



ГЕНОТИПНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА МИНЕРАЛНОТО ХРАНЕНЕ  
(Обзор)

**Петко Иванов**

Добруджански земеделски институт - Ген. Тошево

**Резюме**

*Иванов, П., 2004. Генотипна характеристика на минералното хранене. Обзор.*

Анализирани са съществуващите данни за наличието на генетично обусловена специфика на минералното хранене на сортове и хибриди в един и същи видове културни растения. Обсъжда се възможността за развитие на това ново направление като съставна част на селекция за висока продуктивност. Непосредствената задача на това направление трябва да бъде характеризирани на съществуването на генотипни различия за усъвършенстване торенето на съществуващите сортове и хибриди, а перспективна – целенасочено и планомерно създаване на нови такива, характеризиращи се с ефективно и икономично използване на хранителните елементи от торовете и почвата за формирането на възможно по-високи и рентабилни добиви. Разглеждат се изискванията, предпоставките, показателите, основните характеристики и процеси, на които трябва да се обърне внимание при изучаване спецификата на минералното хранене на генотипна основа. Комплексният проблем за ефективно използване на хранителните елементи се разглежда по съставящите го компоненти. Отделено е голямо внимание на морфологията и активността на кореновата система. Подчертава се, че повишената добивност на новите интензивни сортове се обуславя от по-доброто използване на усвоените хранителни вещества за формиране на добива чрез повишаване на жътвения индекс и реутилизация на хранителните елементи. Определени са някои специфични цели на направлението, като устойчивост към неблагоприятни условия в кореновата зона (кисела реакция, токсични концентрации на Al и Mn), толерантност към високи концентрации на нитратен азот в ранна възраст, усвояване от труднодостъпни източници и пр. Изтъква се комплексността на проблема и необходимостта от обединения усилия на селекционери, агрохимици, биохимици и физиолози.

**Ключови думи:** Хранене, Хранителни елементи, Генотипна специфика, Жътвен индекс, Почвена реакция, Нитратен азот

### Abstract

*Ivanov, P., 2004. Genotype characteristics of the mineral nutrition. A review*

Analyzed is the available data on the genetically substantiated characteristics of mineral nutrition of the cultivars and hybrids within one and the same species. An immediate task along those lines should be characterization of the existing genotype differences with a view to perfecting the dressing and the perspective task should be the purposeful and economic use of nutrients from both the fertilizers and the soil to form possibly high and economic yields. Stated are the requirement, prerequisites, Indices and the basic characteristics and processes that should be given due consideration in the study of the specific characteristic of the mineral nutrition on genetic base. Equally important is the study on the morphology and activity of root system. The overall problem of the effective use of nutrients is treated by components. It is stated the enhanced effectiveness of the new intense varieties is due to the better use of the available amounts of the nutritive elements in the formation of yields through raising the plant harvest index and partially – with regard to the individual nutrients. Defined are some specific aims of this production trend: resistance to the unfavorable conditions in the root zone (acid reaction, toxic concentration of Al and Mn, salting, over-wetting, high concentrations of nitrate nitrogen at the plant early age). Stated are likewise the complexity of the problem and necessity of jointing the effort of breeders, agrochemists, biochemist and physiologists.

**Key words:** Plant nutrition, Nutrients, Genotype specificity, Harvest index, Soil acid reaction, Nitrate nitrogen

Сортовете и хибридите на отделните култури се различават не само по добивен потенциал, но и по изисквания на хранителни елементи и ефективност на торене (Климашевский 1984; Орлов 1977; Saric a. Krisdtic, 1991). Тези различия са естествени, както нееднаквата устойчивост към полягане, ниски и високи температури, воден стрес, болести и качество на продукцията. Те се означават като сортова или генетична специфика на минералното хранене. Разлики в отзивчивостта на сортове, хибриди или чисти линии към минерално торене могат да бъдат дори по-големи, отколкото между видовете (Климашевский и др., 1980; Орлов, 1977). Генотипната специфика на минералното хранене е проучвана при пшеницата, (Климашевский, 1974, 1976; Орлов, 1977; Saric, 1979), царевичката (Климашевский, 1974; Орлов, 1977; Saric a& Kristic, 1988), соята (Brown & McDaniel, 1978; Hanway & Webber, 1981; Saric & Kristic, 1988), слънчогледа (Saric & Scoric, 1992), ориза (Koyama & Chameek, 1981) и други култури. Въпреки това диференцирането на торенето по сортове и хибриди се прави обикновено на основа на общи и приблизителни оценки. От друга страна, при планирането на селекционния процес рядко се вземат под внимание спецификата на изходните форми по отношение на минералното хранене и не се прогнозира възможните резултати. На фона на постиженията на генетиката и селекцията е очевидно изоставането на физиологията и агрохимията.

