

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(2), 295-304
<http://plantproduction.scu.ac.ir/>


ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Effect of N Fertilizer and Growth Stimulating Bacteria on Growth of Sugar Beet in Delayed Sowing

Nasrullah Nusrat¹, Morteza Goldani^{2*} , Javad Rezai³

- 1- M.Sc. Student Agrotechnology, Department of Agrotechnology Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- 2- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Agrotechnology Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (goldani@um.ac.ir)
- 3- Assistant Professor, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Mashhad, Mashhad, Iran

Citation: Nusrat, N., Goldani, M., & Rezai, J. (2021). Effect of N fertilizer and growth stimulating bacteria on growth of sugar beet in delayed sowing. *Plant Productions*, 44(1), 295-304.

 10.22055/PPD.2020.30457.1811

Received: 21 August, 2019

Accepted: 20 June, 2020

Abstract

Introduction

Concurrency of cereals late-season irrigation with early irrigation of sugar beet season and lack of water resources at this time, has made some farmers to delay sugar beet cultivation. The planting date plays a key role in growth, quality and yield of sugar beet. Delayed cultivation leads to reduced sugar beet yield. In late cultivation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), the use of nitrogen fertilizer and growth promoting bacteria can be of great importance in accelerating growth and compensating for lost time. The aim of this study was to find a sustainable way to increase the growth rate of sugar beet in delayed cultivation, so as to compensate for the delayed growth season as possible.

Materials and Methods

This experiment was conducted as a split split plot in a randomized complete block design with 6 replications on Arta sugar beet cultivar at the Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad in 2018. The factors included planting date (regular and delayed sowing) as main factor, nitrogen fertilizer (based on recommendation and 25% less than recommended) as sub-factor and Nitrobacter application and non-Nitrobacter were considered as sub-factors.

Results and Discussion

The results showed that the inoculation effect of Nitrobacter on leaf area, total dry matter, root yield and sugar content increased by 13, 20, 9 and 8 percent, respectively. Also, Nitrobacter treatment had the least effect on the amount of sodium, potassium and nitrogen of root in both

sowing dates. For delayed planting date, using nitrogen fertilizer plus growth promoting bacteria can offset the delay in planting date. Therefore, this recommendation can reduce water consumption by reducing sugar beet growing season and reduce fertilizer use. It seems that the combination of chemical and biological fertilizers is effective on sugar beet delayed cultivation in order to compensate for lost time.

Conclusion

The combination of chemical and biological fertilizers is effective on sugar beet delayed cultivation in order to compensate for lost time.

Keywords: Amino nitrogen, Nitrobacter, Planting date, Root yield, Sugar content

تأثیر کود نیتروژن و باکتری محرک رشد بر رشد چغندر قند در کشت تأخیری

نصرالله نصرت^۱، مرتضی گلدانی^{۲*}، جواد رضایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی، گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (goldani@um.ac.ir)

۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۳۰

چکیده

در کشت تأخیری چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)، استفاده از کود نیتروژن و باکتری محرک رشد، می‌تواند در تسریع رشد و جبران زمان از دست‌رفته، اهمیت زیادی داشته باشد. برای بررسی این موضوع آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار با ۶ تیمار در سال ۱۳۹۷ بر روی رقم آرتا و در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عامل‌های مورد مطالعه شامل تاریخ کشت (کشت‌های معمول و تأخیری) به‌عنوان عامل اصلی، کود نیتروژن از منبع اوره با دو سطح (کود نیتروژن بر اساس توصیه و ۲۵ درصد کمتر از توصیه) به‌عنوان عامل فرعی و باکتری محرک رشد با دو سطح (مایه‌زنی با باکتری و بدون باکتری) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اثر تیمار مایه‌زنی با باکتری محرک رشد روی ویژگی‌هایی نظیر سطح برگ، ماده خشک، عملکرد ریشه و میزان عیار قند به ترتیب ۱۳، ۲۰، ۹ و ۸ درصد تأثیر افزایشی داشت. هم‌چنین تیمار باکتری محرک رشد روی میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه کمترین تأثیر را در هر دو تاریخ کشت معمول و تأخیری از خود نشان داد. به نظر می‌رسد در شرایط آزمایش حاضر، در کشت تأخیری برای جبران زمان از دست‌رفته در گیاه چغندر قند، استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و زیستی مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: تاریخ کشت، عملکرد ریشه، عیار قند، نیترو باکتری، نیتروژن مضره

مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و نقش شکر به‌عنوان یکی از اجزاء مهم جیره غذایی بشر، پژوهش پیرامون این ماده غذایی روزبه‌روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (Neyazian et al., 2011). چغندر قند برای بشر به‌عنوان یک منبع انرژی‌زا و غذای خالص، حیاتی بوده و موقعیت منحصر به فردی را در میان سایر گیاهان زراعی برخوردار است. این محصول از نظر ارزش غذایی در ردیف گیاهانی مانند برنج (*Oryza sativa*)، ذرت (*Zea*

(mays)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*)، حبوبات و غیره قرار دارد. ارزش بالای چغندر قند به دلیل بازدهی بالای آن است، به‌نحوی که گیاهان دیگر کمتر قادرند تا این حد انرژی خورشیدی را به‌صورت انرژی ذخیره‌ای تبدیل کنند چغندر قند یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در طیف گسترده‌ای از اقلیم‌ها است (Jafari et al., 2006). این گیاه یک محصول دوساله است اما برای تولید قند در سال نخست برداشت می‌شود. دوران رشد این محصول نسبتاً طولانی است. طول این دوره معمولاً از ۱۴۰ تا ۲۰۰ روز

گزارش شده است. مدیریت نادرست کشت و مصرف کودهای شیمیایی یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد ریشه و قند این محصول به شمار می‌رود. هم‌چنین تاریخ کشت یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی مؤثر بر عملکرد و سایر صفات زراعی این محصول است که تأثیر زیادی در تولید چغندر قند دارد. بسیاری از مطالعه‌ها نشان داده‌اند که تمام ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات به‌نحو قابل توجهی تحت تأثیر شرایط اقلیمی، شیوه‌های کشت و زمان کشت قرار می‌گیرد (Zehtab-Salmasi et al., 2006). بر اساس یافته‌های Oz et al. (2002) کشت کاملاً زود یا دیر نامطلوب است.

بیشتر مطالعه‌ها نشان داده‌اند که تأخیر در کشت بسیاری از محصولات منجر به کاهش عملکرد می‌شود. تاریخ کشت نقش کلیدی در رشد، کیفیت و عملکرد چغندر قند دارد (Kandil et al., 2004; Ozer, 2003). تاریخ کشت زود، دوره رشد را طولانی می‌سازد که این یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تغییرات عملکرد در چغندر قند است (Draycot, 2006). نتایج حاصل از بررسی تأثیر عوامل محیطی بر رشد و عملکرد ۶ رقم چغندر قند در ۶۲ مکان گوناگون نشان داده که تاریخ کشت بیشترین تأثیر را روی ارقام این محصول دارد. برخی از پژوهشگران معتقدند که بین کیفیت، عملکرد و تاریخ کشت رابطه خطی وجود دارد (Lauer, 1995). نیتروژن نیز یکی از مهم‌ترین عناصر غذای و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی است. این عنصر در گیاهان بالاترین غلظت را داشته و گلوگاه رشد است و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به‌نحوی که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذای عملکرد را محدود می‌کند. مهم‌ترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی استفاده از کودهای نیتروژن دار است. بنابراین استفاده مناسب از کودهای نیتروژن دار برای افزایش تولید محصول و افزایش کارایی نیتروژن از مهم‌ترین مباحث است (Hillel et al., 2005). نیتروژن در تمام بافت‌های گیاهی وجود داشته و ماده اصلی پروتئین‌های گیاهی را تشکیل می‌دهد و در بین عناصر موجود در گیاه بیشترین میزان را دارا است. تأمین نیتروژن

