

**ВЛИЯНИЕ НА СОРТА И ТОРЕНЕТО ВЪРХУ УСВОЯВАНЕТО  
НА МАКРОЕЛЕМЕНТИ ПРИ *T. aestivum* L.  
В УСЛОВИЯТА НА ВЕГЕТАЦИОНЕН ЕКСПЕРИМЕНТ**

**Албена Иванова, Маргарита Нанкова, Николай Ценов**  
Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

**Резюме**

*Иванова А., М. Нанкова, Н. Ценов. 2006. Влияние на сорта и торенето върху усвояването на макроелементи при *T. aestivum* L. в условията на вегетационен експеримент.*

В условията на вегетационен експеримент е изследвана генотипната специфика в усвояването на основните хранителни елементи в зависимост от нивото на торене при 12 сорта *T. aestivum* L. Изпитани са 4 нива на торене:  $N_0P_0K_0$  (a),  $N_{200}P_{200}K_{200}$  (b),  $N_{400}P_{200}K_{200}$  (c) и  $N_{600}P_{200}K_{200}$  (d). Реакцията на сортовете към създадените условия на хранене е проучвана в няколко фази от растеж и развитие. Приложените различни хранителни режими водят до проява на специфичните особености по отношение способността на сортовете да усвояват хранителни вещества. Генотипът и минералното торене оказват по-силно влияние върху усвояването на хранителни вещества в сравнение с фазата на развитие. В началната фаза от развитието на пшеницата установените различия в усвояването на макроелементите са по-големи между сортовете, отколкото между отделните нива на торене. Различията между тях са най-силно проявени при узряване. Тази особеност е добре изразена при натрупването на азот и фосфор от общата биомаса и по-слабо – при извличането на калий. Сортовете Славей и Милена се отличават с най-големи количества усвоен азот в зърното.

**Ключови думи:** Пшеница - Минерално торене – Усвояване - Хранителни елементи

**Abstract**

*Ivanova, A., M. Nankova, N. Tsenov, 2006. Effect of variety and fertilization on *T. aestivum* L. uptake of macroelements under conditions of a vegetation experiment*

The genotype specificity in the uptake of the main nutrients according to the fertilization rate was investigated on 12 *T. aestivum* L. varieties under conditions of a vegetation experiment. Four fertilization rates were tested:  $N_0P_0K_0$  (a),  $N_{200}P_{200}K_{200}$  (b),  $N_{400}P_{200}K_{200}$  (c), and  $N_{600}P_{200}K_{200}$  (d). The response of the varieties to the nutrition conditions provided was studied during several stages of growth and development. The different nutrition regimes used lead to manifestation of the specific abilities of the varieties to take up nutrients. Genotype and mineral fertilization had a higher effect on nutrients uptake than stage of development. During the initial stage of wheat development, the differences established in the uptake of macro elements were greater between the varieties than between the individual fertilization rates. The differences were most evident at maturation. This specificity

was well expressed in nitrogen and phosphorus uptake in total biomass, and to a lesser extend - in potassium uptake. Varieties Slaveya and Milena had highest amounts of nitrogen uptake in grain.

**Key words:** Wheat - Mineral fertilization - Uptake - Nutrients

## УВОД

Сортовете и хибридите на отделните култури се различават не само по добивен потенциал, но и по изисквания към хранителни елементи и поведение при торене (Clark, 1990; Климашевский, 1991). Тези различия се означават като сортова или генетична специфика на минералното хранене. Пшеничните генотипове са с различна приспособимост към различни нива на торене и продуктивността им е свързана главно с усвояването на основните макроелементи – азот, фосфор и калий (Иванов и др., 1993; Le Gouis et al., 2000). Количеството усвоени хранителни елементи зависи от генотипа, енергийния баланс в растението, вътрешния хранителен статус, нуждите на растенията и наличието на достъпни хранителни вещества в почвата (Мисас и др., 2003).

