

بسمه تعالی



کارگاه آموزشی

راههای کاهش ضایعات چغندر قند در سیلو و آشنایی با دستورالعمل عیار سنجی

ارائه کننده: بابک بابائی

عضو هیات علمی بخش تکنولوژی قند

موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذور چغندر قند

مرداد ماه ۱۳۹۹

- اجزای شیمیایی تشکیل دهنده ریشه چغندر قند:

۱۰۰ کیلوگرم ریشه چغندر

آب ۷۵ کیلوگرم

۲۵ کیلوگرم ماده خشک

محلول در آب ۲۰ کیلوگرم

غیر ساکاروز (مواد غیر قندی) ۲.۵ کیلوگرم

ساکارز (مواد قندی) ۱۷.۵ کیلوگرم

مواد معدنی (خاکستر) ۰.۵ کیلوگرم ۲۰٪

مواد آلی ۲ کیلوگرم ۸۰٪

مواد معدنی (خاکستر) ۰.۵ کیلوگرم ۲۰٪

• پتاسیم ۰.۲۱ کیلوگرم = ۴۲٪
• سدیم ۰.۰۵ کیلوگرم = ۱۰٪
• منیزیم ۰.۰۴ کیلوگرم = ۸٪
• کلسیم ۰.۰۴ کیلوگرم = ۸٪
• فسفر ۰.۰۴ کیلوگرم = ۸٪
• کلر ۰.۰۳ کیلوگرم = ۶٪
• سولفیت ۰.۰۲ کیلوگرم = ۳٪
• سایر ۰.۰۷ کیلوگرم = ۱۵٪
• جمع کل ۰.۰۵ کیلوگرم = ۱۰۰٪

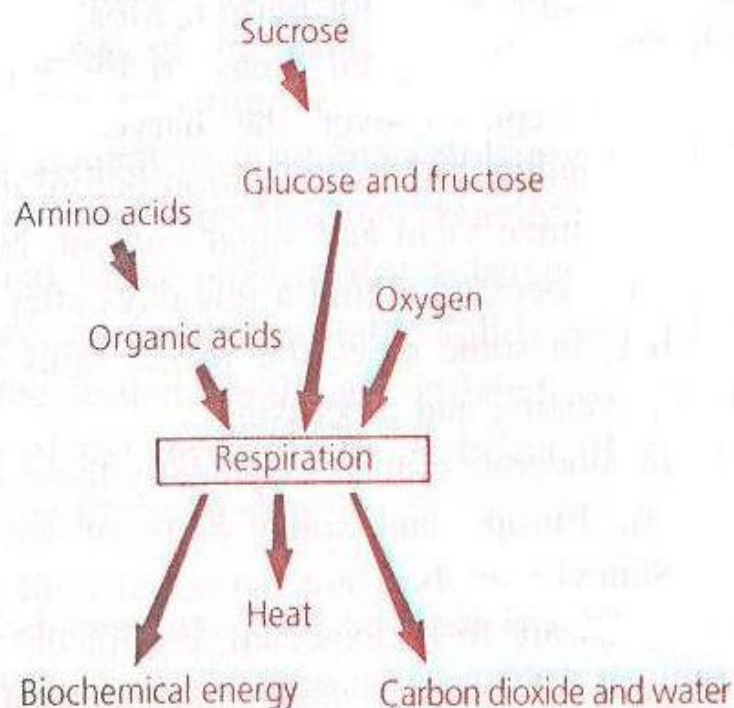
نیتروژن دار ۱/۱ کیلوگرم ۴۴٪
• پروتئین ۰/۷ کیلوگرم = ۵۸٪
• بتائین ۰/۲ کیلوگرم = ۱۷٪
• آمید و نمکهای آمونیاکی ۰/۱ کیلوگرم = ۸٪
• اسیدهای آمینه ۰/۲ کیلوگرم = ۱۷٪

بدون نیتروژن ۹/۰ کیلوگرم ۳۶٪
• قند انورت ۱/۰ کیلوگرم = ۱۱٪
• مواد پکتینی ۱/۰ کیلوگرم = ۱۱٪
• اسیدهای آلی ۴۷/۰ کیلوگرم = ۵۲٪
• چربی ۰/۳ کیلوگرم = ۳٪
• زاپونین ۱/۰ کیلوگرم = ۱۱٪
• سایر ۱/۰ کیلوگرم = ۱۱٪
• جمع کل ۹/۰ کیلوگرم = ۱۰۰٪

نامحلول در آب ۵ کیلوگرم
مارک یا مواد خشبی:
• سلولز ۱/۲ کیلوگرم = ۲۴٪
• همی سلولز ۱/۱ کیلوگرم = ۲۲٪
• مواد پکتینی ۲/۴ کیلوگرم = ۴۸٪
• پروتئین ۰/۱ کیلوگرم = ۲٪
• سایونین ۰/۱ کیلوگرم = ۲٪
• خاکستر ۰/۱ کیلوگرم = ۲٪
جمع کل ۵ کیلوگرم = ۱۰۰٪

تأثیر سیلو بر کیفیت چغندر قند

چغندر تازه برداشت شده مانند یک گیاه زنده فعال است و بعلت جدا کردن برگ‌هایش دیگر عمل فتوسنتز در آن صورت نمی‌گیرد و از یک گیاه تولید کننده کربوهیدرات به یک گیاه مصرف کننده آن مبدل می‌شود.

