်ကြာမြင့်စွာ ရေစိမ့်ခြင်းသည် ရေပူစိမ့်ခြင်းထက် အရောင်ပို၍ရင့်ကြောင်းကိုလည်း တွေ့ရှိခဲ့သည်။ ပုံတွင် အခြေအနေ အမျိုးမျိုးဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည့် ပေါင်းဆန်များ၏ အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို ဖော်ပြထားသည်။ နမူနာများကို ရေအပူချိန် ၂မျိုးဖြင့် စိမ့်ထားပြီး တမျိုးစီတွင် ပေါင်းသည့်ရေခွေးငွေ့အပူချိန် ၂မျိုးနှင့် အခြောက်ခံသည့်အပူချိန် ၂မျိုးစီပြုလုပ်ထားသည်။ နမူနာတစ်ခုစီ၏ ရေစိမ့်ခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု၊ ရေခွေးငွေ့ဖြင့်ပေါင်းခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု၊ အခြောက်ခံခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှုများကို အသေးစိတ် တိုင်းထွာပြီး မှတ်တမ်းတင်ထားသည်။ နမူနာအားလုံးတွင် ရေခွေးငွေ့ဖြင့် ပေါင်းခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှု ပမာဏ အများဆုံးဖြစ်ပြီး ရေစိမ့်ခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် အနည်းဆုံးဖြစ်ကြောင်း တွေ့ရှိနိုင်သည်။



ပုံ (၄.၇) လုပ်ငန်းစဉ်အလိုက် အရောင်ပြောင်းလဲမှု

ပေါင်းဆန်အနံ့

၄.၁၄။ စပါးကို pH 7 ရှိသောရေတွင် စိမ်ပါက ခနာရီခန့်ကြာလျှင် pH 7.4 သို့ရောက်ရှိလာကြောင်း တွေ့ရသည်။ အက်စစ်ဓါတ် သက်ဝင်နေသော pH 2 ရှိသည့်ရေတွင်စိမ်ထားပါက ခနာရီခန့်ကြာလျှင် pH 4 ဖြစ်လာကြောင်း တွေ့ရသည်။ ရေမှ အက်စစ်ဓါတ်များနှင့် စပါးအတွင်းရှိ အယ်ကာလီဓါတ်များ ဓါတ်ပြု ဓါတ်ပျယ်မှုဖြစ်သည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။ ပေါင်းဆန်အနံ့သည် ရေစိမ်သည့်အဆင့်တွင် အများဆုံးဖြစ်ပေါ်နိုင်သဖြင့် အထူးဂရုစိုက်၍ သုတေသန ပြုလုပ်ခဲ့ကြသည်။ ရေအပူချိန်နှင့် ရေစိမ်ကြာချိန်တို့သည် ဆန်သားအပြင်လွှာရှိ ပရိုတင်းဓါတ်များ (albuminoids) ပျော်ဝင်မှုကို ဖြစ်စေသည်။ ၎င်းတို့ ဓါတ်ပြိုကွဲရာမှ အမိုင်နိုအက်စစ်ကဲ့သို့ အရာများထွက်လာသည်။ အပူဓါတ်ကြောင့် ဆာဖျူရိတ်တက် အမိုင်နိုအက်စစ် (sulphurated amino-acid) များ ထပ်မံပြိုကွဲခြင်းဖြင့် ဟိုက်ဒြိုလျင် ဆာလ်ဖိုက် (hydrogen sulphide) နှင့် ဩဂဲနစ်ဆာလ်ဖိုက် (organic sulphide) များ ထွက်လာသည်။ စပါးခွံတွင် ပါဝင်သော လစ်ဂနင်(lignin) ပြိုကွဲရာမှ ထွက်လာသော အယ်ကိုဟောနှင့် ပေါင်းမိသောအခါ ပေါင်းဆန်ကို အီသာ၊ အယ်ကိုဟော အနံ့အသက်များဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ပေါင်းဆန် အရောင်ပြောင်းလဲခြင်းနှင့် အနံ့အသက်များသည် အပူချိန်နှင့် အပူပေးချိန်ကြာမြင့်မှုအပေါ် မူတည်နေသဖြင့် ခေတ်မီအဆင့်မြင့်ပေါင်းစက်များ၌ အပူချိန်နှင့်အပူပေးချိန် တတ်နိုင်သမျှ လျော့နည်းအောင် ပြုလုပ်ကြသည်။

ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း

၄.၁၅။ မူလက စပါး၏အတွင်းဆန်သား ဖွဲ့စည်းပုံသည် ကျောက်စရစ်ခဲများ ပုံထားသကဲ့သို့ အရွယ်အစား အမျိုးမျိုးရှိသော ကော်ဓါတ်ပုံဆောင်ခဲများအကြား၌ နေရာလွတ်များရှိနေသည်။ ကြံခိုင်မှုအား မကောင်းသည့်အပြင် အစိုဓါတ်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် အက်ကွဲကြောင်းများလည်း ဖြစ်ပေါ်သဖြင့် ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေမှုဖြစ်စေသည်။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် အတွင်းဆန်သားရှိ ကော်ဓါတ် ပုံဆောင်ခဲများသည် ကြေပျက်ကြီးထွားလာပြီး ပေါင်းစည်းသွားသဖြင့် ကြားလွတ်နေရာများ ပြည့်သွားသည်။ ဆန်သားသည် ကျစ်လစ်မာကြောသွားသဖြင့် ဆန်ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေမှု များစွာ သက်သာသည်။ သို့ရာတွင် ဂျယ်လီသားကဲ့သို့ ပြောင်းလဲသွားသော ဆန်သားသည် ခြောက်သွေ့မှု ဖြစ်စဉ်အတွင်း၌ ကြွပ်ဆပ်သွားခြင်း၊ အက်ကွဲကြောင်း ဖြစ်သွားခြင်းများကြောင့် ရရှိသင့်သော ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းမရရှိဘဲ သတိမပြုမိသော ဆုံးရှုံးမှုများ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။

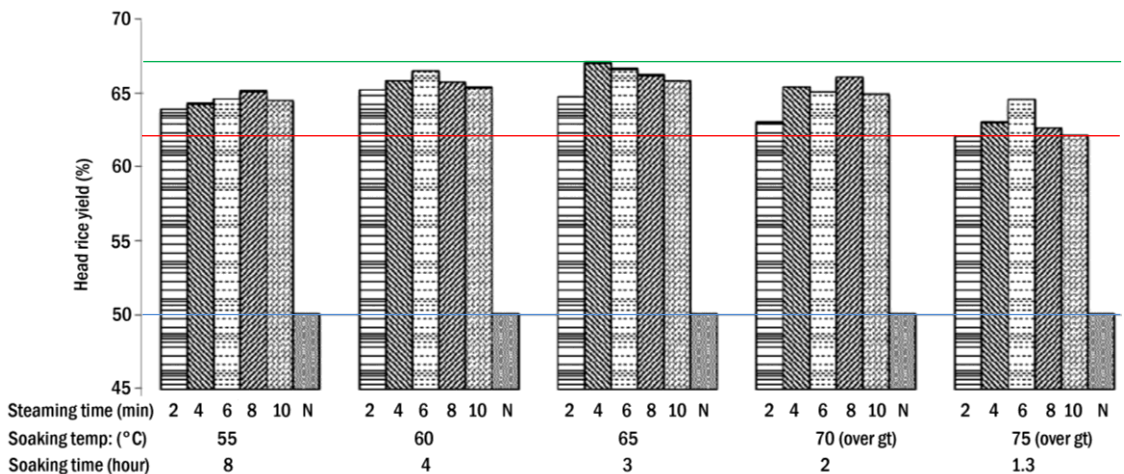
ရေစိမ်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်းနှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း

၄.၁၆။ ရေစိမ်သည့်အပူချိန်နှင့်ရေစိမ်ကြာချိန်၊ ပေါင်းသည့် ရေဓွေးငွေ့အပူချိန်နှင့်ပေါင်းကြာချိန်တို့နှင့်ပတ်သက်၍ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းအပေါ် အကျိုးသက်ရောက်မှုများကို ပညာရှင်အသီးသီးက စမ်းသပ် လေ့လာမှုပေါင်းများစွာဖြင့် သုတေသနပြုခဲ့ကြသည်။ နိုက်ဂျီးရီးယားနိုင်ငံ၊ Auchi Poly-technic တွင် လေ့လာစမ်းသပ်မှုအရ ရေအပူချိန် ၄မျိုး (60°C, 65°C, 70°C, 75°C) ဖြင့် ရေစိမ် ချိန် ၃မျိုး