Енергетично рационални са сортовете, характеризиращи се с висок коефициент на поглъщане на хранителните елементи от торовете и почвата (Климашевский, 1990). Един от пътищата за увеличаване на добива от пшеница е създаването на нови сортове с бърз темп на развитие и висока потенциална и ефективна продуктивност (Димова и др., 2002).

Целта на изследването е да се характеризира генотипната специфика в усвояването на основните макроелементи (азот, фосфор и калий) в зависимост от сорта и нивото на торене.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

При условията на вегетационен експеримент са изследвани 12 сорта пшеница *T. aestivum* L.: Садово 1 (st), Аглика, Ивета, Болярка, Милена, Славей, Енола, Кристи, Пряспа, Тодора, Карат и Победа (st).

Опитът е изведен в пластмасови съдове, съдържащи 1 kg почва в 3 повторения. Сортовете са отглеждани на Luvic Faeozem (FAO) на 4 хранителни режима:  $N_0P_0K_0$  (a),  $N_{200}P_{200}K_{200}$  (b),  $N_{400}P_{200}K_{200}$  (c) и  $N_{600}P_{200}K_{200}$  (d). Хранителните елементи са прилагани в разтворено състояние, като преди сеитбата са внесени целите количества от фосфора и калия и 200 mg от азота на 1000 g почва. Останалите количества от азотната норма са внесени в края на фаза братене. Реакцията на сортовете към създадените условия на хранене е проучвана във фазите 31 (I фаза), 57-59 (II фаза) и 94-95 (III фаза) по Zadoks (Zadoks et al, 1974). Във всяка от тези фази растенията са разделяни и анализирани по органи. След подготовка на пробите за анализ е определяно съдържанието на общ азот (по Келдал), фосфор (колориметрично по жълтата цветна реакция) и калий (пламъчно-фотометрично). На базата на установените добиви и съдържание на NPK в отделните органи и фази е определено усвояването на макроелементите както отделно по органи, така и в общата биомаса.

## РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от многофакторния анализ на вариансите показват влиянието на сорта, както в усвояването на азота по органи, така и в общата биомаса (табл. 1). Влиянието на сорта е с най-висока степен на статистическо доверие. Влиянието на фазата на развитие е най-силно проявено при листата и стъблата. Различията в усвояването на азота от класовете е слабо и недоказано статистически. Торенето е

много добре доказано статистически при всички органи. Комбинираното въздействие на трите фактора е с най-висока степен на статистическо доверие само при листата и стъблата.

**Таблица 1.** Анализ на вариансите на взаимодействие на факторите при количество на усвояения азот (mg/съд) по фази на развитие

**Table 1.** Analysis of variances of factor interaction for amount of N uptake (mg/pot) by stage of development

Показатели Indices	df	Листа Leaves	Стъбла Stems	Обща биомаса Total biomass	df	Класове Spikes	Вег. маса Veg. mass
Източници на вариране Source of variation							
<b>A</b> Сорт (Variety)	11	248.83 <sup>***</sup>	258.25 <sup>***</sup>	238.25 <sup>***</sup>	11	46.12 <sup>***</sup>	189.04 <sup>***</sup>
<b>B</b> Фаза (Stage)	2	11.01 <sup>***</sup>	16.47 <sup>***</sup>	6.91 <sup>**</sup>	1	2.35 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>
<b>C</b> Торене (Fertilization)	3	113.26 <sup>***</sup>	469.12 <sup>***</sup>	201.19 <sup>***</sup>	3	64.91 <sup>***</sup>	97.40 <sup>***</sup>
<b>AxB</b>	22	7.25 <sup>***</sup>	11.83 <sup>***</sup>	3.73 <sup>***</sup>	11	1.06 <sup>NS</sup>	2.72 <sup>**</sup>
<b>AxC</b>	33	23.41 <sup>***</sup>	60.89 <sup>***</sup>	24.02 <sup>***</sup>	33	35.97 <sup>***</sup>	14.72 <sup>***</sup>
<b>BxC</b>	6	1.39 <sup>NS</sup>	5.77 <sup>***</sup>	1.68 <sup>NS</sup>	3	0.10 <sup>NS</sup>	1.89 <sup>NS</sup>
<b>AxBxC</b>	66	2.07 <sup>***</sup>	4.53 <sup>**</sup>	1.46 <sup>NS</sup>	33	1.12 <sup>NS</sup>	1.14 <sup>NS</sup>

Макар че азотът е най-важният елемент в храненето на растенията, той може да прояви своя пълен ефект върху добива и качеството на продукцията само тогава, когато приложението на останалите хранителни елементи е оптимално.