Според Saric (1983) изследванията на генетичната специфика на минералното хранене са започнали преди около 70 години. В ранни публикации, както и в много съвременни изследвания за сортовата специфика в минералното хранене се съди по отзивчивостта към торене при естествени полски условия. По-късно като

показатели се включват съдържанието и износът на хранителните елементи с добива. В по-нови изследвания се експериментира при изкуствени и контролирани условия (водни и пясъчни култури, хидропоник, климатични съоръжения); изучава се спецификата на кореновата система, процесите на транспорт, разпределение и превръщания на хранителните елементи в растителните органи; реутилизацията им с добива; корелациите между съдържанието на хранителни елементи и общия и стопанския добив и пр.

Стимули за развитие на това ново специфично направление са високите цени на минералните торове във връзка с енергийната криза и отрицателното влияние на интензивната химизация върху околната среда и качеството на продукцията.

Основните мотиви за проучване спецификата на минералното хранене са в две насоки: а) Характеризиране реакцията на сортовете и хибридите към минералното хранене с оглед диференциране и прецизиране на торенето; б) Планово и целенасочено създаване на нови сортове и хибриди, които използват ефективно и икономично хранителните елементи.

Изследванията върху генетичната специфика на минералното хранене са затруднени поради изключителната комплексност на процесите, методичните трудности и сложността при използване и тълкуване на резултатите.

Според Saric (1979) основните предпоставки за изучаване генетичната специфика на минералното хранене са: използване на генетично изравнен материал; подходящ и еднакъв хранителен субстрат (почва, хранителен разтвор) в зависимост от целта; еднакви условия на средата (по възможност климатични съоръжения), за да се получат сравними и възпроизводими резултати; сравняване при определени специфични фази на онтогенезиса и използване на подходящи индикаторни органи или цялото растение.

Като показатели за спецификата на минералното хранене могат да се използват: концентрация на хранителните елементи; общо съдържание и износ на същите по фази и с крайния добив; ход на усвояване, транспорт и разпределение по органи; реутилизация при формиране на добива; обща продукция на биомаса и стопански добив и качество.

Самото изброяване на тези предпоставки и показатели показва, че изучаването на спецификата на минерално хранене включва морфологични, анатомични, физиологични и биохимични показатели и процеси, които влияят на усвояването и съдържанието на хранителни елементи и оползотворяването им в добив и стопанския добив.

Усвояването на хранителните елементи, включването им в метаболитните процеси и реализирането им в добива предполага познаване на основни характеристики и свойства на сортовете и хибридите: а) Характеристика на кореновата система (морфологични и анатомични особености); развитие и съотношение на отделните типове корени; топография на корените и пр.; б) Поглъщателна способност на корените (абсорбираща повърхност, катионен и анионообменен капацитет и пр.); в) Морфологични и анатомични особености на стъблото и листата и съотношение на надземна част към корените; г) Специфика на основни физиологични процеси: фотосинтеза, транспирация, дишане и пр.) Характеристика на ключови биохимични процеси: активност на основни ензиматични системи, които контролират минералното хранене; ход и синтеза на органични съединения; процеси на реутилизация.

Характеристика на кореновата система като фактор за добивния потенциал

рядко е включвана в селекционния процес (Орлов, 1977). По-често е считано, че особеностите на кореновата система са от по-голямо значение за селекцията на устойчивост към неблагоприятни почвени и климатични условия. Например сухоустойчивостта на сортове пшеница е свързвана с размерите и морфологията на кореновата система (Ведров, 1982; Fischer, 1991; Hodova, 1990). В по-ново време се отделя внимание за по-доброто използване на водата и хранителните вещества в зависимост от морфологията, структурата и активността на кореновата система (Grooke, 1979; Hurd, 1978; Корке, 1992). Резултати от полски опити са потвърдени с млади растения в опити с контейнери (Корке, 1992).