(၂နာရီ၊ ၃နာရီ၊ ၄နာရီ) ထားရှိ၍ စမ်းသပ်ခဲ့ရာ ရေအပူချိန် 70°C နှင့် ၃နာရီစိမ်ခြင်းသည် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းအကောင်းဆုံးဖြစ်ကြောင်း အောက်ပါအတိုင်းတွေ့ရှိရသည်။

Soaking temperature °C	Milling quality(%)		
	Soaking Time		
	2 (hours)	3 (hours)	4 (hours)
60	90.3	91.7	90.4
65	92.3	95.7	93.5
70	94.6	98.5	94.7
75	94.4	98.1	94.4

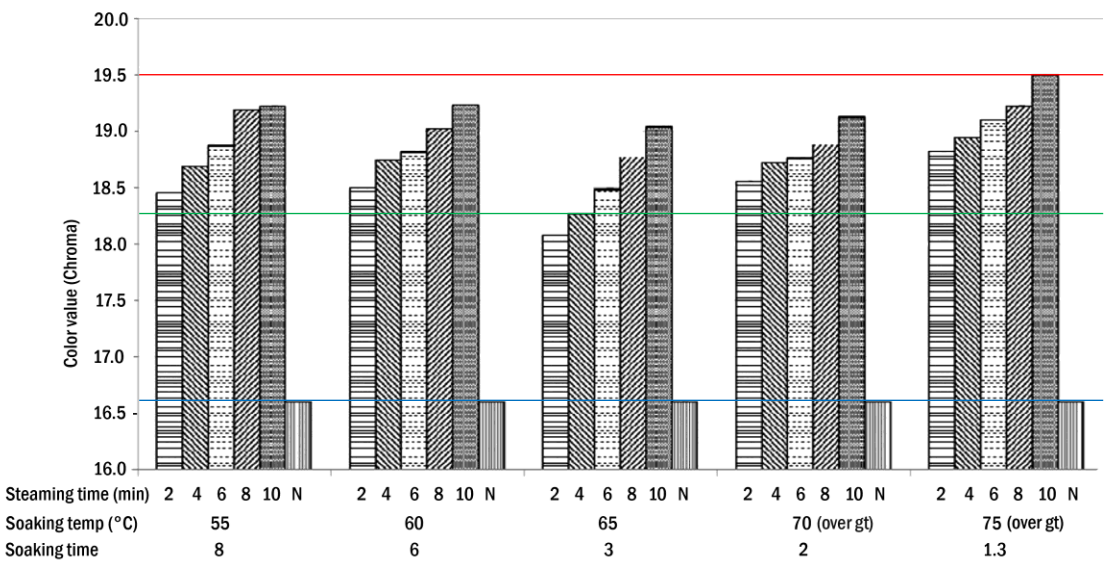
၄.၁၇။ အီရန်နိုင်ငံတွင် စိုက်ပျိုးထွက်ရှိသော အမိုင်းလို(စ) 22.9% ပါရှိပြီး ပေါင်းကျက်အပူချိန် (gelatinization temperature) 68°C ရှိသည့် Fajr အမည်ရှိ လုံးရှည်စပါးကို အပူချိန် ၅၅၊ ၆၀၊ ၆၅၊ ၇၀၊ ၇၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိသော ရေတွင် ရေအပူချိန်အလိုက် ၈နာရီ၊ ၄နာရီ၊ ၃နာရီ၊ ၂နာရီ၊ ၁နာရီ နှင့်မိနစ်၂၀ တို့ဖြင့်စိမ်ပြီး အပူချိန် ၉၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိသော ရေခဲခွေးငွေ့ဖြင့် နမူနာတမျိုးစီကို ၂မိနစ်၊ ၄မိနစ်၊ ၆မိနစ်၊ ၈မိနစ်၊ ၁၀မိနစ် ကြာမျှ ပေါင်းသည်။ ရရှိသောနမူနာ ၂၅ ခုကို ကြိတ်ခွဲကြည့်ရာ အပူချိန် ၆၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် ၃ နာရီ စိမ်ပြီး ၄ မိနစ်ပေါင်းထားသော စပါးက ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းအကောင်းဆုံး၊ ထိုရေစိမ်နမူနာမှ ၆ မိနစ် ပေါင်းထားသောစပါးက ဒုတိယ အကောင်းဆုံး ရရှိကြောင်းတွေ့ရသည်။ စပါး၏ပေါင်းကျက်အပူချိန်(gelatinization temperature) ထက်မြင့်သော အပူချိန် ၇၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် ၁နာရီမိနစ်၂၀ စိမ်ပြီး ၂မိနစ်ပေါင်းထားသည့်စပါးနှင့် ၁၀မိနစ် ပေါင်းထားသော စပါးနမူနာများက ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အညံ့ဆုံးဖြစ်သည်။ နမူနာအားလုံး၏ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းများကို ပေါင်းစပ်ပြုလုပ်ခြင်းမရှိသော ရိုးရိုးစပါး၏ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းနှင့် နှိုင်းယှဉ်လျက် အောက်တွင်ဖော်ပြထားသည်-



ပုံ (၄.၈) ရေစိမ်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်းအမျိုးမျိုးတို့တွင် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း

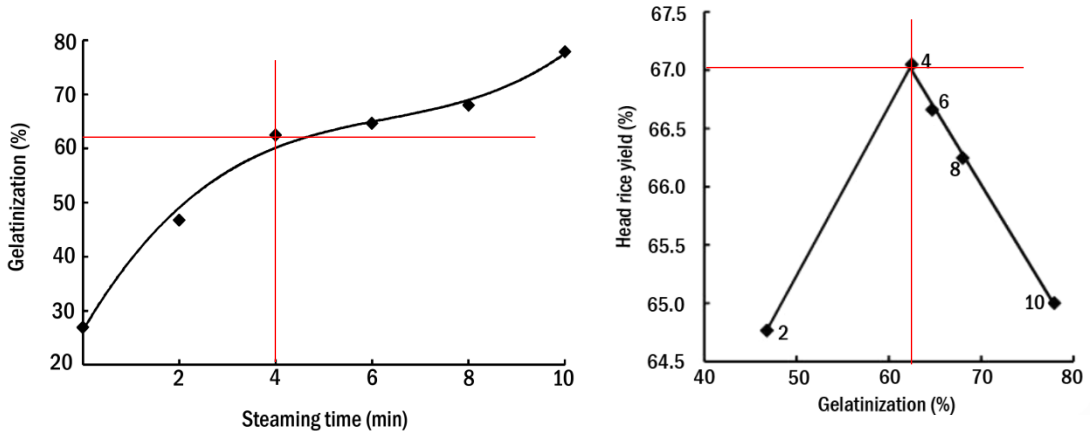
၄.၁၈။ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းများကို လေ့လာကြည့်ပါက ဆန်သားမာကြောမှုအတွက် လုံလောက်သောပေါင်းချိန် လိုအပ်ကြောင်းနှင့် ပေါင်းချိန်ကြာခြင်းကြောင့် ဆန်သားပိုမိုမာကြောမှု ရှိသော်လည်း ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းပိုမလာဘဲ ကြွပ်ဆတ်မှုကြောင့် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ကျိုးကြေမှုပိုလာကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ သင့်လျော်သည့် ရေစိမ်အပူချိန်၊ ကြာချိန်၊ ပေါင်းအပူချိန်၊ ပေါင်းကြာချိန်တို့သည် စပါးအမျိုးအစား၊ စပါး၏အရွယ်အစား အလုံးအကြီးအသေး၊ အမိုင်းလို(စ)ပါဝင်မှု အစရှိသည်တို့အလိုက် ကွဲပြားခြားနားမှုရှိသည်။ ရေစိမ်သည့်အဆင့်တွင် ရေစိမ်မဝခြင်းနှင့် ရေစိမ်လွန်ခြင်းသည်လည်း ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းကို လျော့ကျစေသည့်အပြင် ပေါင်းဆန်အရည်အသွေးကိုပါ ထိခိုက်စေသည်။ ရေအပူချိန်နိမ့်ပြီး ရေစိမ်ချိန်တိုလျှင် ရေစိမ်မဝသဖြင့် အပြည့်အဝပေါင်းကျက်မှု မရနိုင်ပါ။ ဆန်သား၏ ကြံ့ခိုင်မာကြောမှုလည်း လျော့နည်းမည်။ ရေအပူချိန်သည် စပါး၏ပေါင်းကျက်အပူချိန်ထက် မြင့်ပြီး ရေစိမ်ချိန်ကြာလျှင် ရေစိမ်ယူမှုလွန်ကဲပြီး စပါးခွဲနှစ်ခြမ်းကွဲ၍ အပြင်သို့ထွက်လာပြီး ပုံသဏ္ဌာန်ပျက်ခြင်းဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ စပါးခြောက်သွေ့ရာတွင် ရေအများအပြား ထွက်သွားသောကြောင့် ဆန်သား၏ ကြံ့ခိုင်မှုလည်း ကျဆင်းသွားသည်။

