

بنام خدا

تولید کودهای سکواسترین آهن FeEDDHA و FeEDDHA برای اولین مرتبه در ایران

به عنوان یکی از مهمترین کودهای ریزمغذی در دنیا:

در سال های دور و در اوائل دهه هشتاد با راهنمایی های اساتید ارجمندی همچون آقای دکتر مهدی قندی، آقای دکتر محمد جعفر ملکوتی، آقای دکتر مهدی اکبرزاده، آقای دکتر محمد خصوصی و دانشمند گرامی آقای دکتر عبدالجلیل مستشاری و آقای مهندس مجید واحدی و ... پروژه تولید کود ممتاز سکواسترین آهن از خانواده Fe-EDDHA شروع شد. گمان بر این بوده که با تولید این کود در کشور و قطع واردات و وابستگی، تحول در اساسی در کشاورزی کشور رخ خواهد داد. پروژه تهیه EDDHA هر چند خیلی سخت و گاهی طاقت فرسا بود اما بحمدالله بالاخره و بعد از سالها تلاش و ممارست در ۱۳۹۴ برای EDDHSA و ۱۴۰۰ برای EDDHA به نتیجه رسید. باختصار به EDDHA از این به بعد HA و به EDDHSA بطور مختصر SA می گوئیم. گروه های تحقیقاتی مختلفی چه قبل از ما و چه همزمان با این مجموعه در پی تولید این محصول بودند اما شاید بتوان چنین ادعا کرد که اگر این مجموعه به این موفقیت دست یافت بخاطر آن بود که قبل از آغاز تحقیقات برای شروع سنتزها، دنبال راه اندازی روش اندازه گیری درصد ایزومر ارتو-ارتو EDDHA و EDDHSA بعنوان مهمترین شاخص کیفیت رفتیم. به لطف خدا و برای اولین مرتبه این آنالیز را با دستگاه HPLC و در اوائل دهه نود راه اندازی نمودیم. تا قبل از این برای هر اندازه گیری درصد ارتو-ارتو EDDHA نمونه ها به آمریکا و اروپا و کشورهایی همچون فرانسه و آلمان و ... و با هزینه چند صد دلاری و زمان چند هفته ای ارسال می شد که الان و به حول و قوه الهی، سالیانی است که این آنالیز در تهران و با چند صد هزار تومان و طی فقط یکی دو روز انجام می شود.

هرچند در کل کشور با مشکل آمار و اطلاعات واردات و صادرات مواجه هستیم اما متأسفانه در بخش کشاورزی این معضل حادث از جاهای دیگر است. در آن سالهای اولیه ای که فعالیت هایمان را در این طرح آغاز کرده بودیم ادعا می شد سالانه هفت هزار و پانصد تا ۱۰۰۰۰ تن انواع کودهای سکواسترین آهن و ... وارد کشور می شود که البته تا حدودی هم این دیتاها صحیح بوده است اما الان و بعد از حدود بیست سال می بینیم که مقدار واردات همه انواع کودهای کلاته ریزمغذی و بالطبع سکواسترین های آهن به ۲۵۰۰-۱۵۰۰ تن در سال کاهش پیدا کرده است. اینکه چرا مصرف انواع کودهای کلاته ریزمغذی و همچنین سکواسترین های آهن اینهمه کم شده و رفتن دنبال ریشه یابی عوامل مختلفی که اینجا نقش دارند، ما را به نتایج جالبی می رسانند.

یک علت این است که با سیاست های اشتباه، اقتصاد کشاورزی ایران هر روز در حال ذلیل تر می باشد و متأسفانه انگیزه ها برای ماندن در این حوزه بصورت روزافزون در حال ضعیف تر شدن است و مطالب خیلی مهمی اینجا وجود دارد که واگذار می کنیم به بعد انشاءالله.