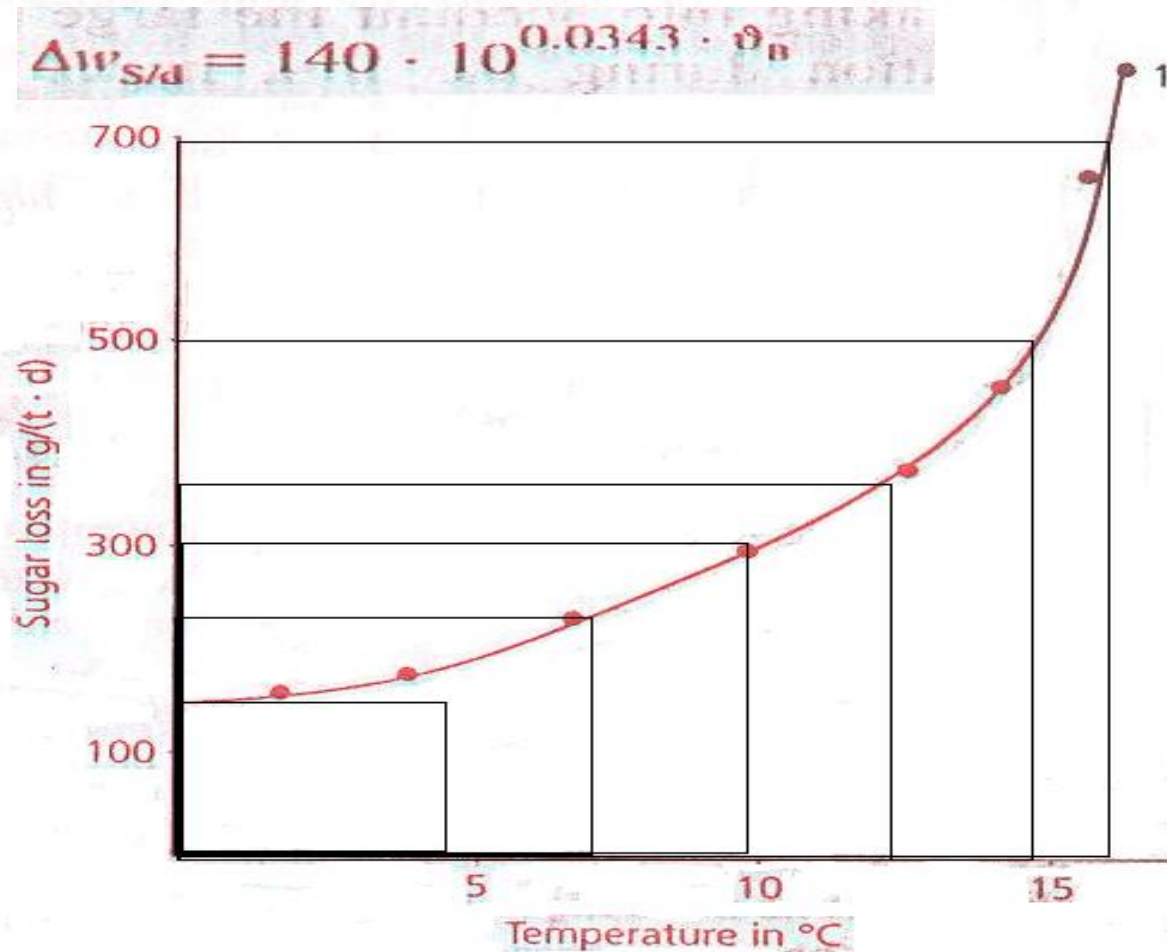


چغندر قند از طریق **تنفس** بخشی از کربوهیدرات ذخیره ای (ساکارز) را جهت تأمین انرژی لازم برای زنده ماندن مصرف می‌کند. در شرایط مناسب مصرف ساکارز مصرفی بین **۰/۰۱ تا ۰/۰۲۵ درصد** است.

شکل ۱- تغییرات شیمیایی ترکیبات چغندر قند در سیلو در اثر تنفس

فاکتورهای موثر بر کیفیت چغندر قند در سیلو:

۱- دما:



شکل ۲- ضایعات قندی به عنوان تابعی از دمای چغندر قند در سیلو در اثر تغییر دما به ازای تن

۲- دی اکسید کربن و اکسیژن اطراف چغندر قند در سیلو:

– در اثر تنفس ابتدا ساکارز تجزیه شده گلوکز و فرکتوز تولید می شود.



– تا این مرحله واکنش های ناشی از تنفس هوازی و یا غیر هوازی یکی است. چنانچه اکسیژن باندازه کافی در دسترس گیاه باشد تنفس هوازی گاز کربنیک و آب بوجود می آید.



– در صورتیکه اکسیژن کافی در اختیار نباشد تنفس غیر هوازی بوده الکل اتیلیک تولید می شود.