၄.၁၉။ အထက်ပါစမ်းသပ်မှုတွင် ရေအပူချိန် ၆၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် ၃ နာရီစိမ်ပြီး ၄မိနစ်ပေါင်းထားသည့် ပေါင်းဆန်၏ အရောင်ပြောင်းလဲမှုသည် ၂မိနစ်ပေါင်းထားသောဆန်ထက် ပိုသော်လည်း ကျန် နမူနာများထဲတွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု အနည်းဆုံး(အရောင်အနုဆုံး) ဖြစ်သည်။ နမူနာများကို လေ့လာကြည့်ပါက ရေစိမ်အပူချိန်နိမ့်သော်လည်း ရေစိမ်သည့်အချိန် ကြာခြင်းကြောင့် အရောင်ပြောင်းလဲမှုပိုနိုင်သကဲ့သို့ ရေစိမ်အပူချိန်မြင့်လျှင်လည်း အရောင်ပြောင်းလဲမှု မြင့်မားကြောင်းတွေ့ရသည်။ ပေါင်းသည့်ကြာချိန်သည်လည်း အရောင်ပြောင်းလဲမှုကို တိုက်ရိုက်အကျိုးသက်ရောက်မှု ဖြစ်စေကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။



ပုံ (၄.၉) ရေစိမ်ခြင်း၊ ပေါင်းခြင်းအမျိုးမျိုးတို့တွင် အရောင်ပြောင်းလဲမှု

၄.၂၀။ အထက်ဖော်ပြပါ အီရန်စပါး (Fajr) ကို ရေအပူချိန် ၆၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် ၃နာရီ စိမ်ပြီး အပူချိန် ၉၆.၃ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ရှိသော ရေခဲခဲဖြင့် ပေါင်းချိန် ၅မျိုး (၂မိနစ်၊ ၄မိနစ်၊ ၆မိနစ်၊ ၈မိနစ်၊ ၁၀မိနစ်) ဖြင့်ပေါင်း၍ ပေါင်းကျက်မှုအခြေအနေ(gelatinization degree) နှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းများကို အောက်ပါအတိုင်း တွေ့ရှိရသည်။



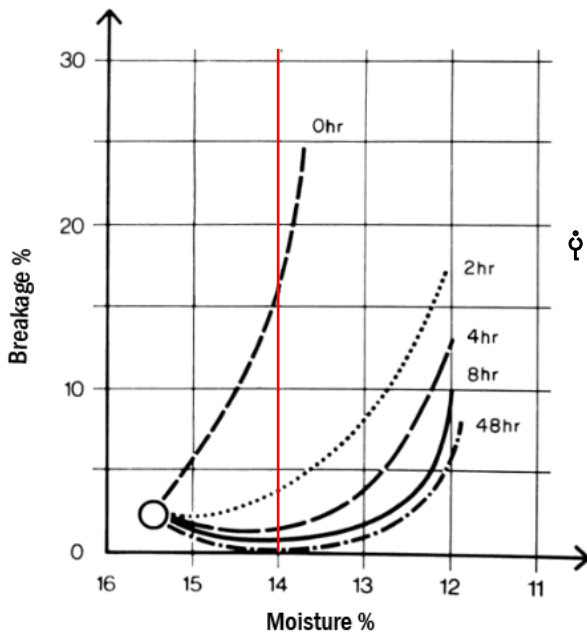
ပုံ (၄.၁၀) ပေါင်းကျက်မှုနှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း

၄မိနစ်ပေါင်းထားသောစပါးသည် ပေါင်းကျက်မှုဒီဂရီ ၆၂%ခန့်ဖြစ်ပြီး ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။ ၂မိနစ်ပေါင်းပြီး ပေါင်းကျက်မှုဒီဂရီ ၄၇% ခန့်ရရှိသောစပါးနှင့် ၁၀မိနစ်ပေါင်းပြီး ပေါင်းကျက်မှုဒီဂရီ ၇၈% ခန့်ရရှိသောစပါးတို့မှာ ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အနည်းဆုံးဖြစ်သည်။ ပေါင်းကျက်မှုများလျှင် ဆန်သား မာကြောလာသော်လည်း ကြွပ်ဆတ်မှုကြောင့် ကျိုးကြေမှုပိုလာကြောင်း တွေ့ရှိရသည်။ အရောင်ရင့်မှုလည်း ပိုလာသည်။ Bello ဆိုသူ၏ ၂၀၀၆ ခုနှစ်တွင် စမ်းသပ်လေ့လာ ဖော်ထုတ်ချက်အရ ပေါင်းကျက်မှု ၄၀% (40% gelatinization) တွင် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အကောင်းဆုံး ရရှိသည်ဟု ဆိုထားသဖြင့် ပေါင်းကျက်မှု ၄၀%ထက်မလျော့ ၆၀%ထက် မပိုလျှင် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း အကောင်းဆုံးရရှိနိုင်ကြောင်း မှတ်ယူသင့်သည်။

အခြောက်ခံခြင်းနှင့် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း

၄.၂၁။ ပေါင်းစပါးပြုလုပ်ခြင်း၏ အဓိကရည်ရွယ်ချက်မှာ ကြိတ်ခွဲရလွယ်ကူပြီး အကျိုးအကြေသက်သာရန်ဖြစ်သည်။ အရောင်အဆင်းလှပမှု၊ အနံ့ကောင်းမွန်မှု၊ အလုံးအရွယ်အစား ညီညာမှု၊ အာဟာရ ပြည့်စုံမှုတို့သည် နောက်ဆက်တွဲဖြစ်သော ဈေးကွက်ထိုးဖောက်ရန် လိုအပ်ချက်များ ဖြစ်သည်။ ပေါင်းစပါးမပြုလုပ်မီက ရှိနေခဲ့သော ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်းကို ထိခိုက်စေသည့် အားနည်းချက်များကို ပပျောက်စေပြီးမှ စပါးခြောက်သွေ့မှုအပိုင်း၌ ပြန်လည်ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သဖြင့် ပေါင်းလုပ်ငန်း၏ အရေးကြီးဆုံးအပိုင်းဟုလည်း ပြောဆိုနိုင်သည်။ ပေါင်းစပါးကို အစိုဓာတ် ၁၆% သို့ ရောက်သည်အထိ အခြောက်ခံပြီး အနားမပေးဘဲ ဆက်လက်ခြောက်သွေ့စေခြင်းနှင့် ၂နာရီ၊ ၄နာရီ၊ ၈နာရီ၊ ၄၈နာရီ အသီးသီးအနားပေးပြီးမှ ဆက်လက် အခြောက်ခံသည့်စမ်းသပ်မှု တခုတွင် အခြောက်ခံစဉ် အတွင်း၌ အစိုဓာတ်အမျိုးမျိုးရှိသော နမူနာများ ယူထားသည်။ နမူနာများကို ကြိတ်ခွဲကြည့်ရာမှ တွေ့