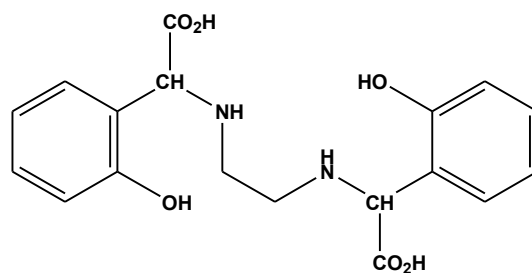
علت دیگر این است که کشاورز با تهیه و خرید این کودهای گران قیمت، نتیجه درخور و قابل انتظار را مشاهده نمی کند. تقلب و کلاهبرداری و دروغ و فریب مثل همه بازارها در اینجا هم وجود دارد اما اگر بخواهیم همه تقصیرها را متوجه این موضوع کنیم به بیراهه رفته ایم. بهترین کودهای آهن را هم اگر با ارزانترین قیمت ها در اختیار کشاورزی ایران قرار دهیم بازهم نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد چراکه آهن یکی از سیزده و یا چهارده عنصر غذائی مورد نیاز گیاهان هست و باید نگاه جامع و کامل به همه عناصر داشت و بایستی توجه ویژه به اهمیت تک تک عناصر وابسته به ویژگی ها و تعادل هایشان داشته باشیم که نداشتن این دید جامع و کل نگر باعث شده تا رغبت و علاقه کشاورز به خرید و مصرف همه کودها از یک طرف و مخصوصاً کودهای ماکروی ثانویه و ریزمغذی ها و علی الخصوص کودهای آهن از طرف دیگر، روز به روز کمتر و کمتر شود. عبور از کودهای تک عنصری و یا چند عنصری حداقلی و رفتن به سمت کودهای کامل و یا چند عنصری حداکثری راه حلی است که به نظرمان رسیده و در این سالها در پی آن رفتیم که به ایجاد دانش فنی و تولید کود کامل مایع طوبی ختم شده و انشاءالله که سیاست گذاری ها و برنامه ریزی هایمان درست و صحیح بوده و توفیق آنرا داشته باشیم تا به تحول آفرینی در کشاورزی ایران اسلامی به شکل اصولی و دانش بنیان بپردازیم.

مهمترین کود کلاته مرسوم در دنیا کود سکواسترین آهن FeEDDHA می باشد. تکنولوژی ساخت این کود در انحصار چند کشور معدود در جهان می باشد. عنصر آهن یکی از ریز مغذی های ضروری برای ادامه حیات گیاهان است، طوری که اگر آهن به مقدار کافی در اختیار قرار نگیرد، گیاه دچار بیماری فقر آهن یا همان زردبریگی می شود که در این حالت چرخه فتوسنتز دچار اختلال شده و با کاهش جدی رشد و باردهی محصول مواجه خواهد شد. از آنجائیکه گیاهان غذای اصلی جانوران می باشند و جانوران و گیاهان غذای اصلی انسانها می باشند، فقر آهن گیاهان، تاثیر خود را در عملکرد تغذیه جانوران و بالطبع آن انسانها نیز به شدت نشان می دهد. آهن از عناصر ضروری برای رشد و سلامتی بدن انسانها

می باشد و بهترین راه تامین آهن مورد نیاز انسانها از طریق تغذیه گوشت جانوران و منابع گیاهی است که غنی از آهن بوده باشند. به عنوان مثال گندم و برنجی که آهن مورد نیازشان به مقدار کافی در طول دوره رشد تامین شده باشد، بهترین منبع برای تامین آهن مورد نیاز انسانها می باشد. متأسفانه به علت عدم تامین آهن مورد نیاز گیاهان و جانوران، غالب جامعه انسانی مخصوصاً کودکان شیرخوار و دختران در سن رشد، مجبور به استفاده از شربت های آهن می باشند که این روش تامین آهن بهیچ وجه قابل مقایسه با روش های طبیعی که همانا تغذیه با منابع گیاهی و جانوری که غنی از آهن بوده باشند، نیست. ضرورت تامین آهن برای کشت و زرع از سالیان بسیار قبل بشر مشخص شده بود. با گذشت زمان و پیشرفت علم، مکانیسم های جذب آهن در گیاهان مورد بررسی دقیق قرار گرفت و اختلاف و تمایز منابع تامین کننده آهن برای بشر نیز مشخص و آشکار شد. به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره کرد که کشاورزان برای تامین آهن در اختیار گیاه قرار می داده و می دهند: کوبیدن میخ طولیله به تنه گیاهان، ریختن براده آهن و ضایعات تراشکاری های آهن پای درخت، اضافه کردن پودر های سنگ معدنی آهن مانند هماتیت و مگنتیت به خاک، استفاده از سولفات آهن به عنوان کود.

