بررسی شوری و محلول‌پاشی بر میزان عناصر ژنوتیپ‌های جو

مهرداد محلوجی[۱] و رئوف سید شریفی[۲]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

به منظور بررسی تحمل به شوری و محلول‌پاشی کودهای روی بر ژنوتیپ های جو آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با توزیع کرت های نواری خرد شده با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری و زهکشی رودشت اصفهان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. عامل نوار اصلی در سه سطح کیفیت آب آبیاری (۲ ، ۱۰ و ۱۸دسی زیمنس بر متر). محلول پاشی کود روی بصورت افقی (کلات روی، نانواکسید روی، مخلوط و شاهد). ژنوتیپ های مختلف جو بصورت عمودی در داخل کرت های اصلی (موروکو، نصرت و خاتم). با افزایش شوری آب آبیاری، میزان عناصر اندام هوایی و عملکرد دانه کاهش یافت. کاربرد کلات روی و رقم خاتم، بالاترین عملکرد دانه و میزان پتاسیم ولی کمترین میزان پتاسیم به سدیم در اندام هوایی را داشت. بنظر می‌رسد برای افزایش عملکرد دانه، می‌توان محلول‌پاشی کلات روی را توصیه نمود.

واژه های کلیدی: سدیم، پتاسیم، کلات روی

مقدمه

یکی از مهم ترین اثرات شوری از طریق اختلال در جذب عناصر غذایی توسط گیاه می باشد که باعث بر هم خوردن تعادل کاتیونی در گیاه و آسیب به فعالیت های حیاتی آن می گردد. خان و همکاران (۲۰۱۰) اعلام می دارند اثرهای منفی شوری بر رشد گیاه، به علت پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک(تنش اسمزی)، اثرهای ویژه یونی (تنش شوری)، عدم تعادل عناصر غذایی یا مجموعه این عوامل ایجاد می‌شود.

روابط بین جذب یونی و رشد بسیار پیچیده است و به طور کلی غلظت زیاد بسیاری از یونها در محیط ریشه گیاه باعث محدود شدن جذب بعضی از عناصر غذایی می شود. شدت سمیت یونها برای گیاهان بستگی به نوع نمک غالب و محیط رشد و گونه گیاه دارد. تانجی (۱۹۹۰) اعلام کرده اند که افزایش غلظت یونهایی همچون کلر، سولفات، سدیم، کلسیم، منیزیم و نیترات پتاسیم باعث شوری خاک و کاهش رشد گیاه می گردند که از این میان کلر ها و سولفات ها به دلیل حلالیت زیاد مهم ترین عامل بروز عوارض ناشی از شوری هستند.

در جو زیادی کلرور سدیم در محیط باعث ممانعت از جذب کلسیم گردیده است و در واقع سدیم باعث کمبود کلسیم در جو گردید و کاهش رشد را به دنبال داشته است. سدیم عنصری است که بر خلاف بسیاری از عناصر دیگر در اثر شوری در بافت تجمع می یابد، تجمع در بافت گیاهی رابطه مستقیمی با میزان غلظت سدیم در محیط دارد و یک رابطه منفی بین میزان سدیم بافت گیاه و عملکرد وجود دارد (Janson1990). سدیم عنصری است که بر خلاف بسیاری از عناصر دیگر در اثر شوری در بافت تجمع می یابد تجمع سدیم در بافت گیاهی رابطه مستقیمی با میزان فعالیت یا غلظت سدیم در محیط دارد و یک رابطه منفی بین میزان سدیم بافت گیاه و عملکرد وجود دارد (Janzeh 2008). مقدار کلسیمی که جهت اصلاح شرایط نامساعد سدیمی در شرایط غیر شور کافی است در شرایط شور ناکافی است. کمی رشد ریشه در شرایط شور ممکن است به دلیل کمی کلسیم باشد. از آنجایی که کلسیم نسبتاً غیر متحرک است و به راحتی نمی تواند در گیاه جابه جا شود کمبود ان ابتدا در نقاط فعال رشدی مشاهدهمی گردد (Muhammed and Akbar 2007). اثرات سمی کلرورسدیم روی لوبیا و پنبه در اثر افزودن کلسیم به محیط کاهش یافت که این عمل کلسیم از طریق تحریک نفوذپذیری غشاء پلاسمایی جهت جذب و یا عدم جذب بعضی عناصر اعمال می گردد(Janson 1990). تحقیقات نشان داده است که عملکرد جو در شرایط شور می تواند توسط مقدار

کلسیم محیط مهار شود که این اثر از طریق نسبت (Ca/ (Ca + mg + Na + k) قابل مهارمی باشد. این نسبت با افزایش هدایت الکتریکی کاهش نشان داده، نسبت فوق در بافت گیاه در شرایط طبیعی بیشتر از شرایط مصنوعی بوده است و در کل رابطه خوبی بین این نسبت و عملکرد وجود دارد (Janzeh 2008) .