از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخه آب و محیط‌زیست است و علاوه بر این تولید آن گران و پرهزینه می‌باشد و جایگزینی آن با کودهای زیستی می‌تواند نقش مهمی را در کاهش این مشکلات بازی کند (Tilak et al., 2005). در دنیا مطالعه‌های زیادی در زمینه جبران کمبود نیتروژن از راه‌هایی غیر از کودهای شیمیایی، مانند آغشته کردن بذرها با میکروارگانسیم‌هایی همچون ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس صورت گرفته است (El-Fadaly et al., 2013). گرچه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد، ولی بهره‌برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. با وجود این که کاربرد این کودها در چند دهه اخیر کاهش یافته، ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده‌اند، استفاده از آن‌ها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است و سعی بر آن است تا از پتانسیل موجودات زنده خاکری و مواد آلی به منظور به حداکثر رساندن تولید در ضمن توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط‌زیست استفاده گردد (Falahi et al., 2009). کاربرد کودهای بیولوژیک برای حفظ توازن بیولوژیک حاصلخیزی خاک به منظور به حداکثر رساندن روابط بیولوژیک سامانه مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کودهای بیولوژیک به شکل مواد جامد، مایع یا نیمه جامد که دارای یک یا چند باکتری محرک رشد بوده به منظور تأمین عناصر مورد نیاز گیاه، حفظ و سلامت گیاه و یا بهبود رشد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (Roesti et al., 2006). یکی از راه‌های افزایش عملکرد گیاهان، مایه‌زنی با بذر آن‌ها با باکتری محرک رشد می‌باشد. باکتری محرک رشد گروهی از باکتری‌ها هستند که به‌نحو فعال با ریشه‌های گیاه همزیستی کرده و منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Falahi et al., 2009). از سازوکارهای پیشنهاد شده برای افزایش رشد گیاهان مایه‌زنی با شده با باکتری محرک رشد، افزایش مقاومت به تنش، تثبیت نیتروژن غیرهمزیستی، حلالیت فسفات غیر آلی یا دیگر مواد معدنی، افزایش

تهیه شده بود، و در کرت‌هایی با ۶ خط کشت به طول ۵ متر و با ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. به منظور عدم اختلاط تیمارهای کودی بین هر دو کرت فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شدند. باکتری محرک رشد نیتروباکتر (*Nitrobacter Winogradsky*) (1892) به مقدار ۵ لیتر در هکتار به دو طریق استفاده شد، الف) مایه‌زنی بذور پیش از کشت ب: استفاده از نیتروباکتر همراه با آب آبیاری بعد از کشت. تیماری کودی نیتروژن نیز در دو مرحله الف: هشت برگگی چغندر قند و ب) دو هفته بعد از مرحله اول اعمال گردید. مقدار کود استفاده شده از منابع کودی اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس توصیه و برای تیمار ۲۵ درصد کمتر از توصیه به مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد.

در انتهای فصل رشد، برداشت هر یک از کرت‌های آزمایشی از سطحی معادل ۴ مترمربع از ۲ خط کشت وسط کرت‌ها و به طول ۴ متر انجام شد. بعد از برداشت، ریشه‌های چغندر قند توزین و عملکرد بر مبنای واحد سطح محاسبه شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از تفکیک آن‌ها به ریشه، دم برگ و پهنک برگ، سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل LI-3100C اندازه‌گیری شد. از تقسیم سطح برگ بر سطح نمونه‌گیری، شاخص سطح برگ هر نمونه به دست آمد. نمونه‌ها پس از اندازه‌گیری سطح آن‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد درون آون خشک شد. پس از آن وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین گردید اعداد حاصل سپس برای سطح یک مترمربع تعمیم داده شد. از هر کرت فرعی یک نمونه حدوداً ۱۵ کیلوگرمی ریشه به آزمایشگاه تجزیه کیفی بخش تحقیقات چغندر قند خراسان رضوی منتقل و خمیر ریشه‌ها توسط دستگاه خمیرگیر تهیه شدند. خمیرهای حاصل پس از انجماد، به آزمایشگاه تکنولوژی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند جهت تجزیه کیفی ارسال شد.

دسترسی به عناصر غذایی اولیه برای گیاه میزبان، بازدارندگی در برابر عوامل بیماری‌زا، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها و آنزیم‌ها و نیز رقابت با میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا را می‌توان نام برد (Roesti et al., 2006). در کشور ایران بخش عمده‌ای از چغندر کاری در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک واقع شده که در این مناطق همواره کشت و کار با مشکل آب روبرو است. در این مناطق معمولاً آخرین نوبت آبیاری غلات که در مرحله حساس پر شدن دانه هست، با مراحل اولیه رشد چغندر قند که عمدتاً ۴ و ۶ برگگی است، مصادف می‌شود. بر این اساس، به دلیل تلاقی آبیاری‌های آخر فصل کشت غلات با آبیاری‌های ابتدای فصل زراعت چغندر قند و کمبود منابع آبی در این زمان، برخی از کشاورزان را مجبور به کشت دیر هنگام چغندر قند می‌کند. لذا هدف از این مطالعه دستیابی به روشی پایدار برای افزایش سرعت رشد گیاه چغندر قند در کشت‌های تأخیری است، به گونه‌ای که تا حد امکان جبران فصل رشد از دست رفته ناشی از تأخیر در کشت شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی و پژوهش‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (جدول ۱) در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ ثانیه شمالی و طول ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح آب‌های آزاد انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۶ تیمار اجرا شد. تیمارها در این طرح عبارتند از: تاریخ کشت در دو سطح (یکم اردیبهشت و ۱۵ خرداد) به عنوان عامل اصلی، کود نیتروژنه اوره در دو سطح بر اساس توصیه کودی و ۲۵ درصد کمتر از توصیه به عنوان عامل فرعی و باکتری محرک رشد در دو سطح (بدون مایه‌زنی با باکتری محرک رشد و مایه‌زنی با باکتری محرک رشد) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شد. کشت با رقم چغندر قند آرتا که از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