بر اساس نتایج سالها تحقیق و آخرین پژوهشهای دانشمندان، در حال حاضر این امر اثبات شده است مادامیکه آهن بصورت محلول در آب باشد می تواند به عنوان کود، تامین کننده آهن مورد نیاز گیاهان بوده و مورد مصرف گیاهان قرار گیرد. کلاته کردن آهن که همان تهیه کمپلکس های آلی آهن از ترکیب آهن با عوامل کلاته کننده آلی است، بهترین و اقتصادی ترین روش محلول نگه داشتن عنصر آهن در محیط های قلیائی می باشد و لذا با توجه به pH خاک های ایران و قلیائی بودن آن، استفاده از کلات های آلی آهن در کشاورزی امری ضروری بوده و به عبارتی تنها منبع تامین کننده آهن مورد نیاز گیاهان به حساب می آید. یکی از مشکلات فراروی بخش کشاورزی در کشورهای کمتر توسعه یافته، تولید محصولات با راندمان پائین و کیفیت کم می باشد. فقر آهن برخی از محصولات تولیدی در بخش کشاورزی اثرات مستقیمی در بخش بهداشت و درمان دارد. به عنوان نمونه می توان به گندم و برنج تولید ایران اشاره کرد که عموماً فقیر از نظر آهن می باشند در صورتیکه اغلب محصولات وارداتی عموماً غنی از میکروالمنت ها می باشند چرا که توجه به اهمیت آهن در کشورهای توسعه یافته، سالهاست که مورد عنایت جدی قرار گرفته است. یکی از راههای حل این مشکل تولید محصولات با راندمان بالا و کیفیت مناسب با ترغیب و تشویق کشاورزان به استفاده از میکروالمنت ها یا عناصر ریز مغذی و مخصوصاً کود آهن با ترویج کودهای ارزان قیمت و با کارائی بالا، می باشد. مهمترین عوامل کلاته کننده آهن که در حال حاضر به مقدار زیادی بکار گرفته می شوند، بنیانهای آلی Citric acid و NTA، HBED، HEEDTA، DTPA، EDTA، EDDHSA، EDDHA می باشند که نمک آهن این ترکیبات به عنوان کود مورد مصرف قرار می گیرند. سکواسترین های موجود در ایران در حال حاضر غالباً از خانواده EDDHA می باشند.

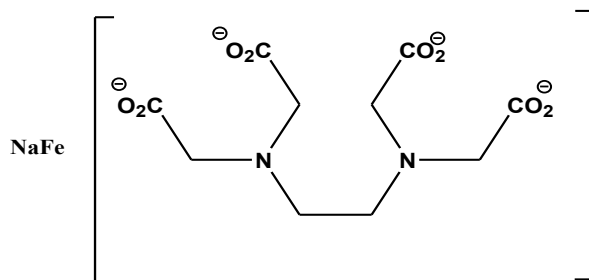
فرمول شیمیائی بنیان کلات EDDHA به شکل زیر می باشد:



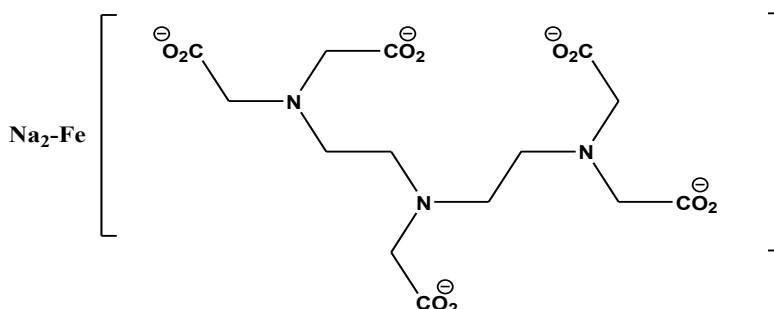
EDDHA(Ortho-Ortho)