هدف از این تحقیق بررسی اثرات شوری و کاربرد کودهای روی بر عناصر غذایی ژنوتیپ‌های جو است. همچنین کاهش تنش شوری در نتیجه کاربری کودهای روی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با توزیع بلوک های خرد شده[1] با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شوری و زهکشی رودشت اصفهان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. ایستگاه مذکور در ۵۲ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و در شمال رودخانه زاینده رود واقع شده است (محلوجی و همکاران، ۱۳۸۶). متوسط بارندگی سالیانه ۶۷/۵ میلی متر و جزء مناطق خشک طبقه بندی می شود. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت سیلتی لومی است. وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب، اسیدیته خاک ۷/۷ و هدایت الکتریکی خاک ایستگاه حدود ۸-۱۰ دسی زیمنس بر متر است. قبل از کاشت، از عمق۴۰-۰ سانتی‌متری جهت تعیین خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک نمونه برداری به عمل آمد. زمین به نحوی انتخاب گردید تا میزان عنصر روی قابل دسترس از ۰/۸ میلی گرم در کیلوگرم کمتر باشد. بذرها قبل از کشت با قارچ کش کاربوکسین تیرام ضدعفونی شد. جهت مبارزه با علف های هرز برگ پهن از علف کش توفوردی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار پیش از به ساقه رفتن جو استفاده شد. برای تمامی کرت ها، تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد.

عامل نوار اصلی در سه سطح کیفیت آب آبیاری شامل: (آب آبیاری بدون شوری یا حداکثر تا دو دسی زیمنس بر متر تا پایان فصل رشد به عنوان شاهد، آب آبیاری با شوری متوسط بر اساس عرف محل معادل ۱۰ دسی زیمنس بر متر و آب آبیاری با شوری زیاد یا معادل ۱۸ دسی زیمنس بر متر). عامل محلول پاشی کود بصورت افقی و شامل مصرف : کلات روی (یک کیلوگرم در هکتار)، اکسید روی (۱۰۰گرم در هکتار) و عدم محلول پاشی (مصرف آب) به عنوان شاهد اعمال گردید. در مرحله سه تا پنج برگی محلول پاشی ها انجام شد. ژنوتیپ های مختلف جو (سه ژنوتیپ نیمه حساس موروکو، نیمه متحمل نصرت و متحمل خاتم) نیز بصورت عمودی در داخل کرت های اصلی خرد شد. سطح حداقل شوری آب بر اساس آب رودخانه، سطح متوسط بر مبنای آب موجود در منطقه و عرف محل و سطح حداکثر براساس آب موجود در زهکش و زه آب موجود در فصل رشد انتخاب شده اند.

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر سدیم، پتاسیم،کلسیم، آهن و روی در اندام هوایی در پایان مرحله گلدهی و ابتدای پرشدن دانه‌ها، نمونه‌ها برداشت، خشک و آسیاب شدند (Pask et al., 2011)، سپس از هر نمونه آسیاب شده به مقدار ۰/۵ گرم با ترازوی دقیق توزین شد. نمونه¬های وزن شده داخل کروزه چینی ریخته شد و داخل کوره الکتریکی قرار گرفت. به منظور سوختن کامل نمونه¬ها، کروزه‌های حاوی نمونه به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا به طور کلی مواد آلی سوخته و مواد گیاهی به خاکستر تبدیل شود. بعد از خنک¬شدن کروزه¬ها، ۵ میلی¬لیتر اسید کلریدریک دو نرمال به کروزه¬ها اضافه شد. سپس با حرارت دادن ملایم کروزه¬ها روی هیتر مواد خاکستر شده در اسید حل شدند، سپس محلول تهیه شده از قیف و کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره در بالن ژوژه جمع آوری شد و مقدار کافی آب مقطر به آن اضافه شد و حجم عصاره نهایی به ۱۰۰ میلی¬لیتر رسانده شد. برای اندازه¬گیری سدیم، کلسیم و پتاسیم از دستگاه شعله‌سنج (فلیم فتومتر) استفاده شد، و بر اساس منحنی¬های استاندارد رسم شده مقدار عناصر نمونه¬ها تعیین شد. برای تعیین میزان آهن و روی نمونه¬ها از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. برای این منظور ابتدا محلول‌های استاندارد مورد نظر به دستگاه داده شد و سپس میزان عناصر آهن و روی نمونه¬ها که قبلاً ۵۰ برابر رقیق شده بودند با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد

[1] .Split Block Design

(Peterson et al., 1986). بعد از برداشت محصول، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با بهره گیری از نرم افزار های SAS و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم:

بیشترین میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در پایین‌ترین سطح شوری (۲ دسی زیمنس بر متر)، کاربرد کود کلات روی و رقم خاتم بدست آمد(جدول ۱). شوری میزان پتاسیم و محتوای پتاسیم به سدیم را در اندام هوایی کاهش داد. میزان پتاسیم و محتوای پتاسیم به سدیم در اندام هوایی با کاربرد کلات روی، افزایش و با محلول‌پاشی نانو اکسیدروی، نسبت به تیمار شاهد(بدون کاربرد روی)، کاهش یافت. نسبت پایین پتاسیم به سدیم نشان می¬دهد که تحت شرایط شوری، سدیم انتقال کلسیم، پتاسیم و منیزیم را مختل می-کند و سبب اختلال در متابولیسم گیاه شده و رشد را کاهش می¬دهد. جذب، انتقال و تجمع پتاسیم، سدیم و کلسیم ژنوتیپ¬های متحمل به شوری مبنای بسیاری از آزمایشات است (Morshedi A. and Farahbakhash H. 2012؛ Munns R. and Tester M. 2008؛ James et al., 2008). توکلی و همکاران (۲۰۱۰)گزارش نمودند که تولید ماده خشک ژنوتیپ متحمل به شوری افضل در مقایسه با ژنوتیپ حساس به شوری تحت شرایط شوری (۲۰۰ میلی مول کلرور سدیم) بیشتر بوده و تحمل به شوری افضل مرتبط با نسبت بالای پتاسیم به سدیم در اندام هوایی است.

سدیم و مجموع کلسیم و سدیم

بیشترین محتوای سدیم و مجموع کلسیم و سدیم در حداکثر شوری آب آبیاری (۱۸ دسی زیمنس بر متر)، ژنوتیپ موروکو و تیمار شاهد روی (بون روی) بدست آمد. همبستگی منفی بین غلظت سدیم و مجموح میزان سدیم و کلسیم در اندام هوایی و عملکرد دانه بدست آمد. شوری باعث افزایش میزان یون‌های سمی به ویژه سدیم در محیط ریشه می‌شود که همین امر جذب سدیم توسط گیاه را تشدید می‌کند. در چنین شرایطی غلظت‌های بالای نمک افزایش صدمات به غشاهای سلول را در پی دارد که پیامد آن کاهش کارایی مکانیسم‌های کنترل کننده ورود و خروج یون به سلول می‌باشد، از این رو و با توجه به غلظت بالای سدیم در محلول خاک انتقال سدیم به درون گیاه با شدت بیشتری صورت می‌گیرد. افزایش استرس شوری سبب عدم توازن عناصر غذایی بدلیل رقابت در جذب و سمیت در گیاهان در شرایط شوری می¬گردد. با افزایش شوری غلظت سدیم و مجموع سدیم و کلسیم در اندام هوایی افزایش یافته که این موضوع بوسیله Khorshidi et al. (2009) و Kumar et al. (2008) نیز تایید شده است.

آهن و روی

بیشترین میزان آهن در پایین‌ترین سطح شوری بدست آمد. بیشترین میزان آهن با کاربرد نانواکسید روی و بدون کاربرد روی و در ژنوتیپ خاتم حاصل گردید. بیشترین میزان عنصر روی در سطح شوری کم (۲ دسی زیمننس برمتر)، کاربرد نانو اکسید روی و ژنوتیپ خاتم نیز بدست آمد. رقم خاتم نسبت به موروکو در اندام هوایی میزان عنصر روی بیشتری داشت. خوش¬گفتارمنش و همکاران (۲۰۰۴)، پهلوان راد و پسرکلی (۲۰۰۹) گزارش نمودند که شوری آب آبیاری اثری بر غلظت عنصر روی در اندام هوایی گندم نداشت. غلظت روی در بین ژنوتیپ¬ها متفاوت بود که ممکن است نشان دهد که ژنوتیپ¬های جو توانایی متفاوتی در تجمع عنصر روی با کاربرد و عدم کاربرد کود روی دارند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین تاثیرشوری آب آبیاری و محلول پاشی کود روی بر عناصر غذایی در مرحله سنبله دهی ژنوتیپ های جو