Table 1. Some Field Soil Properties of Faculty Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Texture	EC (dS/m)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	OC (%)	pH
Silty clay loam	0.85	72	12.5	387	0.85	8.11

(جدول ۳). به نظر می‌رسد باکتری محرک رشد از طریق فراهم‌سازی هورمون‌های رشد و جذب بهتر عناصر غذایی اثر مثبت گذاشته و در نتیجه افزایش اندازه و تقسیم سلول‌های برگ و به دنبال آن باعث افزایش شاخص سطح برگ گردید. نتایج مشابه را (Ayoola and Makinde (2007) و (Neamatollahi et al. (2012) گزارش کردند.

وزن خشک کل

نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که برهمکنش تاریخ کشت با کود نیتروژن بر صفت وزن خشک کل بوته در واحد سطح معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که برهمکنش تاریخ کشت با کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند بیشترین ماده خشک از تیمار کود نیتروژن بر اساس توصیه در هر دو تاریخ کشت معمولی و تأخیری به ترتیب ۲۷۳۳/۹۹ و ۲۲۶۶/۱۵ کیلو گرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

جهت پردازش داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel 2013 و Minitab 17 برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد و مقایسه میانگین صفات بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

سطح برگ

بر اساس تجزیه واریانس برهمکنش سه گانه تاریخ در کود در باکتری معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سطح برگ در تاریخ کشت معمولی با مقدار ۳/۴۳ مربوط به تیمار کود نیتروژن ۲۵ درصد کمتر از توصیه همراه با مایه‌زنی باکتری بود و کمترین سطح برگ با مقدار ۱/۹۲ از تیمار کود نیتروژن بر اساس توصیه بدون باکتری به دست آمد. هم‌چنین در کشت تأخیری ۲/۷۷ سطح برگ از تیمار باکتری با کود نیتروژن ۲۵ درصد کمتر از توصیه و کمترین سطح برگ با ۲/۴۱ از تیمار باکتری با کود نیتروژن بر اساس توصیه به دست آمد

Table 2. Analysis of variance (mean squares) of leaf area index, dry mater, molasses sugar content and root yield of sugar beet at final harvest

S.O.V.	df	LAI	TDM	Molasses sugar	Root Yield
Replication	2	0.30*	22744.97 ^{ns}	0.75 ^{ns}	208641239*
Date	1	0.01 ^{ns}	112530.44 ^{ns}	0.49 ^{ns}	16235327.6 ^{ns}
Error 1	2	3.85	844819.60	0.26	179328899
N Fertilizer	1	0.48*	1000967.90**	0.006 ^{ns}	935952.6 ^{ns}
N × D	1	0.32 ^{ns}	656952.23*	0.03 ^{ns}	76735596.7 ^{ns}
Error 2	1	0.41	200362.80	0.27	18717371.3
Bacteria	1	0.28 ^{ns}	1147234.60**	0.12 ^{ns}	220615232.2*
B × D	1	0.34 ^{ns}	145126.60 ^{ns}	0.002 ^{ns}	8072342.4 ^{ns}
B × N	1	1.57**	369800.67 ^{ns}	0.23 ^{ns}	477696.5 ^{ns}
B × D × N	1	1.32**	400357.23 ^{ns}	0.006 ^{ns}	27596497.2 ^{ns}
Error	8	0.70	83978.69	0.24	40193422
CV		10.11	12.62	14.61	9.90

*, ** and ns, represent significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant.