ရှိရသော ကျိုးကြေးမှု အခြေအနေများကို အောက်ပါပုံပြုများ၌ တွေ့ရှိနိုင်သည်။ အနားပေးခြင်း မရှိဘဲ အစိုဓာတ် ၁၄% သို့ရောက်ရှိအောင် အခြောက်ခံထားသည့်စပါးသည် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ဆန်ကွဲကျိုးကြေးမှု ၁၅% အထက်တွင်ရှိနေသည်။ ၂နာရီမှ ၄နာရီ အနားပေးပြီးမှ ဆက်လက်အခြောက်ခံထားသော စပါးများကို အစိုဓာတ် ၁၄%တွင် ကြိတ်ခွဲရာ၌ ဆန်ကွဲကျိုးကြေးမှု ၅% အောက်တွင်သာ ရှိပြီး အနားပေးချိန် ၄နာရီထားရှိသောစပါးက ကျိုးကြေးမှုမရှိသလောက် အနည်းဆုံးဖြစ်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ အခြားလေ့လာ စမ်းသပ်မှုတစ်ခုတွင် ပေါင်းစပါးကို LSU စပါးခြောက်စက်ဖြင့် အခြောက်ခံသည်။ ပထမပိုင်း၌ အပူချိန် ၉၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ကို အသုံးပြု၍ အစိုဓာတ် ၁၈% သို့ရောက်အောင် အခြောက်ခံသည်။ ထို့နောက် နောက် အနားပေးပြီး အပူချိန် ၇၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်ဖြင့် ခြောက်သွေ့ထားသောစပါးသည် ဆန်ကြိတ်ထွက်နှုန်း ကောင်းမွန်ကြောင်း ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ (၄.၁၀) အနားပေးချိန် (tempering time) အလိုက် အကျိုးအကြေ သက်သာမှု

အရောင်ကြည်လင်မှု

၄.၂၂။ စပါးအမျိုးအစားအလိုက် အရောင်ကြည်လင်မှု ကွာခြားမည်ဖြစ်သော်လည်း steaming time အနည်းအများအလိုက်လည်း ကွာခြားသည်။ နိုက်ဂျီးရီးယားနိုင်ငံ၊ National Cereals Research Institute (NCRI) တွင် စပါးအမျိုးအစား များစွာကို ပေါင်းချိန် ၅မိနစ်၊ ၁၀မိနစ်၊ ၁၅မိနစ်၊ ၂၀ မိနစ် အသီးသီးဖြင့် ပေါင်း၍စမ်းသပ်ကြည့်ရာ စပါးအမျိုးအစားအားလုံး၌ မိနစ် ၂၀ ကြာ ပေါင်းထားသောပေါင်းဆန်က အရောင်ကြည်လင်မှုနှင့် ဆန်သားမာကြောမှု အမြင့်မားဆုံးဖြစ်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ ထို့အတူ အရောင်ရင့်မှုလည်း အမြင့်ဆုံးဖြစ်သည်။ အရောင်ကြည်လင်မှုသည် ပေါင်းကျက်မှု (gelatinization degree) နှင့် တိုက်ရိုက်သက်ရောက်မှုရှိသည်။ ပေါင်းကျက်မှု ဒီဂရီမြင့်လျှင် အရောင်ကြည်လင်မှု မြင့်မားသော်လည်း အရောင်ရင့်မှုနှင့် ကြွပ်ဆတ်မှုလည်း ပိုလာသည်။

ရေဆိုးသန့်စင်ခြင်း

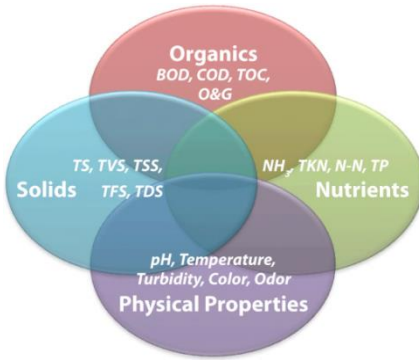
၄.၂၃။ ကမ္ဘာ့လူဦးရေ တိုးပွားလာခြင်းနှင့် စက်မှုဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာခြင်းတို့ကြောင့် ရေအသုံးပြုမှု မြင့်မားလာပြီး စွန့်ပစ်ရေများက သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်ကို ထိခိုက်ပျက်စီးစေသည့်အပြင် ရေညစ်ညမ်းမှုများမြင့်တက်လာသည်။ ထို့ကြောင့်စွန့်ပစ်ရေများကိုစစ်ဆေးပြီး ပါဝင်ပစ္စည်းများသည် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်ကို များစွာမထိခိုက်စေနိုင်သည့် ပမာဏသို့ရောက်ရှိအောင် လျှော့ချပြီးမှ စွန့်ပစ်ရန် တင်းကြပ်သော စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများထုတ်ပြန်၍ ကန့်သတ်လာခဲ့ကြရသည်။

စွန့်ပစ်ရေ

၄.၂၄။ စွန့်ပစ်ရေအမျိုးမျိုးတွင် ပျော်ဝင်လျက်ရှိသောအရာများ ပျော်ဝင်မှုမရှိဘဲ ရောနှောလျက်ရှိသောအရာများ၊ အမျိုးအစားများစွာရှိနေနိုင်သည်။ အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း အုပ်စု ၄ခု ခွဲခြား၍ စစ်ဆေးလေ့ရှိသည်-

- (က) **ဩဇာနစ်ပစ္စည်းများ။** ကာဗွန်အခြေခံ ဓါတ်ပေါင်းများကို စစ်ဆေးခြင်း ဖြစ်သည်။ Biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total organic carbon (TOC), oil and grease (O&G) တို့ဖြစ်သည်။
- (ခ) **အစိုင်အခဲများ။** ရေတွင်ပျော်ဝင်လျက်ရှိသောအရာများနှင့် မပျော်ဝင်ဘဲ ရောနှောနေသောအရာများကို စစ်ဆေးခြင်းဖြစ်သည်။ Total solids (TS), total suspended solids (TSS), total dissolved solids (TDS), total volatile solids (TVS), total fixed solids (TFS) တို့ဖြစ်သည်။
- (ဂ) **အာဟာရဓါတ်များ။** ရေထဲတွင် မိုက်ကရိုဩဇန်များ တိုးပွားလာစေနိုင်သည့် နိုက်ထရိုဂျင်နှင့် ဖော့စဖော့ရပ်ပမာဏကို စစ်ဆေးခြင်းဖြစ်သည်။ မိုက်ကရိုဩဇန်များသည် ရေထဲက အောက်စီဂျင်ကို လျှော့ပါးစေသည်။
- (ဃ) **ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာနှင့် ထိခိုက်စေနိုင်သည့် အရာများ။** ရေ၏အရောင်၊ အပူချိန်၊ အနံ့၊ ချဉ်ငံ သတ္တိ(pH)၊ နောက်ကျိမှု အစရှိသည့် အချက်အလက်များကို စစ်ဆေးခြင်း ဖြစ်သည်။

၄.၂၅။ ရေ၏ အရည်အသွေးများကို တခုစီဖော်ပြရသော်လည်း သီးခြားစီ ဖြစ်တည် နေသောအရာများ မဟုတ်ဘဲ တခုနှင့်တခု ဆက်စပ်လျက်ရှိသည်။ စမ်းသပ်စစ်ဆေးရရှိသော အရည်အသွေးတခုသည် အခြားအရည်အသွေးတွင်လည်း ပါဝင်နေတတ်သည်။ ဥပမာ ဩဇာနစ်ပစ္စည်းပါဝင်မှုကို BOD ဖြင့်ဖော်ပြထားသော်လည်း BOD တွင်ပါဝင်သည့် အရာများကို ရေတွင်မပျော်ဝင်နိုင်သော အစိုင်အခဲ (TSS) နှင့် ပျော်ဝင်သောအစိုင်အခဲပမာဏ (TDS) တို့တွင်လည်း ဖော်ပြထားသည်။ ပါဝင်မှုပမာဏများသည် အလွန်နည်းပါးသဖြင့် အရေအတွက်အားဖြင့် ၁သန်းတွင် မည်မျှပါရှိသည်ကို ဖော်ပြသည့် parts per million (ppm) သို့မဟုတ် ၁လီတာတွင် မီလီဂရမ် မည်မျှပါရှိသည်ကို ဖော်ပြသည့် milli gram per litre (mg/L) ကို အသုံးပြုသည်။ ယူနစ်နှစ်ခုသည် တန်ဖိုးအတူတူပင် ဖြစ်သည်။