– چنانچه در توده چغندر غلظت اکسیژن به کمتر از ۵ تا ۷ درصد برسد آن وقت تنفس طبق

فرمول ۳ غیر هوازی بوده و ضایعات قندی حدود ده برابر بیش از تنفس هوازی می گردد و در اثر

الکل تولید شده چغندر بعد از چند روز از بین می رود.

– نسبت گاز کربنیک به اکسیژن را ضریب تنفس می‌نامند. در یک اکسیداسیون کامل کربوهیدرات این ضریب برابر یک است.

$$\text{ضریب تنفس} = \frac{CO_2}{O_2} = \left[\frac{mmol}{mmol} \right]$$

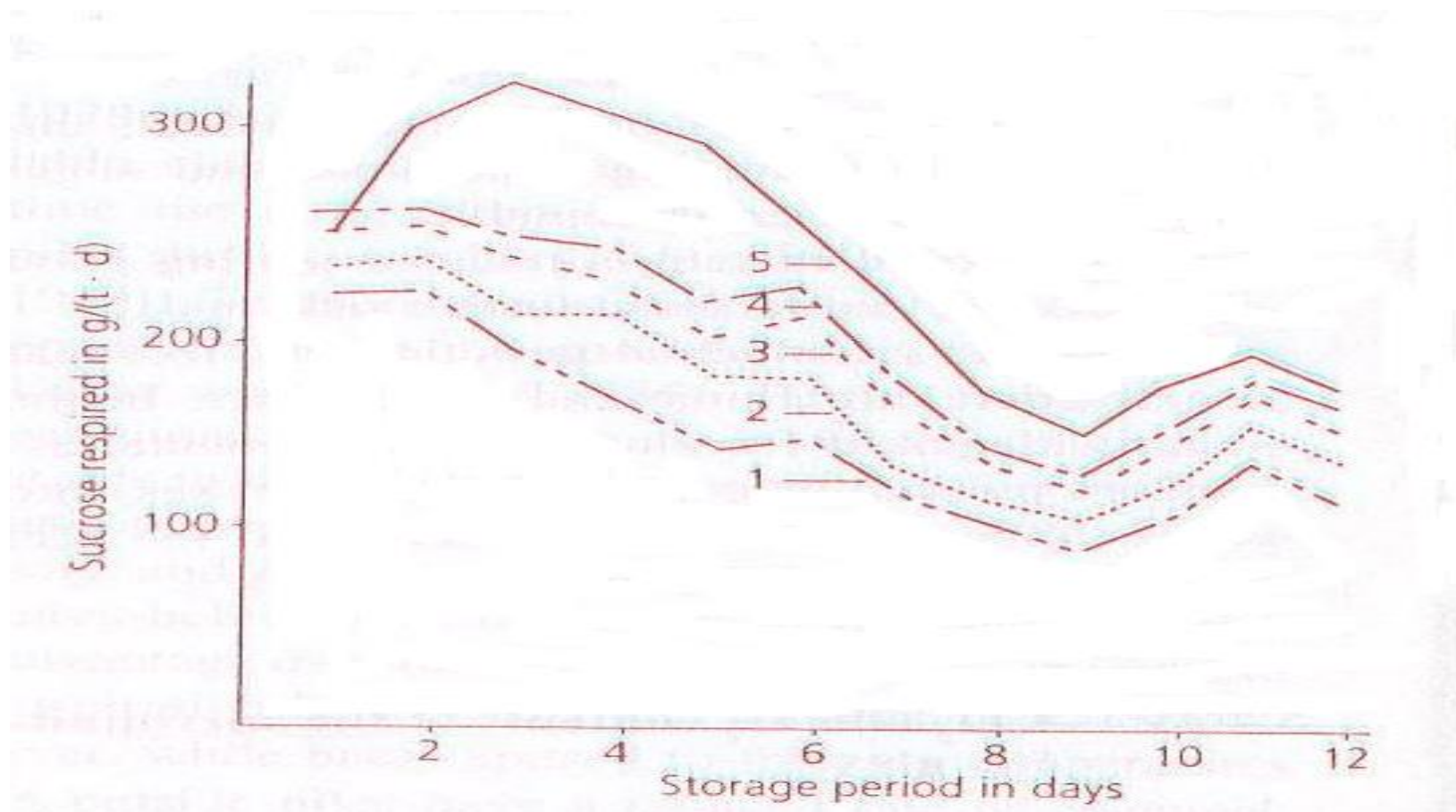
۳- رطوبت نسبی:

– از دست دادن آب در سلولهای سطحی چغندر صورت می‌گیرد و چون این آب خارج شده توسط آب موجود در سلولهای داخلی جایگزین نمی‌شود در این سلولها متابولیسم (زندگی عادی) سلول بهم می‌خورد و ضریب تنفسی افزایش یافته و تغییراتی در بافت سلول و در نتیجه در ترکیب شیمیائی و فیزیکی چغندر حاصل می‌شود.

– مناسب‌ترین رطوبت نسبی برای سیلو کردن چغندر **بین ۹۰ تا ۹۶ درصد** است. رطوبت نسبی کمتر از ۹۰ درصد باعث افزایش ضایعات قندی و رطوبت نسبی **بیشتر از ۹۶ درصد فعالیت باکتریها** را تشدید کرده که با **ضایعات قندی نیز** توأم است.

