بررسی شاخص درجه زرد برگی (کلروز) پایه‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی شرق مازندران

علی اسدی کنگرشاهی [۱]،نگین اخلاقی امیری [۲]
۱-استادیار بخش تحقیقات خاک و آب و بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ۲- عضو هیات علمی بخش اصلاح امور زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ساری

چکیده
به منظور بررسی و تعیین پایه یا پایه‌های مناسب برای جایگزینی نارنج در خاک‌های با دامنه متفاوت آهک در شرق مازندران آزمایشی به صورت تجزیه مرکب مکان درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هفتمکان (نوع خاك) با دامنه متفاوت کربنات کلسیم از ۲ تا حدود ۴۰ درصدباپایه‌های نارنج، ترویرسیترنج، کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیترومله، سی- ۳۵ ،اسموت فلت سویل و گوتو در چهار تکرار انجام شد. برای تعیین درجه زردی (کلروز) برگ ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های دوم و سوم رشد نهال‌ها، تعداد برگ‌های دارای عارضه زرد برگی و درجه زردی آن‌ها در هر تیمار آزمایشی ثبت شد. برای تعیین شاخص کلروز، به طور میانگین به هر برگ درجه‌ای از یک تا پنج داده شد. نتایج این آزمایش نشان داد که سوینگل‌سیترومله و نارنج به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص درجه کلروز را داشتند و سی-۳۵، کاریزوسیترنج، گوتو، ترویرسیترنج، اسموت‌فلت‌سویل به ترتیب بعد از سیترومله قرار گرفتند.
واژه‌های کلیدی: آهک، شاخص درجه زردی، ژنوتیپ، مرکبات.