تیمار	پتاسیم (mg/kg)	سدیم (mg/kg)	نسبت پتاسیم به سدیم	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مجموع سدیم وکلسیم (mg/kg)	عملکرد دانه (kg/ha)
کیفیت آب: ds/m							
۲	۱/۵۷a	۰/۶۱b	۲/۶۴a	۲۰۴/۸۳a	۲۶/۸۳a	۰/۷۶b	۶۰۰۶/۳a
۱۰	۱/۵۴b	۰/۶۳b	۲/۵۴b	۱۷۵/۶۷b	۲۰/۳۹b	۰/۷۷b	۴۵۹۲/۲b
۱۸	۱/۴۷c	۰/۷۰a	۲/۲۲c	۱۶۵/۶۷c	۲۶/۵۰a	۰/۸۳a	۲۰۵۴/۴c
LSD 5%	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۰	۲/۱۱	۱/۲۳	۰/۰۳	۳۶۱/۰۴
کود:							
نانو روی	۱/۴۹c	۰/۶۳b	۲/۴۴b	۲۱۹/۷۱a	۳۲/۰۰a	۰/۷۶c	۴۱۶۳/۶a
کلات روی	۱/۵۷a	۰/۶۵a	۲/۵۳a	۱۲۹/۱۱d	۲۵/۵۶b	۰/۸۲a	۴۳۶۵/۱a
نانو+کلات روی	۱/۵۲b	۰/۶۶a	۲/۳۹b	۱۷۸/۰۷c	۱۸/۴۴d	۰/۸۰ab	۴۲۰۹/۸a
شاهد (آب)	۱/۵۴b	۰/۶۴a	۲/۳۸b	۲۰۱/۳۳b	۲۲/۳۰c	۰/۷۹b	۴۱۳۲/۴a
LSD 5%	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۷	۴/۲۲	۱/۱۹	۰/۰۲	۳۸۶/۹
ژنوتیپ:							
موروکو	۱/۳۴c	۰/۷۴a	۱/۸۲c	۱۷۵/۷۲b	۲۵/۱۷a	۰/۸۵a	۳۸۴۳/۶b
نصرت	۱/۵۲b	۰/۶۷b	۲/۳۰b	۱۶۸/۰۶c	۲۲/۵۰b	۰/۷۸b	۴۴۰۲/۷a
۴ شور	۱/۷۳a	۰/۵۵c	۳/۱۸a	۲۰۲/۳۹a	۲۶/۰۶a	۰/۷۴c	۴۴۰۶/۷a
LSD 5%	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۶	۲/۳۳	۰/۹۹	۰/۰۱	۱۷۶/۴۱

در هر ستون حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده نبود تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

عملکرد دانه

تاثیر شوری آب و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بوده و نتایج نشان داد که شوری کاهش عملکرد را بدنبال داشت این تاثیر منفی با کاربرد کود روی می‌توان کاهش یابد. بیشترین تولید دانه با محلول‌پاشی کلات روی بدست آمد. رقم خاتم بیشترین عملکرد را داشت. در تایید این نتایج، بسیاری محققین نشان دادند که رشد گیاهان تحت شرایط شوری کاهش یافته اما درجه این کاهش به سطح شوری، شراسط محیطی، نوع گیاه و مرحله رشدی گیاه جو (Pessarakli et al., 1991؛ Shafaqat 2012) و گندم (Pessarakli et al., 1991) دارد.

در کل تایج بیانگر این است که شوری پارمترهای فتوسنتزی از جمله میزان عناصر غذایی گیاه و عملکرد دانه را کاهش می-دهد. محلول‌پاشی کلات روی بیشترین تولید دانهف میزان پتاسیم اندام هوایی گیاه و نسبت پتاسیم به سدیم را داشته است. بدلیل شوری آب آبیاری، میزان سدیم در اندام هوایی در همه ژنوتیپ‌های جو، افزایش یافته ولی در ژونتیپ حساس به شوری موروکو غلظت سدیم بیشتر بود. بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان گفت که زقم خاتم و نصرت بدلیل میزان سدیم و مجموع سدیم و کلسیم کمتر در اندام هوایی، متحمل تر نسبت به شوری هستند. همه ژنوتیپ‌ها در اثر شوری، روند کاهشی در میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم را داشتند. ژنوتیپ خاتم با میزان پتاسیم، آهن، روی، نسبت پتاسیم به سدیم بیشتر نسبت به رقم موروکو متحمل‌تر بوده و از این صفات اگروفیزیولوژیکی در انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط شوری می‌توان استفاده نمود.