ပုံ (၄.၁၁) ဆက်စပ်လျက်ရှိသော
ရေ အရည်အသွေးများ

၄.၂၆။ Biochemical oxygen demand (BOD) ဆိုသည်မှာ စွန့်ပစ်ရေထဲတွင် ပါရှိသော အပင်နှင့်သက်ရှိတို့၏ အပိုင်းအစများ (organic matter)၊ မိုက်ကရိုဩဂျစ်များ (microorganisms)သည် ရေ တွင်ပျော်ဝင်လျက်ရှိသော အောက်စီဂျင်ကို ၎င်းတို့၏ ဇီဝကမ္မဖြစ်စဉ်(metabolism) အတွက် အသုံးပြုရသည်။ ထိုဖြစ်စဉ်အတွက် လိုအပ်သော အောက်စီဂျင်ဟု ဆိုလိုသည်။ ရေတွင်အောက်စီဂျင် ပါဝင်မှုလျော့နည်းသွားသဖြင့် ရေနေအပင်နှင့်သတ္တဝါများ ထိခိုက်ပျက်စီးစေသည်။ လူနေအိမ်များမှ မိလ္လာရေ၊ ဆီယိုဖိတ်မှုကို ဆေးကြောသည့်ရေ၊ စိုက်ပျိုးရေးပစ္စည်းများနှင့် တိရစ္ဆာန်အညစ်အကြေးများသည် BOD ပမာဏကို မြင့်မားစေသည်။

၄.၂၇။ ရေတွင် ဩဂျစ်ခါတ်ပေါင်း (organic compound) ပါဝင်မှုကို chemical oxygen demand (COD) ဖြင့်တိုင်းတာသည်။ အောက်စီဂျင်သည် ဩဂျစ်ကာဗွန် (organic carbon) များကို ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုက်နှင့် ရေ အဖြစ်သို့ပြောင်းလဲစေသည်။ ဩဂျစ်ပစ္စည်းများ ဓါတ်ပြိုကွဲရန် လိုအပ်သောအောက်စီဂျင်ပမာဏနှင့် ဩဂျစ်မဟုတ်သော အမိုးနီးယား၊ နိုက်ထရိုဂျင်နှင့် အောက်စီဂျင် ဓါတ်ပြု၍ ဓါတ်ပြိုကွဲရန် လိုအပ်သော အောက်စီဂျင်ပမာဏတို့ကို COD ဖြင့်တိုင်းတာသည်။ BOD သည် ဩဂျစ်ပစ္စည်းများ ဇီဝနည်းဖြင့် ဓါတ်ပြိုကွဲရန် လိုအပ်သော အောက်စီဂျင်ပမာဏ ဖြစ်ပြီး COD သည် ဩဂျစ်ပစ္စည်းသာမက ဩဂျစ်မဟုတ်သောပစ္စည်းများပါ ဓါတ်ပြိုကွဲရန် လိုအပ်သော အောက်စီဂျင်ပမာဏ ဖြစ်သည်။

ပေါင်းစပါးလုပ်ငန်းမှ ရေဆိုးသန့်စင်ခြင်း

၄.၂၈။ ပေါင်းစပါးလုပ်ငန်းတွင် စပါးရေစိမ်ပြီး ဖောက်ထုတ်စွန့်ပစ်ရသော ရေများရှိသည်။ စပါးဘက်ီလိုတွင် စွန့်ပစ်ရေ ၁.၂ လီတာခန့်အထိ ရှိနိုင်သည်။ စွန့်ပစ်ရေတွင် စပါး၏ အပိုင်းအစ (ဩဂျစ်ပစ္စည်း) များနှင့် အခြားသော အရာများပါဝင်သဖြင့် အဝါရောင်သန်းနေပြီး အနံ့အသက်လည်း ရှိသည်။ လူကိုတိုက်ရိုက် အန္တရာယ်ဖြစ်စေသည့် ဓါတ်ပစ္စည်းများ မပါရှိသော်လည်း biochemical oxygen demand (BOD) နှင့် chemical oxygen demand (COD) များပြားသည့်ရေကို မြစ်ချောင်းများအတွင်းသို့ စွန့်ပစ်ပါက ဩဂျစ်ပစ္စည်းများနှင့် အာဟာရဓါတ်များက ရေမှော်များကို လျှင်မြန်စွာပွားများစေသဖြင့် ရေထဲ၌ အောက်စီဂျင်ပါဝင်မှုနှင့် နေရောင်ခြည်ရရှိမှု လျော့နည်းစေသည်။ ရေနေသတ္တဝါများကို ထိခိုက်သေကြေ ပျက်စီးစေသည်။ ရေစီးဆင်းခြင်းမရှိသောနေရာ၌ အကြိမ်

ကြိမ် စွန့်ပစ်ပါက အချဉ်ပေါက်ပြီး အနံ့ဆိုးများ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ စွန့်ပစ်ရေ၏ COD တွင် lignin, phenol နှင့် အရောင်ချယ်ပစ္စည်းများ ပါဝင်သည်။ Lignin သည် ဇီဝဆိုင်ရာ ဖြစ်စဉ်များနှင့် ဓာတုဆိုင်ရာ ဖြစ်စဉ်များကို အဟန့်အတား ဖြစ်စေသည်။ Phenol သည်လည်း ပမာဏ အနည်းငယ်မျှ ပါဝင်နေလျှင်ပင် အဆိပ်သင့်စေနိုင်သော အရာဖြစ်သည်။ ပေါင်းစက်စွန့်ပစ်ရေသည် zebrafish ၏ sperm quality ကို လျော့ကျစေသည်။

၄.၂၉။ စပါးကိုရေစိမ့်ပြီးနောက် ရေကိုဖောက်ထုတ် စွန့်ပစ်လေ့ရှိသည်။ ခေတ်မီပေါင်းစက်များ၌ စပါး ၁တန်တွင် ရေ ၈၀၀ လီတာခန့် အသုံးပြုရပြီးအနည်းဆုံး ၆၂၀ လီတာခန့် စွန့်ပစ်နေရသည်။ ရေစိမ့်အိုးမှ ဖောက်ထုတ်လိုက်သော စွန့်ပစ်ရေတွင် ပါဝင်မှုများမှာ စပါးအမျိုးအစား၊ စပါး၏သန့်စင်မှု အနေအထား၊ ရေစိမ့်သည့်အပူချိန်နှင့် ကြာချိန်၊ အသုံးပြုသည့် ရေအရည်အသွေး၊ ရေပမာဏ စသည်တို့အလိုက် များစွာကွာခြားနိုင်သည်။ ၂၀၀၇ခုနှစ်မှ ၂၀၁၅ခုနှစ်အထိ ကာလအတွင်း အိန္ဒိယနိုင်ငံ၊ ဒေသအသီးသီးရှိ ပေါင်းစက်များမှ စွန့်ပစ်ရေများကို သန့်စင်ရန် ပညာရှင်အသီးသီးက နမူနာယူ၍ စမ်းသပ်လေ့လာခဲ့ကြသော စာတမ်းများတွင်ဖော်ပြခဲ့ကြသည့် စွန့်ပစ်ရေ အရည်အသွေး အချက်အလက်များကို အောက်ပါဇယားတွင် ကြည့်ရှုနိုင်သည်-

Parameters	Range (mg/L)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	4.2	5.1	7.6	4.8	7.5	8.4	4.7	4.0	4.5	7.1
BOD at 20°C		6,900			1,200	36	1,089		2,401	510
COD	6,480	18,600	5,022	1,708	1,350	1,400	1,391	2,250	2,886	1,600
Nitrate	95	3100	50.4				36.7			154
TSS		49,140			1,100					1,700
TDS		24,720		1,578	700	4,640	3,010		1,773	1,400
Phenols				16.2				16.5		
Lignin				182				87.6		

ဇယား (၄.၃) ပေါင်းစက်အမျိုးမျိုးမှ စွန့်ပစ်ရေများ၏ ပါဝင်မှုအခြေအနေများ

၄.၃၀။ အိန္ဒိယနိုင်ငံတွင် ပေါင်းစက်ပေါင်း ၅သောင်း ရှိသောကြောင့် ကျော်ရှိသည်။ ပေါင်းစက်စွန့်ပစ်ရေများကို သတ်မှတ်ထားသော BOD, COD များသို့ ရောက်ရှိအောင် ပြုပြင်သန့်စင်ပြီးမှ စွန့်ပစ်ရန် Central Pollution Control Board (CPCB)က ၂၀၀၈ ခုနှစ်ကတည်းက ညွှန်ကြားထားသော်လည်း ရေဆိုးသန့်စင်စက်များသည် တည်ဆောက်မှု ကုန်ကျစရိတ်ကြီးမားခြင်း၊ လည်ပတ်မှုစရိတ်နှင့် ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရေးစရိတ် ကြီးမားခြင်းတို့ကြောင့် ပေါင်းစက်အများစုက လိုက်နာရန် ပျက်ကွက်လျက်ရှိကြောင်း Business Standard, 2015 တွင် Paul ဆိုသူက ရေးသားဖော်ပြခဲ့သည်။ ပေါင်းစက် စွန့်ပစ်ရေတွင် ပမာဏများစွာ ပါဝင်သည့် BOD, COD, color, phenol, lignin တို့ကို ပညာရှင် အသီး