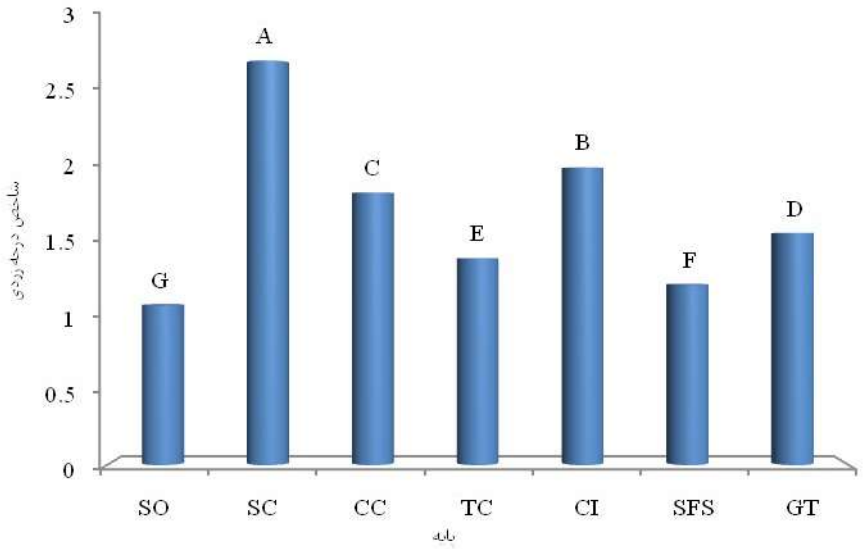
مقدمه
نتایج مطالعات خاکشناسی باغ‌های مرکبات مناطق شرق مازندران نشان داده است که مقدار کربنات کلسیم خاك باغ‌های این منطقه از میانه به طرف شرق به تدریج افزایش می‌یابد به طوری که مقدار کربنات کلسیم خاک در آمل و بابل کمتر از یك درصد است و در شرق ساری و نکا به بیشتر از ۴۰ درصد می‌رسد (اسدی و اخلاقی، ۱۳۹۳؛ ۲۰۰۸). حساسیت پایه‌های مرکبات به عارضه زرد برگی آهن بسیار متفاوت است (Castle andNunnallee ۲۰۰۹; Yang et al., ۲۰۱۰).نتایج پژوهشی برای یافتن پایه مناسب برای جایگزینی نارنج در خاک‌های آهکی نشان داد که کاریزوسیترنج، سوینگل سیترومله و C_{35} به شدت علائم زردی ناشی از کمبود آهن نشان داده و از بین رفتند (Louzada et al., ۲۰۰۸). نتایج ارزیابی سوینگل‌سیترومله و کاریزوسیترنج در خاک‌های آهکی نشان داد که این پایه‌ها رشد رویشی بسیار ضعیف و علائم زردی داشتند (Wright et al., ۱۹۹۹; Qrtiz et al., ۲۰۰۷).
بررسی رشد درختان جوان مرکبات با پایه سوینگل‌سیترومله نشان داد که درختان در خاک‌های بدون کربنات کلسیم در منطقه ریشه به خوبی رشد کردند اما در خاک‌های با میزان قابل ملاحظه‌ای کربنات کلسیم در منطقه ریشه، رشد ضعیفی داشتند. بیشتر تولیدکنندگان مرکبات، عملکرد بالای مرکبات با پایه سوینگل‌سیترومله را در خاک‌های اسیدی و عملکرد خیلی ضعیف برای آن در خاک‌های آهکی گزارش کرده‌اند و معمولا رشد و حجم تاج درختان با پایه سیترومله با افزایش کربنات کلسیم خاک به طور تدریجی کاهش می‌یابد .(Thomes, ۱۹۹۵;Louzada et al., ۲۰۰۸) از طرفی استفاده از پایه‌های سوینگل‌سیترومله، کاریزوسیترنج، ترویرسیترنج، سی- ۳۵، گوتو و اسموت‌فلت‌سویل در برخی مناطق شمال در حال گسترش است اما گزارش‌های محدودی در مورد پاسخ این پایه‌ها به خاك‌های آهکی در کشور وجود دارد لذا بررسی شاخص زرد برگی ترویرسیترنج، کاریزوسیترنج، سوینگل‌سیترومله، سی-۳۵،اسموت فلت سویل و گوتو به عنوان پایه جایگزین نارنج در خاک‌های با دامنه متفاوت آهک در شرق مازندران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها
آزمایش به صورت تجزیه مرکب مکان درقالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در هفت مکان (هفتنوع خاك با دامنه متفاوت کربنات کلسیم از ۲ تا حدود ۴۰ درصد) و پایه‌های مرکبات (هفت ژنوتیپ) در چهار تکرار انجام شد.پایه‌های مورد استفاده شامل ۱. نارنج؛ ۲. سوینگل‌سیترومله؛ ۳. کاریزوسیترنج؛ ۴. ترویرسیترنج؛ ۵. سی- ۳۵؛ ۶. اسموت فلت سویل و ۷. گوتو بودند. برای تعیین درجه زردی (کلروز) برگ ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های دوم و سوم رشد نهال‌ها، بر اساس درجه زردی برگ‌های جدید توسعه یافته و شمارش تعداد این برگ‌ها در هر تیمار آزمایشی، به طور میانگین به هر نهال درجه‌ای از یک تا پنج (Byme et al., ۱۹۹۵; Sanz et al., ۱۹۹۷) به صورت زیر داده شد:
برگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها سبز متمایل به زرد و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سبز و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد و رگبرگ‌ها سبز
بین رگبرگ‌ها زرد متمایل به سفید، رگبرگ‌ها سبز رنگ پریده و همچنین مقداری ریزش برگ