Ethylene Diamine Diortho Hydroxyphenyl Aceticacid

محصولاتی به غیر از خانواده EDDHA که متعلق به خانواده بنیانهای آلی EDTA و DTPA می باشند هم در بازار ایران موجود می باشند که فرمول شیمیائی این کودها که نمک آهن آنها می باشد به شکل زیر است:

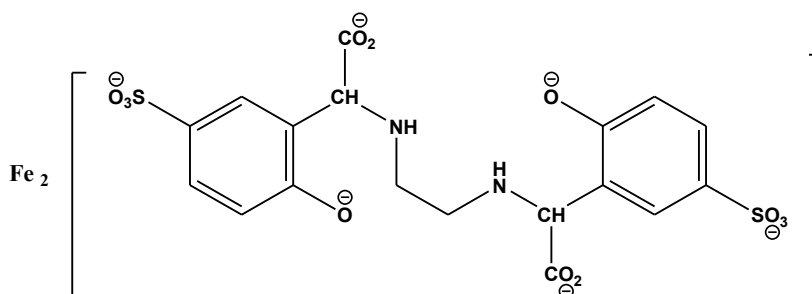


Fe-EDTA
Ethylene Diamine Tetra Aceticacid Ferric salt



Fe-DTPA
Diethylene Triamine Penta Aceticacid Ferric salt

ترکیب EDDHA همانطور که اشاره خواهد شد به غیر از شکل فوق که متعلق به ایزومر ارتو- ارتو است می تواند محتوی ایزومرهای دیگر همچون ارتو- پارا و پارا- پارا هم باشد. در طی فرایند تولید EDDHA تشکیل ایزومرهای فوق غیر قابل اجتناب است. با توجه به مباحث تغذیه گیاهی و مکانیسم های جذب آهن توسط گیاه و ماهیت فضائی این کمپلکس از بین سه ایزومر فوق فقط ایزومر ارتو- ارتو توسط گیاه جذب می شود و می تواند به عنوان کود مورد مصرف قرار گیرد. ترکیب Fe-EDDHA نمونه اصلاح شده ترکیب Fe-EDDHA است.