သီးတို့က နည်းစနစ်အမျိုးမျိုးတို့ကို အသုံးပြု၍ သန့်စင်ဖယ်ရှားမှုကို စမ်းသပ်ပြုလုပ်ခဲ့ရာတွင် ပါဝင်မှုမဟာဏများအပေါ် သန့်စင်နိုင်မှု ရာနှုန်းများကို အောက်ပါအတိုင်း တွေ့ရှိရသည်။

Performance of different treatment systems for parboiled wastewater treatment

Process	COD		Other parameter			References
	Initial ppm	Removal	Type	Initial ppm	Removal	
Adsorption						
a. Chitosan	2200	98%	TSS	768	95%	Thirugnanasambandham, 2013
b. Rice husk ash without silica	3388	48%	—	—	—	Kumar, 2016
c. Rice husk ash containing silica	3388	39.30%	—	—	—	Kumar, 2016
Biodegradation	1400	78%	BOD	36	55.30%	Manogari, 2008
Electrocoagulation						
a. Using aluminium electrodes	1628	96%	TSS	3888	97%	Shrivastava and Soni, 2011
b. Using stainless steel electrodes	2200	97%	TSS	768	89%	Karichappan, 2013
c. Using Fe-Fe electrode	2886	70.2%	BOD	2401	76%	Choudhary, 2015
Biomethanation	2400	78%	—	—	—	Rajesh, 1999
Phytoremediation	2140	79%	BOD	1200	85%	Mukherjee, 2015
Microbial Fuel cells	2200	96%	Lignin	87	84%	Behera, 2010
			phenol	16	81%	Behera, 2010
Algal treatment						
a.(C. pyrenoidosa)	—	—	phosphate	360	97%	Abinandan, 2015
b.(S. abundans)	—	—	phosphate	360	90%	Abinandan, 2015
Integrated treatment	1708	86%	Lignin	182	96%	Kumar, 2015
			phenol	16	81%	Kumar, 2015

ဇယား (၄.၄) ပေါင်းစက် စွန့်ပစ်ရေ၏ ပါဝင်မှုအပေါ် နည်းစနစ်အလိုက် သန့်စင်နိုင်မှု

Physicochemical treatment

၄.၃၁။ Adsorption နည်းဖြင့် Thirugnanasambandham ၏ စမ်းသပ်လေ့လာ တွေ့ရှိချက်များတွင် chitosan အသုံးပြု၍ သန့်စင်ခြင်းသည် COD 2200 ppm ကို 98% သန့်စင်နိုင်ပြီး TSS 768 ppm ကို 95% သန့်စင်နိုင်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ သို့သော်လည်း အသုံးပြုရမည့် chitosan ၏ ဈေး

နှုန်း မြင့်မားမှုက အဟန့်အတား ဖြစ်နေသည်။ ဈေးနှုန်းချိုသာပြီး ပေါများစွာရရှိနိုင်သော စပါးခွံပြာကို အသုံးပြုလျှင် COD 3300 ကျော်ကို 39% ခန့်သာ ဖယ်ရှားနိုင်သည်။

Microbial treatment

၄.၃၂။ ၎င်းနည်းသည် ပါဝါစွမ်းအင် အသုံးပြုမှု နည်းပါးပြီး ကုန်ကျစရိတ်လည်း များပြားခြင်းမရှိပါ။ Manogari ၏ စမ်းသပ်လေ့လာမှုတွင် *pseudomonas* ဘက်တီးရီးယားကို အသုံးပြု၍ ပေါင်းစက်စွန့်ပစ်ရေကို သန့်စင်ခဲ့ရာ COD 1400ppm ရှိသောစွန့်ပစ်ရေကို 78% နှင့် BOD 36 ppm ကို 55% သန့်စင်နိုင်ကြောင်း တွေ့ရှိခဲ့သည်။ Rajesh ၏ bioreactor တွင် upflow anaerobic sludge blanket (UASB) နည်းဖြင့် နှစ်ဆင့်ခါတ်ပြုသဖြင့် COD 2400ppm ကို 78% သန့်စင်ပေးနိုင်သည်။

Phytoremediation

၄.၃၃။ ဓါတ်ပြုမှုနည်းစနစ်နှင့် ဘက်တီးရီးယား စနစ်ကိုပေါင်းစပ်ထားသောနည်းကို Phytoremediation နည်းဟု ခေါ်ဆိုကြသည်။ ရိုးရှင်းသော နည်းစနစ်ဖြစ်ခြင်း၊ လိုအပ်ချက်နှင့် ကိုက်ညီခြင်း၊ တွက်ခြေကိုက်ခြင်းတို့ကြောင့် ဖွံ့ဖြိုးသောနိုင်ငံများ၌ ထိုနည်းကိုအသုံးပြုကြသည်။ COD, BOD, ammoniacal nitrogen, nitrate nitrogen, soluble fertiliser တို့ကိုသန့်စင်ပေးနိုင်သည်။ နေရာကျယ်ကျယ်လှိုအပ်ပြီး သန့်စင်ရန် အချိန်များစွာယူရသည်။ Abinandan ၏နည်းတွင် *microalgae* *chlorella pyrenoidosa* နှင့် *scenedesmus abundans* တို့ကိုအသုံးပြုသည်။ phosphate ကို 97.6%, ammoniacal nitrogen ကို 90.3% သန့်စင်ပေးနိုင်သည်။

Electro-coagulation

၄.၃၄။ အခြားနည်း တခုမှာ coagulant and aeration နည်းစနစ် ဖြစ်သည်။ သမားရိုးကျ နည်းစနစ်များနှင့် နှိုင်းစာပါက electro-coagulation နည်းစနစ်၏ Fe-Fe electrode combination နည်းသည် သြဂဲနစ်ပစ္စည်းများကို လက်ခံနိုင်လောက်သည့် အတိုင်းအတာအထိ ဖယ်ရှားနိုင်ကြောင်း တွေ့ရသည်။ ရေထဲတွင် DC လျှပ်စစ်ဓာတ် နှစ်ခုကို ထားရှိပြီး electrolysis-electrolytic reaction ဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်များတွင် စုစည်း၍ အနယ်ကျစေခြင်း ဖြစ်သည်။ Aluminium electrode များကို အသုံးပြု၍ COD 1600 ကျော်ကို 96% ဖယ်ရှားနိုင်ပြီး TSS 3800 ကျော်ကို 97% ဖယ်ရှားနိုင်ကြောင်း Shrivastava နှင့် Soni တို့၏ စမ်းသပ်မှုတွင် ဖော်ပြကြသည်။ Karichappan ၏စမ်းသပ်မှုတွင် stainless steel electrode ကိုအသုံးပြု၍ COD 2200 ppm ကို 97% နှင့် TSS 768ppm ကို 89% ဖယ်ရှားနိုင်ကြောင်း ဖော်ပြထားသည်။ ထိုနည်းစနစ်များတွင် စုဆောင်းများပြားလာသော အနယ်အနှစ်များကိုစွန့်ပစ်ရန် ခက်ခဲသည့်အပြင် လက်တွေ့မြေပြင်တွင် အသုံးပြုနိုင်သည့် အရွယ်အစား၌ ခက်ခဲ ရှုတ်ထွေးမှုများ ရှိနေသည်။

Microbial fuel cells

၄.၃၅။ Microorganism များ anaerobic နည်းဖြင့် အသွင်ပြောင်းရာ၌ လျှပ်စစ်ဓါတ် ထွက်ပေါ်သည်။ သြဇာနစ်ပစ္စည်းများ ဓါတ်ပြုသောအခါ microbes များက ပရိုတွန်နှင့် အီလက်ထရွန်များ ထုတ်လုပ်ပြီး ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုက် ထွက်ပေါ်သည်။ Behera ၏ စမ်းသပ်မှုတွင် မြေအိုးကိုအသုံးပြု၍ လျှပ်စစ်ဓါတ် ထုတ်လုပ်ပြီး COD 2200 ppm ကို 96% သန့်စင်နိုင်ခဲ့ပြီး lignin 87 ppm ကို 84% phenol 16ppm ကို 81% လျှော့ချပြခဲ့သည်။