Резултатите при усвояването на фосфор показват много силно изразено влияние на самостоятелното действие на факторите сорт и торене, доказано с най-висока степен на статистическо доверие (табл. 2). Влиянието на фазата на развитие върху усвояването на фосфор е по-слабо и статистически недоказано при отделните органи, но е доказано в общата биомаса. Комбинираното влияние на трите фактора не е статистически достоверно.

**Таблица 2.** Анализ на вариансите на взаимодействие на факторите

при количество на усвояения фосфор (mg/съд) по фази на развитие

**Table 2.** Analysis of variances of factor interaction for amount of P uptake (mg/pot) by stage of development

Показатели Indices	df	Листа Leaves	Стъбла Stems	Обща биомаса Total biomass	df	Класове Spikes	Вег. маса Veg. mass
Източници на вариране Source of variation							
<b>A</b> Сорт (Variety)	11	270.64 <sup>***</sup>	381.2 <sup>***</sup>	307.04 <sup>***</sup>	11	430.96 <sup>***</sup>	294.91 <sup>***</sup>
<b>B</b> Фаза (Stage)	2	0.55 <sup>NS</sup>	6.60 <sup>NS</sup>	3.89 <sup>*</sup>	1	4.17 <sup>NS</sup>	0.09 <sup>NS</sup>
<b>C</b> Торене (Fertilization)	3	1139.8 <sup>***</sup>	575.69 <sup>***</sup>	1411.7 <sup>***</sup>	3	426.44 <sup>***</sup>	643.90 <sup>***</sup>
<b>AxB</b>	22	13.14 <sup>*</sup>	7.88 <sup>*</sup>	11.02 <sup>***</sup>	11	3.22 <sup>*</sup>	7.11 <sup>**</sup>
<b>AxC</b>	33	19.75 <sup>*</sup>	24.54 <sup>***</sup>	10.0 <sup>***</sup>	33	18.36 <sup>***</sup>	20.40 <sup>***</sup>
<b>BxC</b>	6	1.19 <sup>NS</sup>	1.12 <sup>NS</sup>	0.97 <sup>NS</sup>	3	1.33 <sup>NS</sup>	3.24 <sup>NS</sup>
<b>AxBxC</b>	66	2.62 <sup>NS</sup>	2.20 <sup>NS</sup>	1.89 <sup>NS</sup>	33	2.0 <sup>NS</sup>	2.41 <sup>NS</sup>

Количеството на усвояеният от пшеничните генотипове калий, подобно на усвоените количества азот и фосфор се повишава с нарастване на нивото на минерално хранене. Това се дължи главно на положителният ефект, който оказва нарастващото азотно торене върху продуктивността на изпитваните сортове пшеница.

Анализът на вариансите потвърждава силното влияние на сорта, доказано с

**Влияние на сорта и торенето върху усвояването на макроелементи при *T. aestivum* L. в условията на вегетационен експеримент.**

максимална статистическа достоверност (табл. 3). Самостоятелното влияние на торенето също е статистически доказано при отделните органи с изключение на зърното. При усвояването на калий в зърното на изследваните генотипове най-силно влияние оказва сортът. Комбинираното влияние на трите фактора е статистически достоверно само при листата, стъблата и класовете.