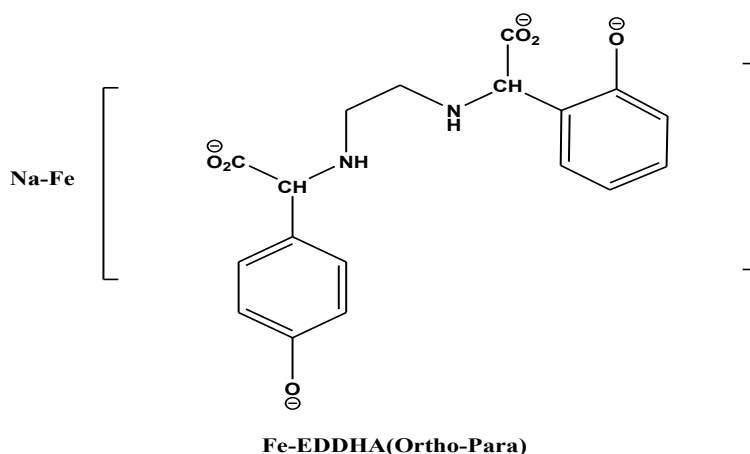


Fe-EDDHA
Ethylene Diamine Diortho Hydroxyparaphenyl Sulfonic Acid Ferric salt

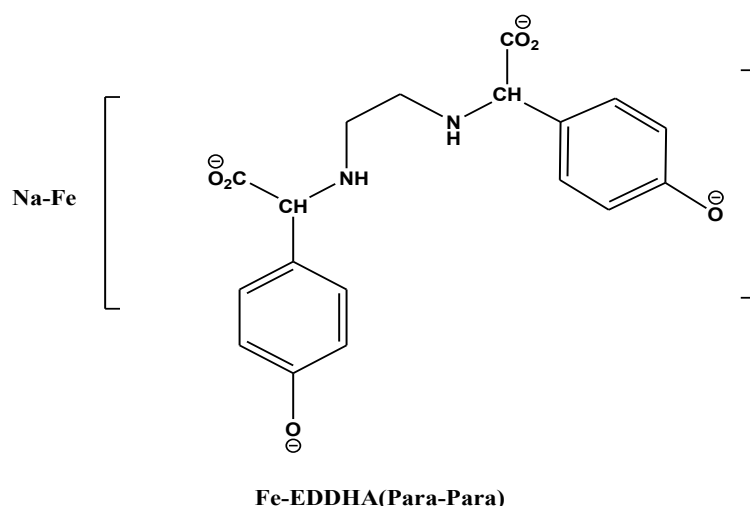
برخلاف ترکیب EDDHA امکان تشکیل ایزومرهای دیگر به غیر از ایزومر ارتو- ارتو، در ترکیب EDDHA وجود ندارد. از طرف دیگر با توجه به گروه سولفونیک حاضر در ترکیب EDDHA حلالیت این ترکیب در آب به مقدار فراوانی افزایش یافته است. در حال حاضر کودهای خانواده Fe-EDDHA بصورت پودر جامد که محتوی مقدار کل ۶

درصد آهن می باشد در بازار ایران عرضه می شوند که از این مقدار وابسته به شرکتهای تولید کننده، برای نمونه های گران قیمت اروپائی و مخصوصا سوئیسی، حداکثر تا ۴/۸ درصد (یعنی ۸۰٪) و برای نمونه های تولیدی کشور چین با کیفیت متوسط حداکثر تا ۳/۶ درصد (یعنی ۶۰٪) و در کودهای با کیفیت پائین تر ۱/۵ درصد (یعنی حدود ۲۵٪) حاوی ایزومر ارتو - ارتو می باشند .

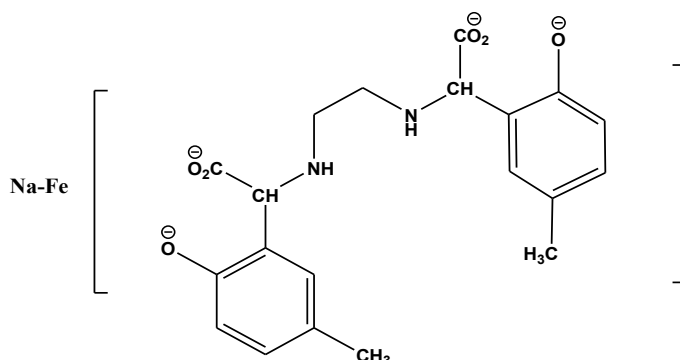
از آنجائیکه در حین ساخت ترکیب Fe-EDDHA به غیر محصول ایزومر ارتو-ارتو، امکان تشکیل ایزومرهای دیگر همچون ارتو-پارا و پارا-پارا با شکل فرمولهای شیمیایی زیر هم وجود دارد:



و ایزومر دیگر



و با توجه به مشکلات جداسازی این ایزومرها از هم و ماهیت عنصر آهن و ساختار کمپلکس شش وجهی EDDHA و اندازه حلقه های حاصله، این دو ایزومر اخیر نمیتوانند با آهن کمپلکس داده و بالطبع نقش کود ایفا کنند و لذا جهت بدست آوردن محصولی که محتوی ایزومر ارتو- ارتو بیشتری باشد، ترکیب Fe-EDDHMA به بازار عرضه شده است. فرمول شیمیایی Fe-EDDHMA به شکل زیر است:

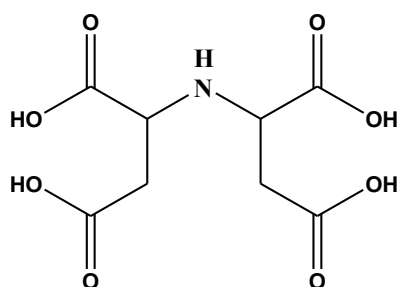


Fe-EDDHMA

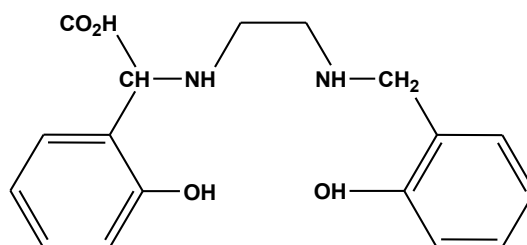
Ethylene Diamine Diortho Hydroxymethylphenyl Aceticacid Ferric salt