– برای تنظیم رطوبت نسبی مناسب در سیلوهای مجهز به تهویه اجباری از **وسائل مرطوب کننده هوا** که در مدخل فنتیلاتورها نصب شده اند استفاده می‌کنند.

۳- روش و مدت نگهداری چغندر قند در سیلو:



شکل ۳: اثر مدت نگهداری بر ضایعات قندی

۱- برداشت با بیل و شستشو ۲- برداشت با ماشین ۳- تمیز کردن ریشه چغندر قند با صفحه غلتک

۴- تمیز کردن ریشه چغندر قند با صفحه غلتک و شستشو ۵- برداشت با ماشین و شستشو

اصول حداقل شدن ضایعات قندی چغندر قند در سیلو

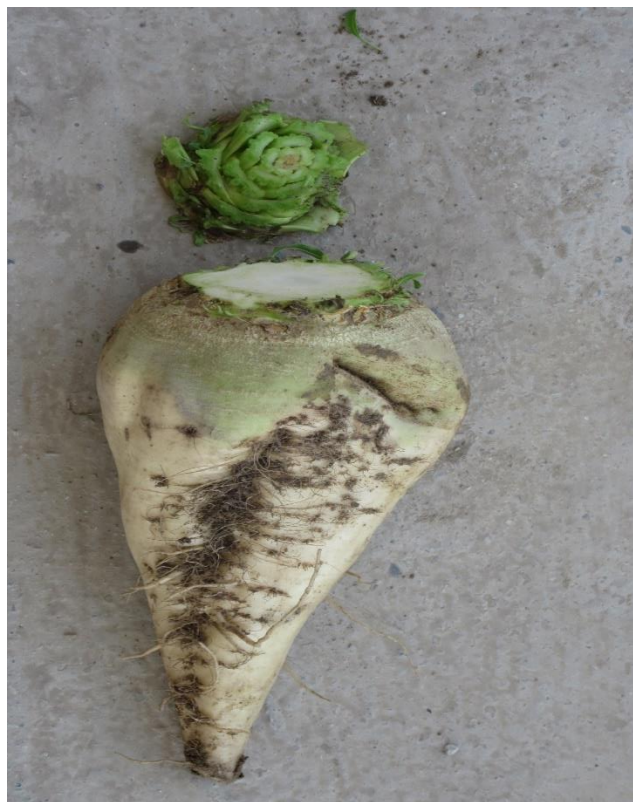
— تمیز کردن ریشه چغندر قند از خاک و آشغال قبل از سیلو



– اجتناب از ذخیره سازی ریشه های آفت زده، بیمار و یخ زده



**– حذف اندام هوایی ریشه های چغندر قند به شکل گنبدی در سیلوی کنار مزرعه و با حذف سر در
سیلوی کارخانه قند**



– استفاده از پوشش کلش یا پوششهای پلی اتیلنی برای جلوگیری از یخ زدگی



- دیاگرام مراحل استخراج قند از چغندر قند:

→ Sugar production diagram

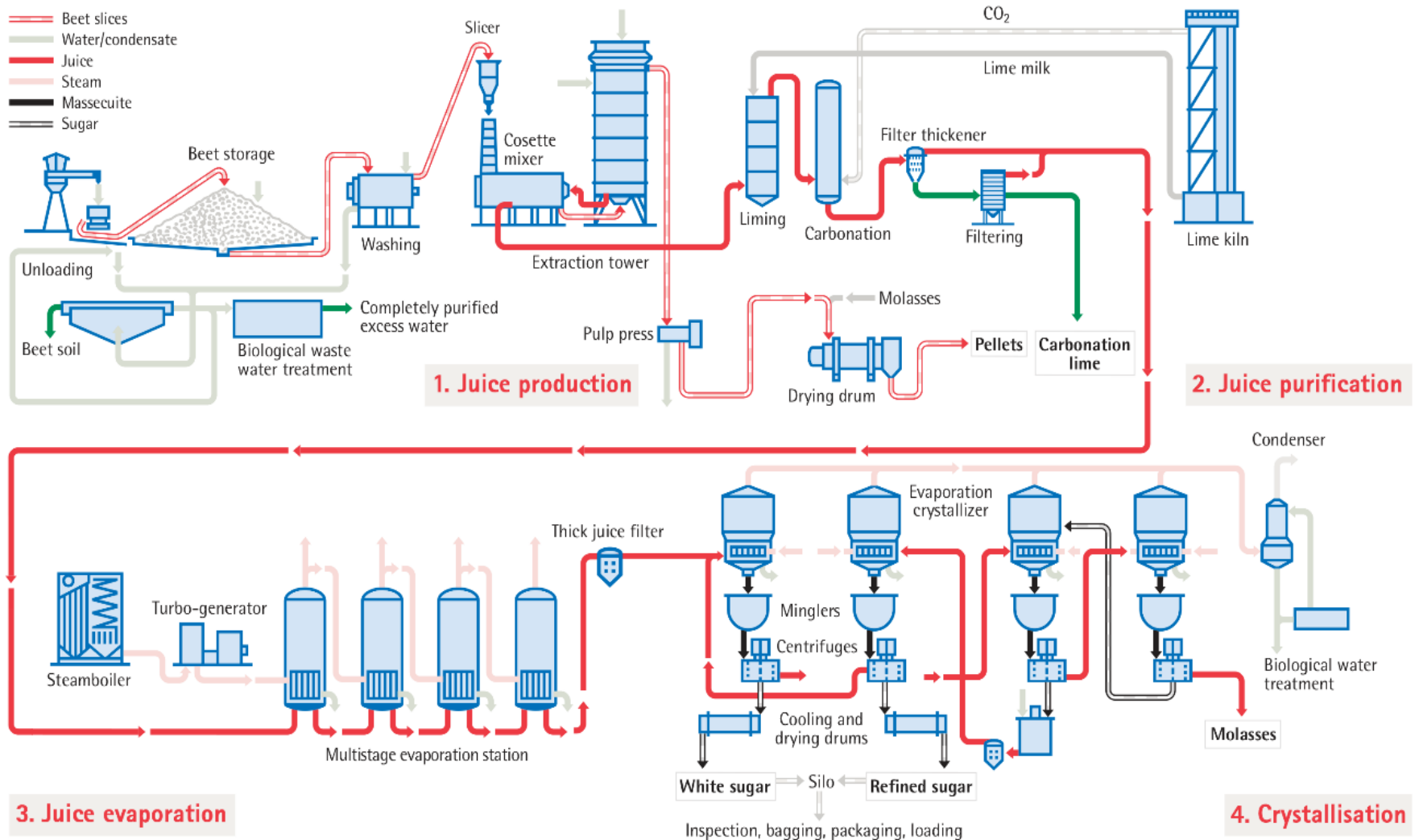


Figure 3 Schematic presentation of production of sugar from sugar beet (Südzucker, 2018)

— درصد قند

در چغندر قند تازه بسته به شرایط جوی و شرایط کشت درصد قند چغندر (ساکاروز) بین ۱۴ تا ۱۸ در نوسان است (شیخ الاسلامی، ۱۳۸۲).

جدول ۱— درصد قند چغندر در مناطق مختلف جهان

درصد قند	منطقه کشت	درصد قند	منطقه کشت
۱۵/۶۸–۱۶/۸۵	انگلستان	۱۴–۱۸	ایران
۱۶/۵۰–۱۸/۲۰	فرانسه	۱۴/۶–۱۷	پاکستان
۱۳/۵۰–۱۶/۰۵	ایتالیا	۱۴/۵–۱۷/۵	اردن
۱۳/۴۴–۱۶/۱۶	اسپانیا	۱۴–۱۷	فلسطین
۱۶–۱۶/۵۰	بلژیک	۱۷/۳	ترکیه
۱۵–۱۵/۸	یونان	۱۵/۳–۱۶/۹	افغانستان
		۱۵–۱۸	کالیفرنیا

۲-۱-۲- درصد قند انورت

مخلوط گلوکز و فروکتوز را قند انورت گویند بر عکس ساکارز خاصیت احیاء کنندگی دارند که قسمتی از طریق چغندر و قسمت دیگر در اثر تجزیه ساکارز وارد شربت می شود (شیخ الاسلامی ۱۳۷۶). در فرایند استحصال شکر از چغندر قند در کارخانه تمام قند انورت به اسید و مواد رنگین تبدیل شده و در فرایند تصفیه (کربناتاسیون) جدا نمی شوند. مقدار قند انورت در چغندر قند تازه ۰/۰۶ درصد و در چغندر قند خسارت دیده به ۱/۶ درصد می رسد.

۲-۱-۳- املاح معدنی (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره):

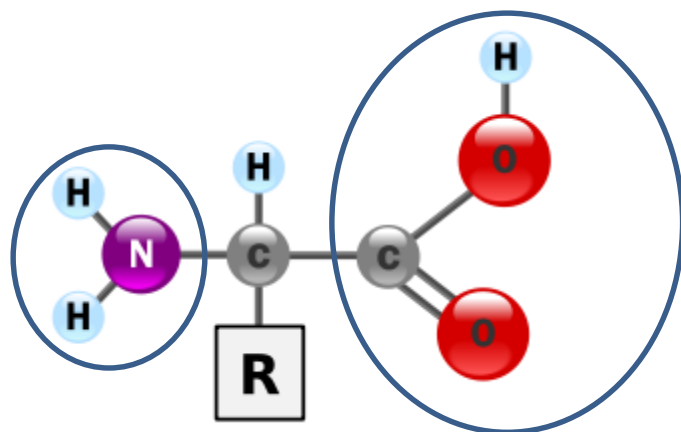
کاتیونهای سدیم و پتاسیم همراه با گلوتامین از غیر قندیهای هستند که در مرحله کربناتاسیون حذف نشده و موجب تشکیل ملاس در کارخانه قند می شوند. علاوه بر ترکیبات مذکور بتائین، قند انورت، رافینوز، نیترات و ... از زمره مواد ملاس زا به حساب می آیند.