**Таблица 3.** Анализ на вариансите на взаимодействие на факторите при количество на усвояения калий (mg/съд) по фази на развитие  
**Table 3.** Analysis of variances of factor interaction for amount of K uptake (mg/pot) by stage of development

Източници на вариране Source of variation	Показатели Indices df	Листа Leaves	Стъбла Stems	Обща биомаса Total biomass	df	Класове Spikes	Вег. маса Veg. mass
<b>A</b> Сорт (Variety)	11	142.51***	156.43***	31.84***	11	928***	88.05***
<b>B</b> Фаза (Stage)	2	45.47***	28.34***	45.78**	1	0.11 <sup>NS</sup>	4.09 <sup>†</sup>
<b>C</b> Торене (Fertilization)	3	925.67***	543.33***	130.46***	3	1344.6***	81.59***
<b>AxB</b>	22	18.40***	11.47***	11.60***	11	22.10***	4.83***
<b>AxC</b>	33	9.90***	5.24***	10.43***	33	52.20***	4.73***
<b>BxC</b>	6	3.05**	2.19*	3.33**	3	0.53 <sup>NS</sup>	1.82 <sup>NS</sup>
<b>AxBxC</b>	66	1.66**	2.48***	1.30 <sup>NS</sup>	33	4.81***	1.21 <sup>NS</sup>

### ОБСЪЖДАНЕ

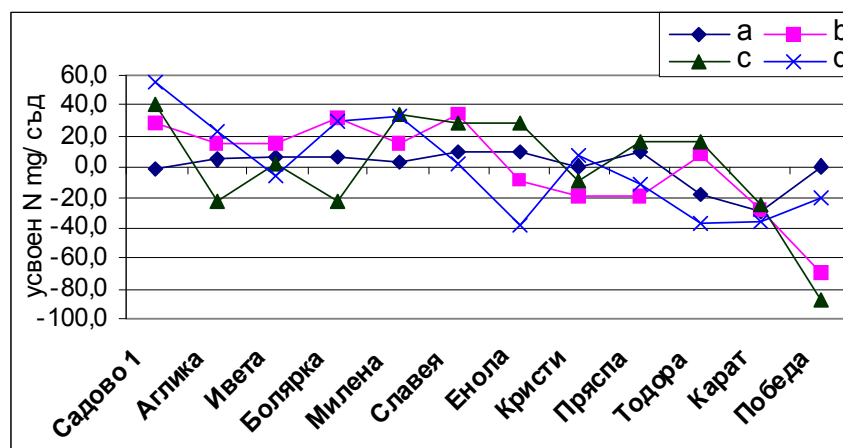
Сортовете, отглеждани при контролирани условия показват значителни разлики помежду си по отношение на добива, както от отделни органи, така и от общата биомаса в зависимост от стадия на развитие и нормата на торене. Подобни резултати са получени от Nankova et al (1999).

В край на братене-начало на вретене различията между отделните сортове в усвояването на азот, фосфор и калий от общата биомаса са незначителни. Във вариантите без минерално торене изследваните сортове усвояват близки количества от всички макроелементи. След прилагането на торове различията между отделните генотипове в усвояването на хранителни елементи нарастват. Натрупаните количества азот, фосфор и калий се повишават паралелно с увеличаване нормата на торене. При тези условия с повишено усвояване на хранителни елементи се отличават сортовете Садово 1, Аглика, Болярка и Карат.

В изкласяване са установени по-големи различия в усвояването на макроелементи от общата биомаса в сравнение с предходната фаза. Във вариантите без минерално торене варирането в стойностите между извлечените количества хранителни вещества също не е голямо. При прилагането на минерално торене изпитваните генотипове достигат максимума си в усвояването на азот, фосфор и калий при отделни торови норми. Открояват се сортовете Садово 1, Аглика, Ивета и Болярка с най-високи количества на натрупани макроелементи.