Полезно допълнение е количественото определяне на кореновата поглъщателната способност, като катионо- и анионообменен капацитет (Grooke, 1964; Chilgareeve, 1972, 1974; Басунин, 1976; Dubois & Fossafi, 1991). Установявани са големи различия между културите в стойността на катионообменния капацитет – в интервала от 10 до 70 м.екв./100 г суха материя. Бобовите растения се характеризират с по-големи стойности на този показател и с преимуществено усвояване на двувалентни катиони, което от своя страна предопределя по-голяма степен на усвояване на труднодостъпни високобазични фосфати в сравнение с житните култури. Опитите за свързване катионообменния капацитет на корените с добивния потенциал са малко и с ограничен успех (Басунин, 1976; Chilgareeve, 1972). В набор от 17 стари сорта пшеница установихме вариране от 10.8 до 18.1 м.екв./100 г сухи корени на млади растения (85 до 143% към Безостая 1, без добре изразена корелация с добивите на полето (Иванов, непубликувани данни, 1984). Априорно може да се счита, че сортове с висок катионообменен капацитет ще се характеризират с по-добра достъпност на труднодостъпни фосфати, както и с по-голяма отзывчивост на калиево торене, но това изисква експериментално потвърждение. Hodova (1990) установява положителна корелация на сортове пшеница (съответно добивен потенциал) и реакцията на първичните корени на 20-дневни млади растения към азотно торене. Екстензивните сортове дават по-голяма маса първични корени в дефицитна на азот среда, докато интензивните сортове реагират на азотно торене със силен коренов растеж.

Създаването на сортове с висок добивен потенциал и икономично използване на хранителните елементи или агрохимически ефективни сортове е модерно направление на съвременната селекция. Добивният потенциал е сложно съчетание на много компоненти: оптимална структура на кореновата система и надземната част, осигуряващи интензивно усвояване на хранителни вещества и протичане на фотосинтезата; устойчивост на полягане, болести и неблагоприятни стресови условия; оптимално съчетание на добивните компоненти и пр. Той се реализира напълно при благоприятни екологични условия и прилагане на оптимална технология, в която торенето има решаваща роля. Тореве са основна част от материалните разходи и за ефективно използване на същите може да се говори, ако от 1 kg NPK в активно вещество се получават поне 8-10 kg зърно, а от 1 kg N – 15-20 kg. Известни са значителни различия между сортовете по отношение ефективното използване на хранителни елементи и вероятно това е най-добре изразено при култури, с които е водена най-интензивна селекционно-подобрителна работа – пшеница, царевица и соя. Особено важно е икономичното използване на азотните торове, тъй като почти винаги азотът е лимитиращ и определящ добивите и същевременно е рисков фактор.

Създаването на икономични сортове по отношение на хранителните вещества

е свързано с трудности поради комплексността на проблема и необходимостта от координираните усилия на генетици, селекционери, агрохимици и биохимици. Трудно е да се каже, че на този етап се върши целенасочена и планомерна работа. Въпреки това новите интензивни сортове решително превъзхождат старите по оползотворяване на торовете за реализиране на добив. Това е резултат преди всичко на устойчивостта към полягане и високия жетвен индекс. При приблизително еднаква биомаса нискостъблените сортове трансформират по-голяма част от нея като зърно в сравнение с високостъблените екстензивни сортове.

В най-широк смисъл на думата под ефективно използване на хранителните елементи трябва да се разбира добивът от единица хранителен елемент, вложен като тор в активно вещество. Според Fisher (1991) ефективното използване ( $E$ ) на хранителния елемент се формира от производението на две величини.

$$(1) \quad E = E_{\text{усвояване}} \times E_{\text{добив}}$$

където  $E$  е общата ефективност, изразена като добив зърно на единица вложен тор;  $E_{\text{усвояване}}$  – ефективност на усвояване на торовия източник (коэффициент на усвояване) и  $E_{\text{добив}}$  – добив на зърно от единица усвоен хранителен елемент. Следователно ефективното използване на торовете се определя от степента на усвояване на торовете и от реутилизацията им от вегетативната маса в зърното.