مقدار پتاسیم (۵-۰) سدیم (۲/۱-۰) و نیتروژن مضره (۳-۰) میلی مول در صد گرم خمیر ریشه چغندر قند

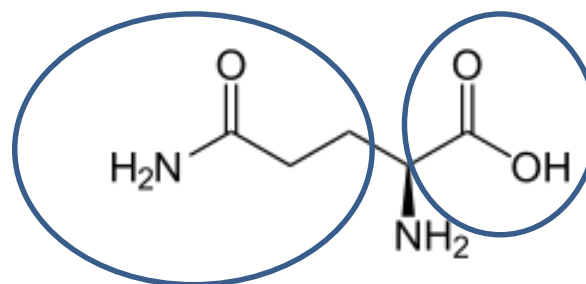
به ازای مصرف ۱۶۰-۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن دار تجمع **آلفا آمینو نیتروژن** (اسیدهای

آمینو شامل ۸۰ درصد گلوتامین) در بخش مرکزی ریشه در ۱۰۰ گرم چغندر قند ۱/۲-۱

میلی اکی والان گرم است (Draycott, 2006).



فرمول عمومی اسیدهای آمینه



گلوتامین

برای بخش مرکزی ریشه چغندر قند تازه برداشت شده (۲۵ درصد ماده خشک و ۷۵ درصد

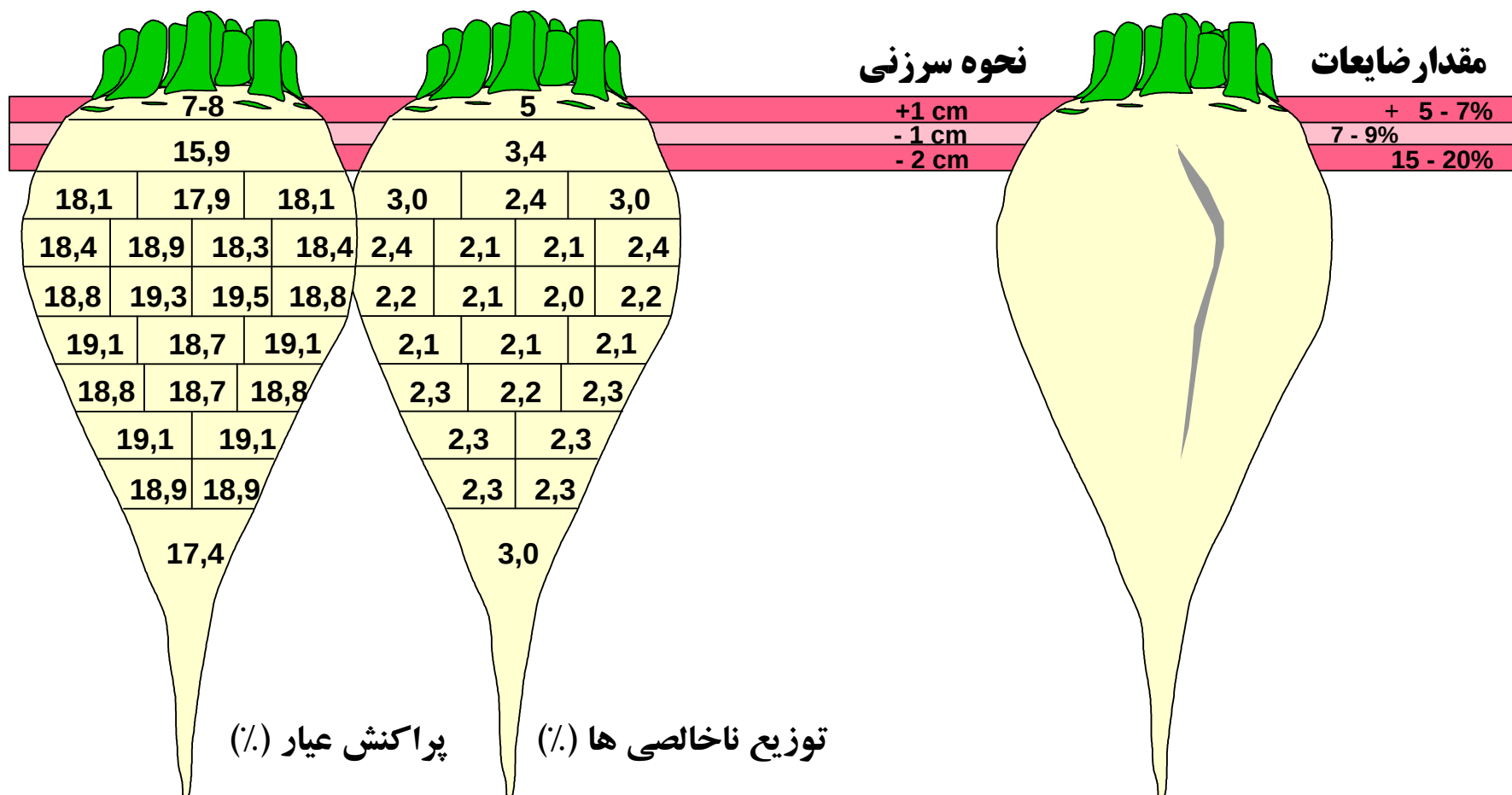
آب) در ۱۰۰ گرم: مقدار **پتاسیم** از ۳/۸۵-۶/۴۱ میلی اکی والان گرم، **سدیم** ۱/۱۰-۰/۵۴ میلی

اکی والان گرم گزارش شده است (Draycott, 2006).