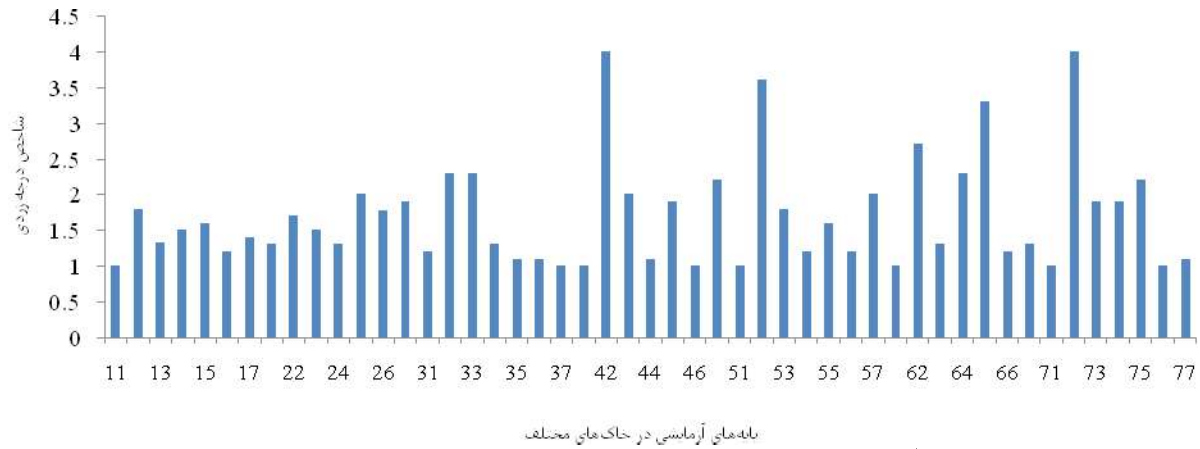
پایه‌هایی که فاقد علائم زرد برگی بودند یا حداقل علائم را داشتند به عنوان متحمل‌ترین پایه‌ها به خاک‌های آهکی معرفی شدند و در مقابل، پایه‌هایی که بیشترین درجه زرد برگی را داشتند به عنوان حساس‌ترین پایه‌ها به خاک‌های آهکی گزارش شدند. سپس کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTATC و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شد. با استفاده از این شاخص‌ها میزان تحمل ژنوتیپ‌های مختلف به آهک تعیین و پایه‌های بدون علائم ظاهری کمبود و یا آن‌هایی که حداقل علائم ظاهری را داشتند به ترتیب به عنوان پایه‌های مناسب برای خاک‌های آهکی معرفی شدند.

نتایج وبحث

نتایج بررسی میانگین درجه کلروز پایه‌ها در خاک‌های مختلف در شکل یک آمده است. این نتایج نشان داد که سوینگل‌سیترومله بیشترین درجه زرد برگی (کلروز) را داشت و به عنوان حساس‌ترین پایه به خاک‌های آهکی با توجه به این شاخص می‌باشد. در مقابل، نارنج فاقد علائم زرد برگی بود و به عنوان متحمل‌ترین پایه به خاک‌های آهکی گزارش شد و اسموت‌فلت‌سویل، ترویرسیترنج، گوتو، کاریزوسیترنج و سی-۳۵ به ترتیب بعد از آن قرار گرفتند. نتایج این پژوهش با نتایج برخی پژوهشگران دیگر مشابه است (Recupero and Russo, ۱۹۸۸; Benyahia et al., ۲۰۱۱) همچنین تاثیر مکان (خاک) بر شاخص درجه کلروز برگ نشان داد که تغییرات شاخص درجه کلروز پایه‌های مورد آزمایش در خاک‌های با آهک کم (خاک‌های ۱، ۲ و ۳) بسیار پایین بود، اما در خاک‌های با آهک متوسط و زیاد (خاک‌های ۴، ۵، ۶ و ۷) این تغییرات بسیار بیشتر بود. شکل ۲، اختلاف بین پایه‌ها در تحمل به آهک خاک را به وضوح نشان می‌دهد. برخی پژوهش‌ها نشان داده است که سوینگل‌سیترومله برای خاک‌های آهکی مناسب نمی‌باشد(Castle andStover, ۲۰۰۱) همچنین برخی گزارش‌ها ترویرسیترنج را به عنوان پایه متحمل برخی دیگر آن را به عنوان نیمه متحمل به زرد برگی ناشی از کمبود آهن در خاک‌های آهکی گزارش کرده‌اند، به احتمال زیاد این تغییر در رفتار ترویرسیترنج ناشی از چگونگی انجام آزمایش و هموژنی مواد گیاهی می‌باشد (Maribela et al., ۲۰۰۵). حساسیت پایه‌های مرکبات به عارضه زرد برگی آهن بسیار متفاوت است و علت این عارضه زرد برگی، غلظت و حلالیت پایین آهن در محلول خاک در خاک‌های آهکی و قلیایی گزارش شده است (Castle andNunnallee, ۲۰۰۹; Yang et al., ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات مختلف در خاک‌های آهکی نشان داده است که شدت کلروز ژنوتیپ‌های مختلف در فصول و سال‌های مختلف نیز متفاوت است و بیشترین شدت زرد برگی در اوایل فصل تابستان رخ می‌دهد (Alcantara et al., ۲۰۱۲).