Ефективността на усвояване е винаги под единица, тъй като част от хранителните елементи се губят чрез измиване или денитрификация (азот) или чрез химична и физико-химична имобилизация (фосфор и калий). За да се намалят загубите на азот през зимата и раннопролетния период, е полезно да се селектират генотипи с ранен растеж при понижена температура, мощна коренова система с голяма активност. За да се реализира вторият компонент ( $E_{\text{добив}}$ ) са от значение редица фактори: архитектура на растението, висока биохимична активност и интензивно протичане на процесите на метаболизъм и реутилизация по време на наливане на зърното и зреенето. Полезен индекс във връзка с азотното хранене на растенията в последно време е определянето на нитратредуктазната активност.

Ефективни и икономични сортове по отношение на фосфора са известни при ориза (Коуаата а. Chatek, 1981) и това се обяснява предимно със структурата и активността на кореновата система. Ефективното използване на фосфорните торове придобива особено значение от една страна във връзка със световната криза за наличието на достатъчни запаси на фосфатна суровина за производство на торове, и от друга – с отрицателните последици от фосфатното преобогатяване на почвите при продължително торене. Диференцирано фосфорно торене може да се наложи във връзка със специфичната реакция на сортове и хибриди от една култура към микроелементи – цинк (Lynes, 1956), мед (Graham а. Pearee, 1979), желязо и манган (Brown а. McDaniel, 1978), дефицитът към които се усилва под влияние на фосфорното торене.

Добивната ефективност на хранителния елемент ( $E_{\text{добив}}$ ) може да се дефинира като:

$$(2) \quad E_{\text{добив}} = \text{ЖИ} \cdot \%XE$$

където: ЖИ – жътвен индекс на дадения хранителен елемент (дялът на хранителния елемент, трансформиран в зърното;  $\%XE$  – процентно съдържание на елемента в зърното.

Казаното дотук относно икономичното използване на хранителните елементи има само насочващо значение за агрохимиците и селекционерите. Възможно е

генотипните различия да се проявяват добре в зоната на дефицитно и умерено минерално хранене и това стои във връзка с методиката за изследване. При съвременните интензивни сортове високата добивна ефективност ( $E_{\text{добив}}$ ) на даден хранителен елемент се намира главно в зависимост от жътвен индекс. Прекомерното повишаване на същия може да има отрицателно влияние. Например прекомерното оттичане на азот в зърното може да влияе неблагоприятно върху продължителността на фотосинтезата в листата.

Съществуват много трудности и неизяснени въпроси в селекцията на икономични сортове. Това не противоречи на факта, че новите интензивни сортове използват по-ефективно хранителните елементи от старите. Това се дължи не толкова на повишеното усвояване ( $E_{\text{усвояване}}$ ), колкото на подобреното използване на усвоения хранителен елемент за формиране на добива ( $E_{\text{добив}}$ ).

Специален интерес за селекцията представлява създаването на генотипи с устойчивост към неблагоприятни условия на кореновата зона – кисела реакция и повишена концентрация на тежки метали, преовлажняване, уплътняване, засоляване и пр. По този начин ще се повишат и стабилизират добивите от зърнените култури и слънчогледа в райони с ниски добиви – силнокисели и преовлажнени почви, предпланински и планински райони и пр.

При съвременната степен на интензификация на торене и необходимостта от еднократно внасяне на азотните торове преди сеитбата или в началото на вегетацията, обусловено от климатичните условия, интерес представлява създаването на форми с повишена толерантност към високи концентрации на нитратен азот в млада възраст на растенията, т.е. с висока нитрат-редуктазна активност и обща метаболитна активност. Това е валидно за слънчогледа, царевицата и ечемика в почви с кисела реакция. Известно е наличието на различия в поведението на царевични хибриди към кисела реакция и форми на азотните торове (Орлов, 1977).