منابع

محلوجی، م، سیدشریفی، ر، صدقی، م، سبزعلیان، م. ر. و کمالی، م. ر. ۱۳۹۳. تأثیر شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی کودهای نانو و کلات روی بر مؤلفه‌های فتوسنتزی ژنوتیپ‌های جو، مجله‌ی الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۷، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۴۱ تا ۶۰.

James R.A., Caemmerer S.V., Condon A.G.T., Zwart A.B. and Munns R. 2008. Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. Functional Plant Biology, 35: 111–123.

Janson R. 1990. Salinity and germination in Agropyron desertorum accessions. Canadian Journal of Plant Science, 70: 707-716.

Janzeh H.H. 2008. Comparison at barley growth in naturally and artificially salinized soil. Canadian Journal of soil Science, 68: 795-798.

Khan M.B., Farooq M., Hussain M. and Shabir G. 2010. Foliar application of micronutrients improves the wheat yield and net economic return. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 6: 953-956.

Khorshidi M.B., Yarnia M. and Hassanpanah D. 2009. Salinity effect on nutrients accumulation in alfalfa shoots in hydroponic condition. Journal of Food Agriculture and Environment, 7 (3&4): 787-790.

Khoshgoftarmanesh A.H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M. and Khajehpour M. R. 2004. Zinc efficiency of wheat cultivars grown on a saline calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 27: 1953–1962.

Kumar V., Shriram V., Nikam T., Jawali N. and Shitole M. 2008. Sodium chloride induced changes in mineral nutrients and proline accumulation in indica rice cultivars differing in salt tolerance. Journal of Plant Nutrition, 31: 1999-2017.

Morshedi A. and Farahbakhash H. 2012. The role of potassium and zinc in reducing salinity and alkalinity stress conditions in two wheat genotypes. Archives of Agronomy and Soil Science, 58(4): 371-384.

Muhammed S. and Akbar M. 2007. Effect of Na/Ca and Na/K ratios in saline culture solution on the growth and mineral nutrition of rice(Oryza sativa). Plant and Soil, 104: 57-62.

Munns R. and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651–681.

Pahlavan-Rad M.R. and Pessarakli M. 2009. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 40(7-8): 1322-1332.

Pask A.J.D., Pietragalla J., Mullan D.M. and Reynolds M.P. 2011. Physiological breeding II: a field guide to wheat phenotyping, CIMMYT.

Peterson C.J., Johnson V.A. and Mattern P.J. 1986. Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat flour, bran, and grain. Cereal Chemistry, 63: 183–186.

Pessarakli M., Tucker T. and Nakabayashi K. 1991. Growth response of barley and wheat to salt stress. Journal of Plant Nutrition, 14: 331-340

Shafaqat A., Cai S., Zeng F., Qiu B. and Zhang G. 2012. Effect of salinity and hexavalent chromium stress on uptake and accumulation of mineral elements in barley genotypes different in salt. Journal of Plant Nutrition, 35: 827–839.

Tanji K.K. 1990. Agricultural salinity assessment and management. ASCE manuals and reports on engineering practice No. 71. American Society of Civil Engineers, New York.

Tavakoli F., Vazan S.A., Moradi F., Shiran B. and Sorkheh K. 2010. Differential response of salt-tolerant and susceptible barley genotypes to salinity stress. Journal of Crop Improvement, 24: 244–260.

Salinity and zinc application effects on mineral concentrations of barley genotypes

M. Mahlooji[1], R. Seyed Sharifi[2]
1- Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iran
2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

Abstract
In order to study salinity and zinc application effects on barley genotypes, this experiment was conducted in a strip split block design with three replications. Salinity of irrigation water in three levels, including 2, 10 and 18 dS/m was applied as vertical factors. The horizontal factors were fertilizer application including Nano zinc-oxide, Zn-chelate, mixture of Nano zinc-oxide and zinc-chelate and water as a check. Three different barley genotypes including Morocco (moderate semi sensitive), Nosrat (moderate tolerant) and Khatam (tolerant) arranged within vertical factors. With increasing the salinity, Shoot nutrient element contents and grain yield decreased. Zn-chelate fertilizer application and Khatam genotype provided the highest grain yield and K, but K/Na ratio decreased. So, it seems that in order to increasing of grain yield, it can be suggested that be applied Zn-chelated.

Keywords: Sodium, Potassium, Zn-chelate.