شکل ۱ - میانگین درجه زردی برگ پایه‌های مختلف در خاک‌های آهکی،علائم اختصاری محور افقی به ترتیب SO (نارنج)، SC (سوینگل‌سیترومله)، CC (کاریزوسیترنج)، TC (ترویرسیترنج)، CI (سی-۳۵)، SFS (اسموت‌فلت‌سویل) و GT (گوتو) را نشان می‌دهد.



شکل ۲ - شاخص درجه زردی پایه‌های آزمایشی در خاک‌های مختلف (در محور افقی، رقم اول هر عدد دو رقمی نشان دهنده مکان (نوع خاک) و رقم دوم، نوع پایه را نشان می‌دهد).

نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که در خاک‌های آهکی مقدار زیادی از آهن در آپوپلاست سلول‌های ریشه رسوب کرده که موجب افزایش غلظت آهن در ریشه‌های مویی درختان مرکبات می‌شود اما درصد کمی از این آهن به اندام هوایی منتقل می‌شود بنابراین یکی از دلایل پاسخ متفاوت پایه‌ها به خاک‌های آهکی می‌تواند به علت راندمان متفاوت پایه‌ها در انتقال آهن از ریشه به اندام هوایی باشد (Kosegarten and Koyro, ۲۰۰۱). درختان مرکبات جزو گیاهان دو لپه‌ای هستند که بیشتر آهن مورد نیازشان را با کاهش آنزیمی آهن(III) به آهن(II) جذب می‌نمایند (با استراتژی I)، و در پ‌هاش بیشتر از ۶ در این فرآیند اختلال ایجاد می‌شود (Fox and Guerinat, ۱۹۹۸). بیشتر دولپه‌ای‌ها با سازوکارهای اسیدی کردن آپوپلاست، کاهش آنزیمی آهن در ریشه و ترشح ترکیبات احیا کننده، جذب آهن را افزایش می‌دهند. همچنین در گیاهان چوبی چند ساله، آغازش و فعالیت آنزیم کاهنده کلات‌های آهن بسیار کمتر از گیاهان یک ساله است (Moog and Bruggeman,۱۹۹۴)، رهاسازی پروتون به فضای آپوپلاست سلول‌های ریشه، موجب خنثی شدن بی‌کربنات و بافر کردن پ‌هاش آپوپلاست می‌شود که فراهمی کاهش جذب آهن (III) را به آهن (II) افزایش می‌دهند (Mengel, ۱۹۹۴). اما تراوش پروتون به ریزوسفر، تاثیر چندانی بر حلالیت آهن خاک در خاک‌های آهکی ندارد.