جدول ۱- لیست برخی از فرمول‌های تخمین میزان قند ملاس (MS) در ریشه چغندر قند بر اساس ناخالصی‌های پتاسیم (K)، سدیم (Na)، نیتروژن مضره (N)، رافینوز (R)، بتائین (B) و قندهای احیا کننده (RS) در کشورهای مختلف

کشور	محقق	فرمول
چکسلواکی	(Dedek, 1927)	$MS = 0.342 (K+Na)$
آلمان	(Reinefeld, 1974)	$MS = 0.343 (K+Na) + 0.094N - 0.31$
فرانسه	(Devillers, 1976)	$MS = 0.124K + 0.117Na + 0.408N$
مجارستان	(Vukov, 1977)	$MS = 0.289 (K+Na) + 0.078N + I + 0.0546$
ترکیه	(Akyar, 1980)	$MS = 0.19 (K+Na) + 0.274N + 1.1451 - 0.576$
مراکش	(Hachimi, 1985)	$MS = 0.16K + 0.34Na + 0.091N + 5.67$
اکراین	(Khelemskihj, 1986)	$MS = 0.1558K + 0.0623Na + 0.7888$
فرانسه	(Devillers, 1988)	$MS = 0.14 (K+Na) + 0.25N + 3.3G + 0.3$
آلمان	(Burba, 1993)	$MS = 0.92K + 0.75Na + 0.84N + 1.15B + 4.95R$
آلمان	(Marlander, 1996)	$MS = 0.12 (K+Na) + 0.24N + 0.48$

تأثیر مقدار سرزنی بر ضایعات چغندر قند



پراکنش عیار (چپ) و ناخالصی ها (وسط) و نحوه سرزنی (راست) ریشه چغندر قند روی ضایعات برداشت

جدول ۱- میانگین وزن تر (FW)، درصد قند (SC)، وزن شکر (SW)، عملکرد شکر (SY) و مقدار ناخالصی های پتاسیم (K)، سدیم (Na) و نیتروژن مضره (N)

صفات اجزای ریشه	FW (t/ha)	SC (%)	SW (kg/t)	SY (kg/ha)	K	Na	N
					(mmol/100g beet)		
سر (Scalp)	۱/۴۵	۶/۵	۶۵	۹۴	۹/۲۴	۴/۹	۳/۷۵
طوقه (Crown)	۲/۳	۱۰/۲۵	۱۰۳	۲۳۴	۷/۳۳	۳/۸۳	۲/۶۴
بدون سر و طوقه	۴۸	۱۹/۴	۱۹۴	۹۳۱۲	۵/۷۴	۲/۷۳	۲/۳۸
بدون سر	۵۰	۱۹	۱۹۰	۹۵۴۷	۵/۸۱	۲/۷۸	۲/۳۹
ریشه کامل	۵۲	۱۸/۶	۱۸۶	۹۶۴۱	۵/۹۱	۲/۸۴	۲/۴۳

عیار سنجی مبنای خرید چغندر قند

– مصرف بیش از حد نرمال کودهای شیمیائی بخصوص کودهای نیتروژنه (ازته) موجب افزایش عملکرد و کاهش کیفیت چغندر قند می شود.

– عیار ۱۶ درصد مبنای استخراج قند در کارخانه های می باشد.

– ریشه های چغندر قند با عیار بیش از ۱۶ درصد موجب افزایش درآمد کارخانه های قند و عیار کمتر از ۱۶ درصد موجب مصرف بیش تر منابع انرژی و کاهش درآمد کارخانه های قند می شود.

محاسبه قیمت چغندر قند بهاره بر مبنای عیار با استفاده از فرمول :

$$\text{قیمت پایه} * \frac{p - 3}{13} = \text{بهای یک تن چغندر با عیار } P\%$$

- آشنایی با دستورالعمل کنترل و نظارت بر عیارسنجی

۱- نمونه برداری:

از هر محموله بایستی به یکی از روشهای زیر نمونه برداری انجام شود. (هر ده تن چغندر قند حداقل یک نمونه)

۱-۱- نمونه گیری از روی نوار تخلیه:

اگر دستگاه نمونه گیر بعد از خاک گیر نصب شده است، نمونه مستقیماً به ترازوی توزین اولیه منتقل گردد.
اگر دستگاه نمونه گیر قبل از خاک گیر نصب شده است، نمونه گرفته شده بایستی قبل از ورود به ترازوی توزین از دستگاه خاک گیر عیارسنج عبور داده شود تا خاکهای آزاد آن حذف شود.



۱-۲- نمونه گیری با سوند یا روپرو:

چون نمونه برداری قبل از تخلیه محموله چغندر قند انجام می شود، نمونه گرفته شده بایستی از روی دستگاه خاک گیر عیار سنج همانند بند ۱-۱ عبور داده شود. تبصره ۱ - در صورتیکه خاکهای آزاد همراه چغندر قند به کامیون برگردانده شود.



۱-۳ - مقدار نمونه:

تعداد ریشه های چغندر قند در هر نمونه بایستی حداقل ۵۰-۴۰ عدد باشد.



۲- تعیین افت:

تعیین افت بایستی از طریق توزین وزن ناخالص و پس از شستشو و توزین وزن خالص نمونه چغندر قند انجام شود.