Table 3. Mean of leaf area, total dry weight, molasses sugar and root yield of sugar beet based on final harvest

Date × N × B		LAI	TDM (kg/ha)	Molasses sugar	Root yield (kg/ha)
On time date	Non-N × FBR	1.92 ^{ab}	2184.31 ^b	3.38 ^a	66541.7 ^{ab}
	N × FBR	2.78 ^b	3283.68 ^a	3.72 ^a	67067.3 ^a
	Non-N × 25% less than FBR	2.31 ^b	1951.54 ^b	3.51 ^a	60708.4 ^b
	N × 25% less than FBR	3.43 ^a	2037.77 ^b	3.51 ^a	64958.3 ^{ab}
Delayed date	Non-N × FBR	2.41 ^{ab}	2130.3 ^b	3.01 ^a	55500 ^b
	N × FBR	2.68 ^{ab}	2402 ^a	3.37 ^a	67666.7 ^a
	Non-N × 25% less than FBR	2.42 ^{ab}	2042.7 ^b	3.35 ^a	61108.3 ^{ab}
	N × 25% less than FBR	2.77 ^a	2334.5 ^{ab}	3.25 ^a	68420.3 ^a

The mean of similar letters in each column was not statistically significant (Duncan %5).

افزایش عملکرد و کیفیت در چغندر قند می‌گردد. نتایج پژوهش‌های (Gutser et al. (2005)، (Boraste et al. (2009) و (Kandil et al. (2004) مؤید مطالب فوق است.

عملکرد ریشه

اثری باکتری محرک رشد برای عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمار مایه‌زنی با باکتری نسبت به عدم مایه‌زنی باکتری عملکرد ریشه را به مقدار ۶/۶۳ تن در هکتار افزایش داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد باکتری محرک رشد با تثبیت نیتروژن بیشتر و هم‌چنین تعادل جذب عناصر غذایی پر مصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه و با ستر و ترشح مواد محرک رشد نظیر انواع هورمون تنظیم‌کننده رشد موجب رشد و توسعه ریشه چغندر قند گردیده؛ و از طرفی با افزایش سطح ریشه جذب عناصر غذایی را افزایش داده و تأثیر خود را در افزایش عملکرد ریشه نشان داده است (El-Fadaly et al., 2013).

عیار قند

تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که برهمکنش دو گانه باکتری در تاریخ، برهمکنش باکتری در کود نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمار باکتری در تاریخ کشت نشان دادند که بیشترین عیار قند (۱۴/۱۶ درصد) از تاریخ کشت تأخیری با تیمار بدون باکتری به‌دست آمده و کمترین عیار قند (۱۲/۹۹ درصد) در تیمار کشت معمول با سطوح تیمار بدون باکتری حاصل شده که تفاوت این دو اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۵). در مقایسه میانگین برهمکنش دو گانه، برهمکنش باکتری در کود نیتروژن بیشترین عیار ۱۴/۱۴ درصد مربوط به سطوح تیماری کود نیتروژن در ۲۵ درصد کمتر از توصیه با مایه‌زنی باکتری بود و کمترین عیار ۱۳/۰۶ درصد از سطوح تیماری کود نیتروژن بر اساس توصیه با مایه‌زنی باکتری به‌دست آمد و اختلاف بین این تیمار نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد که افزایش عیار قند ناشی از افزایش جمعیت‌های میکروبی در خاک ریزوسفری است که با افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی، بهبود سلامت ریشه در طول دوره رشد در برابر پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی موجب

به نظر می‌رسد کود بر اساس توصیه روی ماده خشک تأثیر گذار بوده و جذب بیشتر نیتروژن موجب افزایش ماده خشک چغندر قند شده است. این نتایج با گزارش پیتلاز-کوزیکا (Pytlarz-Kozicka, 2005) مبنی بر افزایش جذب بیشتر نیتروژن در گیاه باعث افزایش ماده خشک کل می‌شود نیز همخوانی دارد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس باکتری محرک رشد نیز در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک کل در برداشت نهایی تأثیری معنی‌دار داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که مایه‌زنی با باکتری نسبت به عدم استفاده از باکتری دارای وزن خشک بیشتر به مقدار ۴۳۷/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). تأثیر مثبت باکتری بر این صفت بیانگر توانایی باکتری محرک رشد در افزایش فراهمی عناصر غذایی و افزایش جذب عناصر غذایی به دلیل افزایش سطح ریشه است که این فرایند سبب تجمع بیشتر ماده خشک شده است (El-Fadaly et al, 2013).