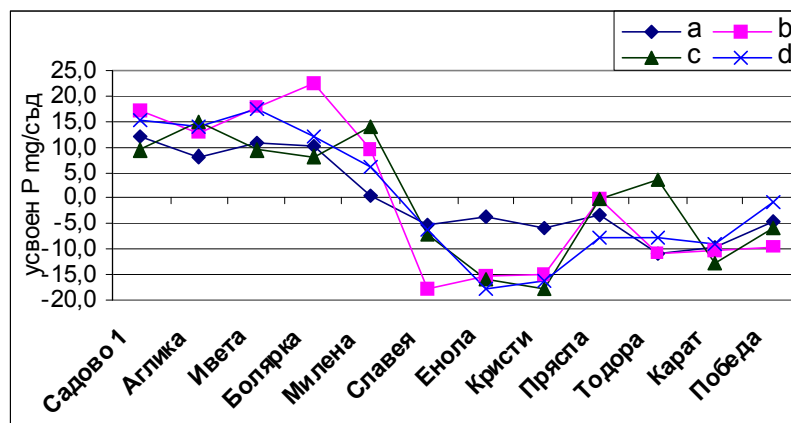
Във фаза пълна зрялост генотипната специфика в усвояването на хранителните елементи е най-силно проявена. Тази особеност е подчертано изразена в усвояването на азот от общата биомаса (фиг. 1). На фигурите са показани разликите между изследваните генотипове като отклонения спрямо изчислените средни за всеки торов вариант. Количеството на усвояения азот от листата и стъблата азот рязко спада, но в класовете и в общата биомаса се увеличава. Тенденцията за нарастване количеството на усвояения азот в класовете с разширяване съотношението между макроелементите в полза на азота при подобни експерименти е установено от Nankova (1994).

Сортовете се разграничават по натрупаните количества азот при отделните нива на торене. Във вариантите без минерално торене разликите между генотиповете не са много съществени. При прилагането на минерално торене генотипната специфика в усвояването на азота от общата биомаса се усилва. Според това изследваните генотипове могат условно да бъдат разделени на няколко групи. Сортовете Аглика, Ивета, Болярка и Славей натрупват по-високи от средните количества при балансираното минерално торене, а Милена, Енола, Пряспа и Тодора – при торенето с  $N_{400}P_{200}K_{200}$ . Нарастващото азотно торене води до увеличаване на усвоените количества азот над средните при стандартния сорт Садово 1 и Кристи, а при Карат и Победа – депресира усвояването.



Фиг. 1. Усвояване на азот от общата биомаса във фаза пълна зрялост

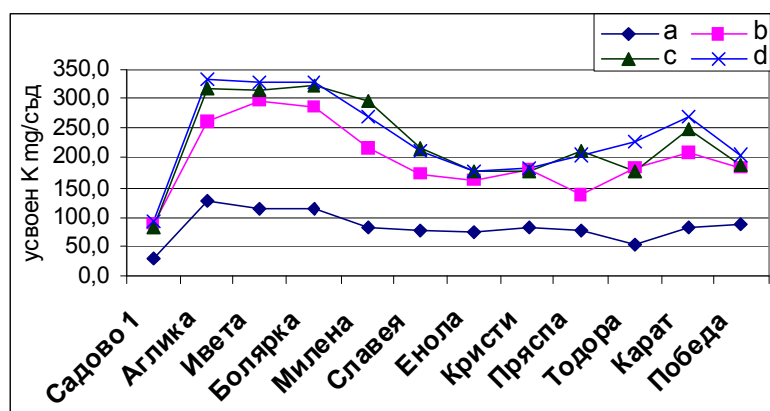
Сортовете Садово 1, Милена и Славей извличат най-големи количества азот и при трите изпитани торови норми.



Фиг. 2. Усвояване на фосфор от общата биомаса във фаза пълна зрялост

При усвояването на фосфор от общата биомаса генотипната специфика е много силно проявена още във вариантите без минерално торене (фиг. 2). По-голяма част от изпитваните генотипове усвояват максимални количества при балансираното минерално торене (Садово 1, Аглика, Ивета, Болярка и Милена). По-нататъшното

увеличение на азотната норма не води до повишаване в усвояването на фосфор. Според количеството на извличане на този макроелемент изпитваните генотипове също могат да бъдат разделени условно на две групи. Към първата група могат да бъдат отнесени Садово 1, Аглика, Ивета, Болярка и Милена, които усвояват по-високи от средните количества фосфор при всички торови норми. При торене с  $N_{400}P_{200}K_{200}$  сортовете Садово 1, Ивета и Болярка натрупват по-малко фосфор в сравнение с натрупаните количества във вариантите с нулево торене. Към втората група могат да бъдат отнесени Славей, Енола, Кристи, Пряспа, Тодора, Карат и Победа. При всички изпитани норми на торене тези генотипове натрупват по-ниски от средните количества фосфор.