در کود سکواسترین آهن Fe-EDDHA معمولاً از کل محتوای شش درصد آهن فقط ۱/۵-۴/۸ درصد آن ایزومر ارتو- ارتو بوده و مابقی متعلق به ایزومرهای دیگر است. اما در کود Fe-EDDHMA از شش درصد کل محتوای آهن همه آن ایزومر ارتو- ارتو بوده که علاوه بر آن رنگ بسیار شدیدتری هم از Fe-EDDHA تولید می کند. در کود Fe-EDDHA نه تنها همه آهن به فرم ارتو-ارتو می باشد بلکه محتوای کل آهن آن بیشتر از Fe-EDDHA و Fe-EDDHA هم می باشد.

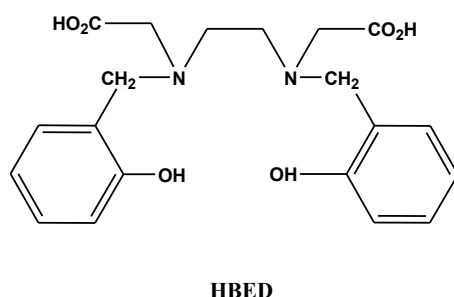
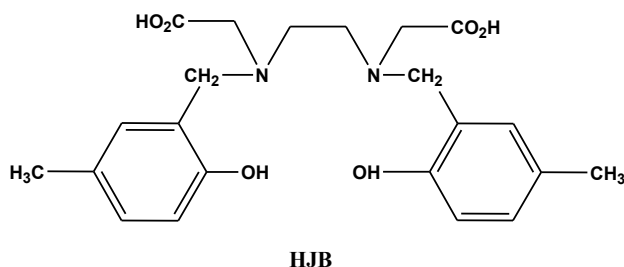
طی چند سال گذشته مخصوصاً بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی شماری از دانشمندان اقدام به معرفی ترکیبات جدیدی نموده اند که بتوانند به نحو شایسته تری نقش کود آهن را ایفا کنند و در مقابل عوارض کمتری داشته باشند. به عنوان نمونه می توان به تلاش های پرفسور Juan Jose Lucena و همکارانش در دانشگاه مادرید اسپانیا اشاره کرد. کشور اسپانیا با توجه به اقلیم آب و خاک آن و توسعه یافتگی اش در صنعت کشاورزی یکی از کشورهایی است که سالانه حجم بسیار زیادی از کودهای آهن را مصرف می نماید و لذا دانشمندان اسپانیایی از محققان پیشرو در زمینه مطالعه ساختار، سنتز، عوارض و کارایی کلاتهای آلی آهن از جمله خانواده EDDHA می باشند و در همین راستا تحقیقات بسیار مفصلی را در زمینه معرفی ترکیبات جدید به عمل آورده اند. از جمله این ترکیبات جدید می توان به Fe-IDHA ، Fe-DCHA ، Fe-HBED ، Fe-HJB اشاره کرد. ساختار فیزیکی این ترکیبات به شکل زیر است:



IDHA



DCHA



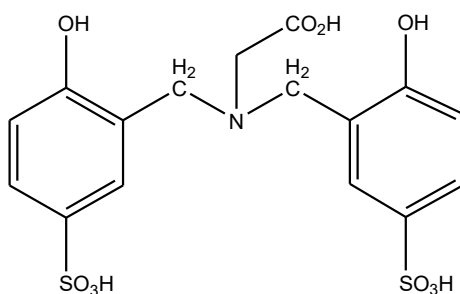
این مجموعه از حدود سال ۱۳۸۳ تحقیقات روی کودهای سکواسترین آهن را آغاز نمود. این نوع از کودهای آهن در آن سالهای دور بطور متوسط حدود ۷۵۰۰-۱۰۰۰۰ تن در سال و با ارزیابی به میزان حداقل ۳۰-۱۵ میلیون دلار وارد کشور می شد که البته الان خیلی کمتر شده و به حدود ۲۵۰۰-۱۵۰۰ تن در سال رسیده است. تکنولوژی ساخت این محصول در اختیار تعداد انگشت شماری از کارتل های آمریکایی و اروپایی است. در چند سال اخیر حدود ۸۰ درصد انواع این محصول در کشور چین تولید می شود اما نکته جالب و در خور تأمل آنجاست که این کشور نیز با لیسانس و دانش آمریکایی این حجم تولید را انجام می دهد.