درصد قند ملاس

عصاره قند خام تولید شده از ریشه چغندر قند حاوی ساکارز و اجزای غیر قندی محلول، مانند اسیدهای آمینه، پرولین، پتاسیم، سدیم و بتائین است این اجزاء غیر قندی در فرآوری ریشه از اهمیت خاصی برخوردار هستند و مقدار آن‌ها در کریستاله شدن ساکارز تأثیر گذار هست (Farazy et al., 2018)، نظر به مقایسه میانگین برهمکنش سه گانه در تیمارهای تاریخ کشت معمولی، کود نیتروژن بر اساس توصیه و مایه‌زنی باکتری درصد قند ملاس نسبت به تیمارهای عدم باکتری افزایش داشت؛ اما بر اساس آزمون دانکن تفاوت بین تیمارهای عدم باکتری و با باکتری معنی‌دار نبود (جدول ۳)؛ بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد کود زیستی حاوی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن منجر به کاهش درصد قند ناخالص نسبت به عدم تیمار کود زیستی نگردد. لذا تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه از این طریق به نظر می‌رسد که فاقد اثر منفی در کاهش درصد قند ناخالص است؛ و به نظر می‌رسد باکتری‌های محرک رشد با ترشح هورمون‌های رشد (آبسیزیک اسید و جبرلین‌ها) در محیط ریشه باعث کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و

استحصال می‌گردد. این نتایج با نتایج تسیالتاس و ماسلاریس (Tsialtas and Maslaris, 2005) که اظهار داشتند افزایش مصرف نیتروژن در خاک‌های زراعی با میزان سدیم موجود در ریشه وابستگی مثبت داشت، هماهنگ نیست. به نظر می‌رسد که باکتری محرک رشد در تعادل جذب عناصر به‌ویژه جذب سدیم ریشه مؤثر بوده است.

پتاسیم ریشه

پتاسیم ریشه یکی از املاح معدنی محلول در ریشه چغندر قند است، که مقدار آن تحت تأثیر عوامل گوناگون قرار می‌گیرد و می‌تواند کیفیت ریشه را تحت تأثیر قرار دهد. اثر باکتری و برهمکنش سه گانه روی پتاسیم ریشه معنی‌دار شد (جدول ۵).

بهبود رشد گیاه و در نهایت افزایش صفات کیفی می‌شوند (Roesti et al., 2006). بهبود افزایش صفات کیفی توسط باکتری‌های محرک رشد به همراه کود نیتروژن را می‌توان به نقش مثبت باکتری در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و حفظ سلامت ریشه نسبت داد.

سدیم ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر هیچ یک از تیمارها روی میزان سدیم ریشه معنی‌دار نشد (جدول ۴) سدیم یکی از املاح معدنی محلول در ریشه چغندر قند است که از طریق ممانعت از بلوری شدن ساکارز در فرآیند استخراج قند ایجاد اختلال کرده و با افزایش درصد قند ملاس باعث افزایش ضایعات قندی و کاهش درصد قند قابل

Table 4. Analysis of variance of qualitative traits of sugar, sodium, potassium and nitrogen of sugar beet based on final harvest

S.O.V.	df	Sugar	Na	K	Amino nitrogen
Riplication	2	8.29**	5.16*	1.41**	0.89 ^{ns}
Date	1	2.43**	1.59 ^{ns}	0.06 ^{ns}	5.29*
Error 1	2	11.19	12.38	2.58	2.33
N fertilizer	1	1.33*	0.008 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.38 ^{ns}
N × D	1	0.02 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.26 ^{ns}
Error 2	4	1.26	1.31	0.18	0.41
Bacteria	1	0.29 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.49*	0.39 ^{ns}
B × D	1	1.83*	0.46 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.33 ^{ns}
B × N	1	4.62**	1.76 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.21 ^{ns}
B × D × N	1	0.72 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.89*	0.007 ^{ns}
Error	8	0.20	1.02	0.09	0.49
C.V. (%)	-	13.34	23.43	5.35	20.30

*, ** and ns, represent significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant.

Table 5. Mean of sugar, sodium, potassium and amino nitrogen based on sugar beet final harvest