بیشتر گزارش‌ها نشان داده است که زرد برگی ناشی از کمبود آهن، ناشی از قابلیت استفاده کم آهن در خاک‌های آهکی نمی‌باشد (Mortvedt, ۲۰۰۰; Ammari and Mengel, ۲۰۰۶). بلکه پ‌هاش بالای آپوپلاست سلول‌های ریشه، تبدیل آهن (III) سیدروفورها را به آهن (II) کاهش داده و در نتیجه جذب آهن را به داخل سلول‌ها به شدت کاهش می‌دهد (Kosegarten et al., ۲۰۰۴). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که دامنه تحمل آهک، با توجه به نوع پایه بسیار متفاوت است. پایه‌های سیترومله تا حدود ۱۰ درصد و سیترنج‌ها تا ۲۰ درصد آهک را تحمل کردند اما نارنج، آهک بیشتر از ۲۰ درصد را نیز به خوبی تحمل کرد. البته این دامنه با توجه به بافت خاک، مقدار آهک فعال و ماده آلی خاک می‌تواند تغییر کند.

منابع

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.

اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. ۱۳۹۳. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران.

Alcantara, E., Montilla, I., Ramirez, P., Garcia-Molina, P.and Romera, F.J. ۲۰۱۲. Evaluation of quince clones for tolerace to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. Scientia Horticulturea, ۱۳۸: ۵۰-۵۴.

Ammari,T. and K. Mengel. ۲۰۰۶. Total soluble Fe in soil solution of chemically different soils. Geoderma,۱۳۶: ۸۷۶-۸۸۵.

Asadi Kangarshahi, A. and Akhlaghi Amiri, N. ۲۰۰۸. Investigation of physicochemical condition and fertilization methods to citrus gardens of Mazandaran, Iran. ۱۱th International Citrus Congress (ICC۲۰۰۸). Hubei, China.

Benyahia, H., Beniken, L., Omari, F. Z., Benazzouze, A., Handaji, N., Msatef, Y.and Olitrault, P. ۲۰۱۱. Evaluation of the resistance of few citrus rootstocks to alkalinity byapplying a faste test of secreening. African J. Agri. Res., ۶(۴): ۷۸۰-۷۸۴.

Byrne, D.H., Rouse, R.E.and Sudahono, ۱۹۹۵. Tolerance to citrus rootstocks to lime-induced iron chlorosis. Subtropical Plant Science, ۴۷: ۷-۱۱.