Сортовата специфика на минералното хранене е сложен и комплексен проблем, който не може да се идентифицира с единични показатели. Връзката с фотосинтетичния апарат на растението усложнява проблема. Използването на единични показатели извън сложния комплекс от взаимодействащи си фактори трябва да става много предпазливо. Необходимо е приложение на комплекс от методи, включително неконвенционални. Крайната цел трябва да бъде създаването на генотипи с висока ефективност на използване както на естественото почвено плодородие, така и на минералните торове, като по този начин се осигурява получаването на високи, стабилни и икономични добиви.

## ЛИТЕРАТУРА

- Басунин, Н.И. (1976) Почвознание и агрохимия, № 5;  
Вавилов, Н.И. (1965) Избр. Тр., Наука, М.-Л.;  
Ведров, Н. (1982) Сельскохоз. биология, № 2;  
Данильчуй, П., Н.Новицкая (1981) Вopr. физиол. пшеницы, Кишинев, 244-250;  
Климашевский, Е. Л. (1974) Вестник с.-х. науки, № 7;  
Климашевский, Е.Л. (1976) Докл. АН СССР, 158, №5;  
Климашевский, Е.Л., Ю.А.Марков, М.Л.Сергина (1980) Физиол. раст., вып.3;  
Климашевский, Е.Л. (1984) Физиология генотипической специфики кореного питания растений. Физиология в помощи селекция, Наука, 226-241;  
Орлов, В.И. (1977) Агрохимия, № 6;

- Орлов, В.И. (1977) *Агрохимия*, 1977, №6;
- Brown, I.C. and M.E. McDaniel (1978) *Crop Science*, 18, 551-556;
- Braawtach, G.E. et. al. (1986) *Agronomy J.*, 68, 418-421;
- Chilgareeve, K.R. et. al. (1974) *Plant and Soil.*, 21, 43-49;
- Dubois, J.B. and A. Fossafi (1991) *Z. Pflanzenzuchtung*, 56, 41-45;
- Fischer, E.A. (1991) *Wheat Sciebcce ,Today and Tomorow*, 249-269;
- Gorny. A.G. and H. Patoyna (1994) *Z.Acker- und Pflanzenbau.*, 152, 264-273;
- Graham, R.D. and D.G. Pearee (1979) *Austr. Agr. Res.*, 30, 791-798;
- Grooke, W. M. (1964) *Plant and Sopil*, 21, 43-49;
- Grooke, W. M. and A.H. Khlight (1972) *Soil Sci.*, 93, 38-45;
- Hanson, W.M. and E. Kamparath (1979) *Agron. J.*, 71, 4, 581-586;
- Hanway, J.J. and C.R. Webber (1981) *Plant. Part. Agronomy J.*, 63, 286-290.
- Hodova Sz. Z. (1990) *Rostlin. Aclimat. i naslent.*, 24, 3, 201-210;
- Hra, R. A. (1978) *Agron. J.*, 60, 201-205.
- Katyak, J.C. (1991) *Indian J. Agr. Sci.*, 41, 786-790;
- Keller, P. and N. Deuel (1967) *Z. Pflanzenern., Dung. u. Bodenk.*, 79, 119-131;
- Kopke, U. et. al. (1992) *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 161, 42-48;
- Koyama, T. and C. Chamek (1981) *Soil Sci. and Plant Nutr.*, 17, 115-126;
- Nahapetian, D. and A.Bassiri (1986) *Agr. A. Food Chemistry*, 24, 5, 947-950;
- Nambiar, E. K. (1986) *Austr. J. Agr. Sci.*, 27, 465-477;
- Repka, I. (1992) *Gen. Specificity of Mineral Nutr.*, Beograd., 221-225;
- Saric, M. (1979) *Contempore Agriculture*, 17, 11-12;
- Saric, M. (1983) *Genetic Impuvment of Crop Yields*, 9<sup>th</sup> Wordl Fertil. Congress. Budapest;
- Saric, M. and B. Kristic (1988) *Arh. Za poiopriv. Nauke*, 113, 61-75;
- Saric, M., D. Scoric (1991) In: *Structure and Function of Plant Roots*, 339-401;
- Saric, M., B. Ristic (1992) *Arch. Acker- und Pflanzenbau*, 26, 12, 755-761;
- Shunnkla, U.S. and K.N.Bhatia (1981) *Indian Agr. Sci.*, 47, 790-794.