۲-۱- ترازوهای توزین:

بایستی در هر شیفت کاری ترازوهای توزین دو مرتبه با وزنه های استاندارد ۲۵-۲۰ کیلوگرم کنترل و در صورت لزوم تنظیم شوند.



۲-۲- وزن هر نمونه:

بایستی قبل از شستشو (m_1) و بعد از شستشو (m_2) روی کارت عیارسنج بوسیله ثبات ثبت شود.

$$\text{درصد افت} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100$$

۲-۳- دستگاه شستشو :

بایستی طوری تنظیم گردد که گل و خاک همراه چغندرها بخوبی حذف شوند. سنگ، علف و برگ را بایستی بعد از شستشو بوسیله دست از نمونه جدا کرد. چنانکه قسمت سبزینه چغندرها قطع نشده اند بایستی قسمت سبزینه با دقت و به روش مکانیکی جدا شود.



شستشوی مناسب



شستشوی نامناسب



۳- عیار سنجی:

۳-۱- تهیه خمیر

در این قسمت در اثر برخورد ریشه چغندرها با اره و یا اره ها به طور تصادفی از قسمتهای مختلف ریشه چغندر خمیر گرفته می شود. مقدار خمیر در دستگاههای چند اره ای بستگی به وزن نمونه دارد، در حالیکه در دستگاههای تک اره ای مقدار خمیر علاوه بر وزن نمونه به مدت زمان خمیرگیری نیز بستگی دارد. معمولاً در این نوع دستگاهها بعد از ۹۰ ثانیه ۱/۵ تا ۲ درصد وزن نمونه خمیر گرفته می شود. خمیر باید طوری باشد که ضمن نرم بودن عصاره ای از آن خارج نشود. خمیر هر نمونه جداگانه در ظرفی جمع آوری و به قسمت آزمایشگاه منتقل می شود.



۳-۲- محلول شفاف کننده

پس از مخلوط کردن و حذف تکه های درشت خمیر حدود ۲۶ گرم آن را با قاشق برداشته وزن کرده و با استفاده از ترازوی نسبی، مقدار محلول زلال کننده (سواستات سرب و یا سولفات آلومینیم) بطور اتومات به آن اضافه می گردد.



در هر شیف دو مرتبه و در موقع تعویض محلول زلال کننده بایستی ترازوی نسبی دقیقاً کنترل و در صورت لزوم تنظیم گردد. همواره بایستی رابطه زیر برقرار باشد :

$$(\text{کاغذ پرگامنت} + \text{وزنه استاندارد ۲۶ گرمی}) = (\text{وزن مخصوص محلول زلال کننده} \times ۱۷۷^{\text{cc}})$$

وزن مخصوص محلول را از طریق توزین صد میلی لیتر محلول (در بالن ژوژه صد میلی لیتری) بصورت زیر تعیین کنید.

$$\frac{\text{وزن ۱۰۰ میلی لیتر بر حسب گرم}}{\text{۱۰۰ میلی لیتر}} = \text{g/ml}$$

برای بدست آوردن نتایج دقیق بایستی خمیر و محلول زلال کننده کاملاً با یکدیگر مخلوط و عمل هضم بطور کامل انجام شود. زمان اختلاط در حالت معمول حدود ۹۰ ثانیه است ولی در هر سیستم بایستی زمان مطلوب از طریق آزمایشهای موازی در عیارسنج و آزمایشگاه تعیین گردد. ضمناً دمای آزمایشگاه باید بین ۲۵-۲۰ درجه سانتیگراد باشد.



۳-۳- تعیین عیار

دستگاههای ساکاریمتر وسائل دقیق و حساس هستند. در هر شیفต์ حداقل آن را باید دوبار با لوله کوارتس و همچنین محلول شکر خالص (۶/۵۰ گرم شکر سفید خالص درصد میلی لیتر آب مقطر) کنترل کرد. درصد قند محلول قندی بایستی ۲۵/۰۰ درجه ساکاروز را نشان داده و ثبت کند.



جدول کنترل روزانه عیار سنج کارخانه قند..... برای ۳ نمونه تصادفی در روز از تاریخ / / ۹۸ لغایت / / ۹۸

تاریخ	نمونه	شماره قبض	نام حوزه	وزن ناخالص ریشه ها (کیلوگرم)	تعداد ریشه ها	وزن ریشه ها پس از شستشو (کیلوگرم)	درصد افت ثبت شده (%)	نمره تمیزی ریشه ها پس از شستشو از ۱۰۰	وزن کل خمیر تهیه شده (گرم)	نمره نرمی خمیر از ۱۰۰	وزن نمونه خمیر برای ترازو (گرم)	وزن محلول همراه با وزن نمونه خمیر (گرم)	عیار (%)
	صبح												
	ظهر												
	عصر												
	صبح												
	ظهر												
	عصر												
	صبح												
	ظهر												
	عصر												
	صبح												
	ظهر												
	عصر												

تاریخ:

تاریخ:

امضاء:

امضاء:

نام و نام خانوادگی مامور مقیم:

نام و نام خانوادگی مسئول عیار سنج:

*لطفا تمیزی لنزهای دستگاه پلاریمتر روزانه کنترل شود.

با تشکر از حوصله شما