به فضل الهی در سال ۱۳۹۴ این شرکت دانش بنیان موفق به ایجاد دانش فنی بومی جهت تولید کود EDDHSA و در سال ۱۴۰۰ هم کود EDDHA گردید. تامین کلیه هزینه های تحقیقات و پژوهش این پروژه در این سالها بر عهده این مجموعه بوده است و تاکنون ده ها میلیارد تومان برای این طرح سرمایه گذاری شخصی انجام شده است.

در سال ۱۴۰۰ بطور رسمی معاونت علمی ریاست جمهوری عدد ۵۰ میلیارد تومان را برای این موضوع معین کردند.

این مجموعه در نیمه راه تحقیق و پژوهش، بدلیل تنگدستی و مضیقه مالی در سال ۱۳۸۸ تصمیم گرفت بعزت نیاز شدید بازار به این کود و مشکلات آنروز واردات، نوعی از کود آهن را به بازار عرضه کند تا ضمن اینکه بخشی از عطش بازار را تامین کرده باشد، از درآمد حاصله نیز امکان ادامه طرح ایجاد دانش فنی کود سکواسترین آهن را هم فراهم نماید. این کود آهن، حاصل واکنش ایمین ایجاد شده از اسید آمینه گلايسین و فرمالدئید با پارا فنل سولفونیک اسید بود که باختصار نام EDDHSAM را بر آن نهادیم که دو حرف آخر این نام برگرفته از ابوالفضل و مهدی بوده که البته اشاره ای هم به آمینو اسید و ... داشتیم.

ساختار فیزیکی این ترکیب به شکل زیر است:



EDDHSAM

هرچند درصد ارتو- ارتوی این کلات بر اساس EDDHA ، صفر می باشد اما این کود به شرط کنترل دقیق پارامترهای واکنشی و دقت کافی برای جلوگیری از تشکیل ناخالصی و محصولات جانبی و ... در نهایت کمپلکسی چهار دندانه را تشکیل می دهد که از برخی کودهای بی کیفیت به مراتب بهتر می تواند باشد. به اجمال می توان در اینجا به یکی از چند دلیل مرغوبیت این کود اشاره کرد و آن اینکه در کودهای وارداتی مقدار زیادی فنل واکنش نداده موجود است که مسمومیت های وحشتناکی را برای خاک و آب و محصولات کشاورزی به همراه دارد که در برخی موارد تا سی برابر حد مجاز می باشد، لیکن در این کود حتی اگر نتوان به پارا فنل سولفونیک اسید هم رسید اما در هر صورت همه فنل با اسید سولفوریک واکنش داده و به فنل سولفونیک اسیدها و یا ... تبدیل خواهد شد که هر چند از واکنش آن کود آهن ممتازی بدست نمی آید اما از نظر سمیت و زیست تخریب پذیری به مراتب بهتر از ناخالصی همچون فنل است.

مطابق برنامه ریزی که انجام شده بود و به حول و قوه الهی طی سالهای ۱۳۸۹ لغایت ۱۳۹۱ بیش از ۱۲۰۰ تن از این محصول EDDHSAM تولید شده و روانه بازار مصرف شد. متأسفانه از سال ۱۳۹۲ تاکنون این مجموعه چندین مرتبه مورد سرقت و دستبرد علمی قرار گرفته است. هر چند نمی توان از سهل انگاری و برخوردهای آکادمیک این مجموعه به سادگی گذشت که در کمال تأسف، وجدان و شرافت کاری و ظرفیت آن در بعضی از دوستان سابق موجود نبوده است اما دوری از تقوا و صداقت و ... باعث شد تا این دزدان به کپی کاری و جعل نام و سوء استفاده از این برند پرداخته و اقدام به تولید این محصول بدون داشتن دانش لازم و تخصص کافی بپردازند.