Castle, W.S. and Nunnallee, J. ۲۰۰۹. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. HortScience, ۴۴: ۶۳۸-۶۴۵.
Castle, B. and Stover, E. ۲۰۰۱. Update on use of swingle citromelo rootstock. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences.
Fox, T.C. and Guerinot, M.L. ۱۹۹۸. Molecular biology of cation transport in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۴۹: ۶۶۹-۶۹۶.
Kosegarten, H., Hoffman, B., Rroco, E., Grolig, F., Gluesenkamp, K.and Mengel, K. ۲۰۰۴. Apoplastic pH and Fe^{III} reduction in young sunflower (Helianthus annuus) roots. Physiologia Plantarum, ۱۲۲: ۹۵-۱۰۶.
Kosegarten, H. and Koyto, H. ۲۰۰۱. Apoplastic accumulation of iron in the epidermis of maize (Zea mays) roots grown in calcareous soil. Physiologia Plantarum, ۱۱۳: ۵۱۵-۵۲۲.
Louzada, E.S., Del Rio, H.S., Setamou, M., Watson, J.W.and Swietlik, D.M. ۲۰۰۸. Evaluation of citrus rootstocks for the high pH, calcareous soils of South Texas. Euhytica, ۱۶۴: ۱۳-۱۸.
Maribela, P., Amarilis, V., Javier, A., Eugenio, A.F. ۲۰۰۵. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. Scientia Horticulturae, ۱۰۴: ۲۵-۳۶.
Maxwell, K. and Johnson, G.N. ۲۰۰۰. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. Journal Exper. Botany, ۵۱: ۶۵۹-۶۶۸.
Mengel, K. ۱۹۹۴. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil. ۱۶۵: ۲۷۵-۲۸۳.
Mengel, K. and Kirkby, E. ۲۰۰۱. Principles of plant nutrition. ۵th edition, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
Mengel, K., Geurtzen, G. ۱۹۸۶. Iron chlorosis in calcareous soils. Alkaline nutritional condition as the cause for the chlorosis. Journal of Plant Nutrition, ۹: ۱۶۱-۱۷۳.
Mengel, K., Bulb, W. and Scherer, H.W. ۱۹۸۴. Iron distribution in vine leaves with HCO_3^- induced chlorosis.Journal of Plant Nutrition, ۷: ۷۱۵-۷۲۴.
Moog, P.R. and Bruggemann, W. ۱۹۹۴. Iron reductase system on the plant plasma membrane. A Review of Plant Soil. ۱۶۵: ۲۴۱-۲۶۰.
Morales, F., Belkhodja, R., Abadia, A. and Abadia, J. ۲۰۰۰. Photosystem II efficiency and mechanisms of energy dissipation in iron-deficient, field-grown pear tress (Pyrus communis L.). Photosynth. Research, ۶۳: ۹-۲۱.
Qrtiz, P.R., Meza, B.J.C., Garza Requena, F.R., Flores, G.M. and Etchevers Barra, J.D. ۲۰۰۷. Evaluation of different iron compound in chlorotic Italian lemon. Plant Physiol. Biochem. ۴۵: ۳۳۰-۳۳۴.
Recupero Reforgaiato, G., and Russo, F. ۱۹۸۸. A trial of rootstocks for clementine commune in Italy. International Citrus Congres, Israel, Margraf., ۱: ۶۱-۶۶.
Romera, F.J., Alcantara, E.andDela Guardia, M.D. ۱۹۹۱. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. II. Iron stress response mechanisms. In: Chen, Y. and Hadar, Y. (eds.). Iron Nutrition and Interaction in Plants. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers. ۱۵۱-۱۵۵.
Sanz, M., Pascual, J. and Machin, J. ۱۹۹۷. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: Influence on fruit quality. Journal of Plant Nutrition,۲۰: ۱۵۶۷-۱۵۷۲.
Thomas, A.O. ۱۹۹۵. Soil $CaCO_3$ concentration affects growth of young grapefruit trees on swingle citrumelo rootstocks. Proceedingof Florida State Horticulture Society, ۱۰۸: ۱۴۷-۱۵۰.
Wright, G.C., Tilt, P.A. and Pena, M.A. ۱۹۹۹. Results of scion and rootstock trials for citrus in Arizona. Final report for project ۹۸-۱۲. University of Arizona, College of Agriculture.
Yang, L., Li, G., Lin, Q.and Zhao, X. ۲۰۱۰. Active carbonate of chestnut soils in different lands. Ecology and Environmental Science, ۱۹: ۴۲۸-۴۳۲.

Ali Asadi Kangarshahi and Negin Akhlaghi Amiri
Respectively, associate professor of Soil and Water Department and Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.

Abstract

To evaluation and determination of suitable rootstocks to replace sour orange in soils with different ranges of lime in east of Mazandaran, Iran, an experiment as combined analysis of location in RCBD design was conducted in ۷ location (soil type) with different range of Calcium carbonate from ۲ to ۴۰% by sour orange; Troyer citrange; Carizo citrange, Swingle citromelo; C-۳۵; Smooth Flat Sevil and Gou tou with ۴ replications. To determination of leaf yellowing degree (chlorosis) of different genotype in second and third years of seedlings growth, number of leaves with leaf yellowing disorders and their yellowing degree in each treatment was recorded. Results of this experiment showed that Swingle citromelo and sour orange had the highest andlowest chlorosis degree index, respectively and C-۳۵, carizo citrange, Gou tou, Troyer citrange and Smooth flat sevil replace after citromelo, respectively.