Hydrogen and methane production

၄.၃၆။ ဟိုက်ဒြိုဂျင်သည် လေထုညစ်ညမ်းစေသော ဓါတ်ငွေ့မဟုတ်သည့်အပြင် ဟိုက်ဒြိုဂျင် လောင်ကျွမ်းမှုကြောင့် ရရှိသောစွမ်းအင်သည် ဓါတ်ဆီ၊ ဒီဇယ်ဆီလောင်ကျွမ်းမှုထက် ၂.၇ ဆခန့်ပို၍ ရရှိသည်။ လောင်ကျွမ်းပြီးလျှင်လည်း ညစ်ညမ်းမှုမဖြစ်စေဘဲ ရေအဖြစ်သာ ထွက်ပေါ်သည်။ Ramprakash နှင့် Muthukumar တို့က ၂၀၁၄ ခုနှစ်တွင် ကာဘိုဟိုက်ဒြိတ် များစွာပါဝင်သော စွန့်ပစ်ရေမှ *E. aerogenes* နှင့် *C. ferundii* ကို အသုံးပြု၍ bio-hydrogen ထုတ်လုပ်ပြခဲ့သည်။ ဤသို့ ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် COD ကို 71% လျှော့ချနိုင်ခဲ့သည်။ ထို့အတူ ၂၀၁၂ ခုနှစ်တွင် Peixoto ဆိုသူက စွန့်ပစ်ရေတွင် microflora ဖြည့်စွက်၍ two-stage batch fermentation process ဖြင့် ဟိုက်ဒြိုဂျင်နှင့်မီသိန်းဓါတ်ငွေ့ ထုတ်ဖော်ပြသခဲ့သည်။ အဓိကအခက်အခဲမှာ ထုတ်လုပ်မှုသည် စမ်းသပ်သည့်အဆင့်ကို ကျော်လွန်ပြီး လက်တွေ့ အသုံးချနိုင်သည့် ပမာဏသို့ ရောက်ရှိရေးဖြစ်သည်။

၄.၃၇။ ပေါင်းစက်စွန့်ပစ်ရေကို ကုန်ကျစရိတ်သက်သာစွာဖြင့် သန့်စင်နိုင်သည့်နည်းစနစ် ကောင်းစွာမဖွံ့ဖြိုးသေးသဖြင့် ပတ်ဝန်းကျင်ထိန်းသိမ်းရေးအတွက် ကန့်သတ်ချက်များ မည်မျှထုတ်ပြန် ထားစေကာမူ လိုက်နာဆောင်ရွက်ရန် အခက်အခဲရှိနေသေးကြောင်း တွေ့ရသည်။ ပေါင်းစပါး လုပ်ငန်းတွင် မည်သည့်ဓါတုပစ္စည်းမျှ သုံးစွဲခြင်းမရှိသည့်အပြင် ရှေးနှစ်ပေါင်းများစွာကတည်းက ပြုပြင် သန့်စင်ခြင်းမရှိဘဲ စွန့်ပစ်လာခဲ့ကြသည်ကိုထောက်၍ လူ တိရစ္ဆာန်တို့အတွက် အန္တရာယ်မရှိနိုင်ကြောင်း ပြောဆိုမှုများလည်း ရှိသည်။

၄.၃၈။ လေမှုတ်သွင်းပြီး သြဇာနစ်များ ပြိုကွဲစေသည့် သမားရိုးကျ aerobic biological treatment ပြုလုပ်ခြင်းသည် ဘက်တီးရီးယားနှင့် သက်ရှိသြဇာနစ်များကြောင့် အသွင်ပြောင်းလဲနိုင်သည့် degradable organic compound အချို့ကို ဖယ်ရှားပေးနိုင်သော်လည်း စွန့်ပစ်ရေ၏အရောင်ကို များစွာရင့်သွားစေသည်။ အရောင်ရင့်မှုသည် အောက်စီဂျင်နှင့်ဓါတ်ပြုပြီး ထွက်ပေါ်လာသည့် non-degradable polymeric substances များကြောင့် ဖြစ်သည်။ ဓါတုပစ္စည်းများ အသုံးပြု၍ သန့်စင်မှုသည် တည်ဆောက်မှုနှင့် လည်ပတ်ပတ်မှု ကုန်ကျစရိတ်ကြီးမားသဖြင့် မည်သည့်ပေါင်းစက်မျှ အသုံးပြုနိုင်ခြင်းမရှိပါ။

Zero discharge treatment

၄.၃၉။ ပေါင်းစပါးလုပ်ငန်း စွန့်ပစ်ရေကို အဆင့် ၂ဆင့်ဖြင့် သန့်စင်မှုပြုလုပ်သည်။ အဓိကမှာ anaerobic biological treatment ဖြစ်သည်။ Zero discharge treatment ဆိုသည်မှာ anaerobic reactor အတွင်း၌ အအေးခံ သန့်စင်ပြီး ပြန်လည်အသုံးပြုခြင်း ဖြစ်သည်။ ပြန်လည်အသုံးပြုခြင်းမှာ သန့်စင်ပြီးသောရေသည် သတ်မှတ်ထားသော စွန့်ပစ်ရေ အရည်အသွေး မပြည့်မီခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။ ဒုတိယအဆင့်တွင် ဓါတုဆေးများ အသုံးပြု၍ အရောင်ချွတ်သည်။ စပါးရေစိမ်ပြီး ဖောက်ထုတ်သောရေ၏ အရည်အသွေးမှာ အကြမ်းအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်-

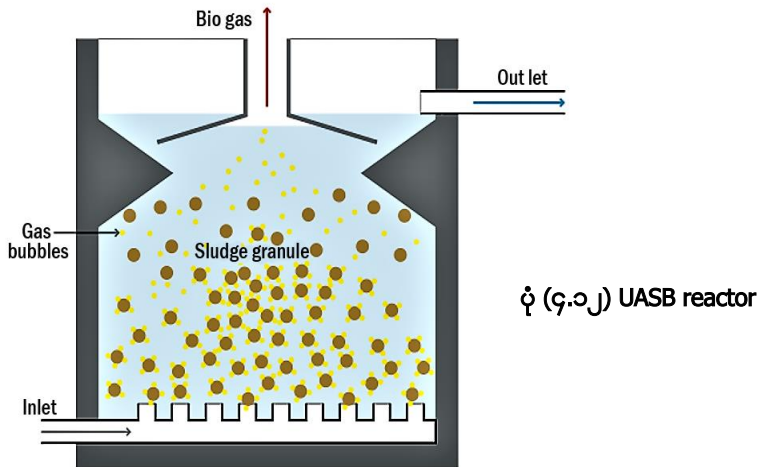
COD	2500 to 4500 mg/l (စပါးသစ်သည် COD လျော့နည်းသည်)
pH	4.5
Silica	250 mg SiO ₂ /l
TN	80 mg/l
PO ₄	30 mg/l

၄.၄၀ anaerobic treatment တွင် methanogenic bacteria များကြောင့် ပျော်ဝင်နေသော အရာများ မီသိန်းဓါတ်ငွေ့ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် COD လျော့ကျသွားသည်။ အာဟာရများစွာမပါရှိသဖြင့် ဘက်တီးရီးယားပေါက်ပွားမှု အလွန်နည်းသည်။ မီသိန်း 60% ပါသော ဓါတ်ငွေ့ကို ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်သည်။ pH neutralization ပြုလုပ်ရန် မလိုအပ်သည့်အပြင် အာဟာရလည်း ထပ်ထည့်ရန် မလိုပါ။ ဒီဇိုင်းကောင်းမွန်သော anaerobic reactor တွင် ဘက်တီးရီးယား များစွာပေါက်ပွားပြီး အချိန်တိုအတွင်း၌ COD လျော့ချပေးနိုင်သည်။ anaerobic reactor နှစ်မျိုးရှိသည်။

(က) **Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) reactor** Reactor အတွင်းရှိ အနယ်အနှစ်များတွင် methanogenic micro-organisms အများအပြားရှိနေသည်။ အိုးအတွင်းမှ ဓါတ်ငွေ့များကိုသာ ထွက်သွားစေနိုင်ပြီး အနယ်အနှစ်များ အိုးအတွင်း၌ ကျန်ရှိစေရန် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည်။ အိုးအရွယ်အစားအလိုက် လုပ်ဆောင်နိုင်မှု ပမာဏ ကွာခြားသည်။ အိုးအတွင်း၌ အချဉ်ဖောက်ရန် အလင်ခံမျိုးစေ့ မပါရှိလျှင် စတင်ရန်အတွက် ကျွမ်းကျင်မှုလိုအပ်သည်။ ဒီဇိုင်း load ကို 4 kgCOD/m³/d ဖြင့် ကန့်သတ်ထားသည်။