	Sugar (%)	Na (meq/100gr)	K (meq/100gr)	Amino nitrogen (meq/100gr)
Non-N × FBR × OPD	12.99 ^a	4.2 ^a	5.86 ^a	2.66 ^a
N × FBR × OPD	13.16 ^a	4.99 ^a	6 ^a	2.84 ^a
D × Non-N × 25% less than FBR × OPD	12.99 ^a	4.91 ^a	5.43 ^a	2.90 ^a
D × N × 25% less than FBR × OPD	14.23 ^a	4.21 ^a	6.21 ^a	2.69 ^a
N × Non-N × FBR × DPD	14.56 ^a	4.53 ^a	5.67 ^a	1.76 ^a
N × N × FBR × DPD	12.97 ^a	4.49 ^a	5.84 ^a	1.45 ^a
Non-N × 25% less than FBR × DPD	13.76 ^a	3.99 ^a	6.02 ^a	2.39 ^a
N × 25% less than FBR × DPD	14.6 ^a	4.24 ^a	5.68 ^a	1.73 ^a
Non-N × DPD	12.99 ^a	4.56 ^a	5.64 ^a	2.78 ^a
N × DPD	13.7 ^a	4.61 ^a	6.2 ^a	2.36 ^a
Non-N × DPD	14.16 ^a	3.77 ^a	5.84 ^a	2.08 ^a
N × DPD	13.79 ^a	4.27 ^a	5.77 ^a	2.59 ^a
Non-N × FBR	13.77 ^{ab}	3.88 ^a	5.75 ^a	2.21 ^a
N × FBR	13.06 ^b	4.73 ^a	5.92 ^a	2.14 ^a
Non-N × 25% less than FBR	13.37 ^{ab}	4.46 ^a	5.73 ^a	2.65 ^a
N × 25% less than FBR	14.41 ^a	4.22 ^a	5.94 ^a	2.21 ^a

The mean of similar letters in each column was not statistically significant (Duncan %5).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که در کشت تأخیری با هر دو سطح مصرف کود نیتروژنه بر اساس توصیه و ۲۵ درصد کمتر از توصیه، باکتری محرک رشد روی صفاتی نظیر سطح برگ، ماده خشک، عملکرد ریشه و عیار قند اثر مثبت داشته است و به ترتیب موجب ۹،۲۰، ۱۳، ۸ و ۸ درصد افزایش این صفات شد. باکتری محرک رشد روی سدیم ریشه، پتاسیم ریشه و نیتروژن مضره کمترین تأثیر را با سطوح کودی استفاده شده در هر دو تاریخ کشت معمول و تأخیری داشت. در شرایط آزمایش حاضر، کشت تأخیری چغندر قند در شرایط مصرف کود نیتروژنه در سطح ۲۵ درصد کمتر از توصیه و همراه با مایه زنی باکتری نسبت به دیگر تیمارها شرایط بهتری داشت. بنابراین در کشت تأخیری با استفاده از کود نیتروژنه و با به کارگیری باکتری محرک رشد می توان تأخیر در کشت را جبران کرد. لذا با این توصیه می توان با کوتاه کردن فصل رشد چغندر قند، در مصرف آب صرفه جویی کرد و سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز شد. پیشنهاد می گردد برای نتایج بهتر آزمایش مشابه در مناطق مختلف با باکتری محرک رشد مختلف انجام شود.

سپاس گذاری

از مدیریت و کارکنان مزرعه تحقیقاتی و گروه آگرو تکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و هم چنین بخش تحقیقات چغندر قند مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که ما را در اجرای مطلوب این تحقیق یاری نمودند تشکر می گردد.

بیشترین پتاسیم ریشه (۶/۲۱ میلی اکسی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) از برهمکنش سه گانه تاریخ کشت معمول و مصرف ۲۵ درصد کود کمتر از توصیه با مایه زنی باکتری به دست آمد و کمترین مقدار پتاسیم ریشه (۵/۴۳ میلی اکسی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) مربوط به برهمکنش سه گانه تاریخ کشت معمولی با سطح کودی ۲۵ درصد کمتر از توصیه در تیمار مایه زنی بدون باکتری بود (جدول ۵). نتایج محققین نشان داده که مایه زنی باکتری محرک رشد در جذب عناصر غذایی مؤثر است (Roesti et al., 2006).

نیتروژن مضره

کلیه ترکیبات نیتروژنه را که نمی توان از عصاره قند جدا کرد و باعث کریستاله شدن قند می شود را نیتروژن مضره گویند، که می تواند شامل اسیدهای آمینه و ترکیبات آمینه باشد. هر واحد نیتروژن مضره می تواند از کریستاله شدن ۳۰ واحد ساکارز جلوگیری کند (Farazy et al., 2018). بر اساس نتایج تجزیه واریانس تنها اثر تاریخ کشت برای نیتروژن مضره معنی دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان داد تاریخ کشت تأخیری نسبت به تاریخ کشت معمول، نیتروژن مضره را کاهش داد اما اختلاف این معنی دار نبود (جدول ۴). تصور می شود به هر اندازه که دوره رشد چغندر قند طولانی شده و یا با تأخیر برداشت شود نیتروژن مضره نیز افزایش می یابد و در مقابل از آنجای که همبستگی بین مقدار نیتروژن مضره و عیار قند منفی است در زمان رشد طولانی، با افزایش نیتروژن مضره، عیار قند کاهش می یابد (Kandil et al, 2004).

References

- Ayoola, O. T., & Makinde, E. A. (2007). Complementary organic and inorganic fertilizer application: Influence on growth and yield of cassava/maize/melon intercrop with a relayed cowpea. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(3), 187-192.
- Boraste, A., Vamsi, K. K., Jhadav, A., Khairnar, Y., Gupta, N., Trivedi, S., ... & Joshi, B. (2009). Biofertilizers: A novel tool for agriculture. *International Journal of Microbiology Research*, 1(2), 23-31.
- Draycott, A. (2006). *Sugar beet* (1st Edition). Oxford, UK.: Blackwell Publishing Ltd.
- El-Fadaly, A., H., Fatma, I., & Ebrahim, A. (2013). Enumeration of rhizobacteria count and growth criteria of sugar beet plant as affected by biofertilization. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 91(2), 657-673.
- Falahi, j. Kochehi, A., & Rezwani, M. P. (2009). Investigation of the effect of biological fertilizers on the quantitative and qualitative function of german chamomile (*Matricaria chamomilla*). *Iranian Journal of*

- Crops Research*, 7(1),127-135. [In Farsi]
- Farazi, M., Goldani M., Nasiri Mahallati M., Nezami A., & Rezaei J. (2018). Investigating the effect of silicon and potassium spraying in addition to Potassium soil use on quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under moisture stress conditions. *Applied Field Crops Research*, 31(3), 1-19. [In Farsi]
- Gutser, R., Ebertseder, T., Weber, A., Schraml, M., & Schmidhalter, U. (2005). Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 439-446.
- Hillel, D. J. L. Hatfield. D. S. Powlson. C. Rosezweig. K. M. Scow. M. J. Singer., & D. Sparks (Eds). (2005). *Encyclopedia of soils in the environment*. Oxford, UK.: Elsevier Academic press.
- Jafari, A., Mohtasebi, S. S., Jahromi, H. E., & Omid, M. (2006). Weed detection in sugar beet fields using machine vision. *International Journal of Agricultural Biology*, 8(5), 602-605.
- Kandil, A. A., Badawi, M. A., El-Mousry, S. A., & Abdou, U. M. A. (2004). Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Scientific Journal of King Faisal University*, 5(2), 227-237.
- Lauer, J. G. (1995). Plant density and nitrogen rate effects on sugar beet yield and quality early in harvest. *Agronomy Journal*, 87(3), 586-591.
- Neamatollahi, E., Bannayan, M., Jahansuz, M. R., Struik, P., & Farid, A. (2012). Agro-ecological zoning for wheat (*Triticum aestivum*), sugar beet (*Beta vulgaris*) and corn (*Zea mays*) on the Mashhad plain, Khorasan Razavi province. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(1), 99-112.
- Neyazian, M., Rajabi, A., Amiri, R., Reza, M., & Sharifi, H. (2011). Evaluation of the relationship between traits affecting root and sugar contain in sugar beet atotype genotypes for autumn cultivation. *Plant Productions*, 35(2), 115-135. [In Farsi]
- Oz, M. (2002). Bursa mustafakemalpaşa koşullarında farklı ekim zamanlarının kışlık kolza çeşitlerinde verim ve bazı verim unsurları üzerine olan etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1-13.
- Ozer, H. (2003). Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy*, 19(3), 453-463.
- Pytlarz-Kozicka, M. (2005). The effect of nitrogen fertilization and anti-fungal plant protection on sugar beet yielding. *Plant, Soil Environ*, 51(5), 232-236.
- Roesti, D., Gaur, R., Johri, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K., & Aragno, M. (2006). Plant growth stage, fertiliser management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5), 1111-1120.
- Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., Saxena, A. K., Nautiyal, C. S., ... & Johri, B. N. (2005). Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science*, 89(1), 136-150.
- Tsialtas, J. T., & Maslaris, N. (2005). *Effect of n fertilization rate on sugar yield and non-sugar impurities of sugar beets (Beta vulgaris) grown under mediterranean conditions*. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(5), 330-339.
- Zehtab-Salmasi, S., Ghassemi-Golez, K. A. Z. E. M., & Moghbeli, S. (2006). Effect of sowing date and limited irrigation on the seed yield and quality of dill (*Anethum graveolens* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(4), 281-286.