(ခ) **BF Bioreactor (BFBR)** UASB reactor နှင့် ဆင်ဆင်တူသည်။ BFBR တွင် lamella settler နှင့် gas-solids separator ပါရှိသည်။ အနယ်ကျရန် မလွယ်ကူသော သေးငယ်သည့်အမှုန်များနှင့် bacterial biomass တို့ကြောင့် စတင်မှုမြန်ဆန်ပြီး UASB ထက် အထုတ်အသွင်း ပိုကောင်းသည်။ lamella settler ကို မကြာခဏ

back wash ပြုလုပ်ပေးခြင်း၊ အနယ်အနှစ်များကို တွန်းချပေးခြင်းတို့ကို ပြုလုပ်ပေးရသည်။



၄.၄၁။ ပေါင်းစက်က ဖောက်ချလိုက်သော စပါးစိမ်ရေကို အပူချိန် ၄၀ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အောက်သို့ ရောက်ရှိစေရန် အအေးခံရသည်။ အရွက်ဖတ်များပါသောပိုက်များဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည့် plate type heat exchanger ကိုအသုံးပြု၍ အအေးခံပြီး exchanger မှ အပူစွမ်းအင်ကို ပြန်လည်ရယူနိုင်သည်။ UASB reactor အတွင်း၌ အဝင် COD ကို 55% မှ 70% အထိ လျှော့ချပေးသည်။ ထိုရေကို ပေါင်းစပါးလုပ်ငန်းတွင် စပါးရေစိမ်ရန် ပြန်လည်အသုံးပြုခြင်းဖြင့် စွန့်ထုတ်မှုမရှိသော zero discharge treatment အဖြစ် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။ Reactor မှထွက်ရှိလာသော ရေပမာဏသည် စပါးစိမ်ရန် မလုံလောက်သဖြင့် နောက်ထပ်ရေကောင်း ၂၀% မှ ၃၀% အထိ ထပ်မံဖြည့်စွက်၍ အသုံးပြုရသည်။ COD လျှော့ချခြင်းမရှိဘဲ ပြန်လည်အသုံးပြုပါက ၃ကြိမ်မှ ၅ကြိမ်အထိသာ အသုံးပြုနိုင်သော်လည်း COD လျှော့ချထားပြီး ရေသန့်နှင့်ရော၍ အသုံးပြုသဖြင့် ပေါင်းဆန်အရည်အသွေးကို ထိခိုက်နိုင်သည့် အဆင့်သို့ မရောက်ရှိဘဲ ၁၂ကြိမ်အထိ အသုံးပြုနိုင်သည်ဟု ဆိုပါသည်။ Reactor ကထွက်လာသော ရေ၏အရည်အသွေးမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်-

COD	500 -700 mg/l
silica	250 mg/l
ammonium	70 mg/l
phosphate	50 mg/l
colour	200 - 300 Pt-Co unit

Secondary treatment of rice mill effluent for discharge

၄.၄၂။ Anaerobic reactor သည် silica နှင့် ammonia nitrogen တို့ကို မဖယ်ရှားနိုင်ပါ။ ထို့အပြင် အောက်စီဂျင်နှင့်ထိတွေ့မှုကြောင့် အရောင်ရင့်မှု ဖြစ်ပေါ်လာသည်။ 400-500 Pt-Co unit အထိ ရောက်ရှိလာလျှင် လက်ခံနိုင်သောအတိုင်းအတာ ကျော်လွန်သွားပြီဖြစ်၍ ဒုတိယအဆင့် သန့်စင်မှုကို ပြုလုပ်ရသည်။



ပုံ (၄.၁၃) တရုတ်တန် ၂၀၀ ကျ ပေါင်းစက်၏ UASB reactor

ဒုတိယအဆင့် သန့်စင်မှုတွင် ထုံးရည်ကိုအသုံးပြု၍ ပျော်ဝင်နေသော ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုက်နှင့် အနံ့ဆိုးကို ဖယ်ရှားသည်။ ရေ ၁တန် (1m^3) တွင် ထုံး 2.5 – 3 kg ကို ရေတွင်ဖျော်၍ ရောစပ်ပေးပြီး ဓါတ်ပြုစေရန် အချိန်ပေးထားရသည်။ ရေ၏ pH တန်ဖိုး 11.9 အထိတက်လာပြီး ကယ်စီယမ်ကာဗွန်နိတ် အနယ်ကျလာသည်။ ဩဂဲနစ်ကွန်ပေါင်းများ၊ အရောင်များ၊ ဆီလီကာများ၊ ဖျော့ဖိတ်များသည် အနယ်များနှင့်အတူ ရောပါသွားသည်။ အနယ်များကို အနယ်ကျက်ရိယာ (settler) ဖြင့်ခွဲခြားပြီး စစ်ခုံ (filter press) ဖြင့်စစ်ယူနိုင်သည်။ စစ်ဖတ်ကို မြေဩဇာအဖြစ်အသုံးပြုနိုင်သည်။ စိုက်ပျိုးရေးသုံး ထုံးမှုန့်နှင့် အတူတူပင် ဖြစ်သည်။ ထို့နောက် gas absorption tower တွင် anaerobic reactor ကထွက်လာသော သဘာဝဓါတ်ငွေ့နှင့်တွေ့သည်။ သဘာဝဓါတ်ငွေ့တွင် ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုက်ပါရှိသဖြင့် ၎င်းကိုစုပ်ယူ၍ ဓါတ်ပျယ်စေသည်။ နောက်ဆုံးတွင် ရေ၏ pH မှာ 7.0 – 8.0 သို့ရောက်ရှိသွားသည်။ နောက်ဆုံးအဆင့် အနယ်ကျက်ရိယာက ကျန်ရှိနေသော white calcium carbon ကို ဖယ်ရှားပေးသည်။ ရရှိလာသော ရေ၏အရည်အသွေးမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်-

COD	150 mg/l
Colour	30 - 40 units
Silica	90 mg/l
Phosphate	< 1 mg/l

COD နှင့် colour အတွက် ထပ်မံလျှော့ချရန် လိုအပ်ပါက တတိယအဆင့် သန့်စင်မှုကို hydrogen peroxide အသုံးပြု၍ ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

ကျမ်းကိုးစာရင်း

1. Rice Parboiling by F. Gariboldi, FAO Consultant. FAO Agricultural Services Bulletin 56
2. Basic concept of parboiling of paddy by Nawab Ali and A. C. Pandya
3. Application of two temperature hot water soaking for improving of paddy parboiling process by D. M. C. Champathi Gunathilake
4. Relationship Between Degree of Starch Gelatinization and Quality Attributes of Parboiled Rice During Steaming by Ebrahim Taghinezhad, Mohammad Hadi Khoshtaghaza, Saeid Minaei, Toru Suzuki, Tom Brenner
5. Effect of Soaking Temperature and Steaming Time on the Quality of Parboiled Iranian Paddy Rice by Ebrahim Taghinezhad, University of Mohaghegh Ardabili
6. Combination soaking procedure for rough rice parboiling by C. Igathinathane, P. K. Chattopadhyay and L. O. Pordesimo, Post Harvest Technology Centre, Indian Institute of Technology, West Bengal, India
7. Effect of steaming on physical and thermal properties of parboiled rice by Chijioke Ejebe, Nahemiah Danbaba and Michael Ngadi
8. Effect of Processing Conditions on the Color Intensity of Parboiled Rice by Toshinori Kimura, K.R. Bhattacharya and S.Z Ali
9. Relationship Between Degree of Starch Gelatinization and Quality Attributes of Parboiled Rice During Steaming by Ebrahim Taghinezhad, Mohammad Hadi Khoshtaghaza, Saeid Minaei, Toru Suzuki, Tom Brenner
10. Current techniques in rice mill effluent treatment: Emerging opportunities for waste reuse and waste-to-energy conversion by Anuj Kumar, Rashmi Priyadarshinee, Abhishek Roy, Dalia Dasgupta, Tamal Mandal
11. Rice Mill Effluent Treatment by Dr. Ajit Haridas, NIIST-CSIR, Thiruvananthapuram