Фиг. 3. Усвояване на калий от общата биомаса във фаза пълна зрялост

Сортовете Садово 1, Аглика, Ивета, Болярка и Милена извличат най-големи количества фосфор и при трите изпитани торови норми.

Във фаза узряване генотипната специфика в натрупването на калий е по-слабо изразена (фиг. 3). Във вариантите без минерално торене няма съществени разлики между сортовете в усвояването на този макроелемент. При тези условия на беден хранителен режим само стандартът Садово 1 се откроява с най-малки количества калий в надземната биомаса. При прилагането на торене, независимо от торовата норма съществени различия между генотиповете не са установени. Нарастващото азотно торене води до паралелно повишаване в стойностите на извлечените количества на този хранителен елемент. При повечето от изследваните сортове по-голямо е увеличението между балансираното минерално торене и следващото ниво на торене. При торене в съотношение  $N:P:K=2:1:1$  и  $N:P:K=3:1:1$  генотиповете усвояват близки по стойности количества калий. Тук изследваните сортове също могат да се разделят на няколко групи. Към първата група се отнасят Милена, Славей и Пряспа, които натрупват най-много калий спрямо средно установените количества при торенето с  $N_{400}P_{200}K_{200}$ . Към втората група спадат Аглика, Ивета, Болярка, Тодора и Карат, при които нарастващото азотно торене води до увеличаване на усвоените количества калий над средните и достигане на максимум при последното ниво на торене с  $N_{600}P_{200}K_{200}$ . Към третата група се отнасят Садово 1, Енола, Кристи и Победа, които независимо от приложената азотна торова норма извличат близки по стойност количества калий.

Сортовете Аглика, Ивета и Болярка извличат най-големи количества калий и при трите изпитани торови норми.

Сортовете Аглика, Ивета и Болярка се отличават с усвояване на най-големи количества от хранителните елементи със стойности над средните през тази крайна

фаза от индивидуалното развитие на пшеницата във вариантите без минерално торене, а Аглика, Ивета, Болярка, Милена и Славей – във вариантите с приложено минерално торене.

Нарастващото азотно торене оказва силно влияние върху натрупването на азот в зърното на изпитваните сортове (табл. 4). Предшестващи изследвания показват, че увеличението на азотната норма влияе върху продуктивността и усвоените количества азот в зърното (Kostov et al, 1999; Nankova et al, 1999). Сортовете Енола (62.7 mg/съд) и Пряспа (63.4 mg/съд) натрупват най-много азот в зърното в контролните варианти без торене. Торенето в съотношение N:P:K=2:1:1 води до увеличаване на съдържанието на азот в зърното спрямо балансираното съотношение. По-нататъшното разширяване на съотношението в полза на азота води до нарастване на положителния ефект, т.е. увеличава прибавката от натрупан азот в зърното спрямо предходната торова норма. Тази тенденция се отнася за всички сортове с изключение на сорт Енола, при който е установено известно намаляване в количеството на усвоения азот в зърното. При трите изпитани нива на азотно торене сортовете Славей и Милена се отличават с най-големи количества усвоен азот, а с най-ниски – сорт Победа.

Средното увеличение спрямо неторените контроли е съответно с 219,3, 307,7 и 366,6%. Торенето в съотношение N:P:K=2:1:1 води до натрупване на азот в зърното с 27,7% повече спрямо балансираното съотношение.

**Таблица 4.** Количество усвоен азот в зърното  
**Table 4.** Nitrogen uptake in grain

Сортове Varieties	Норми на торене – mg/1000 g почва Fertilization rate – mg/1000 g soil			
	NoPoKo	N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	N <sub>400</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	N <sub>600</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>
Садово 1 - St. (Sadovo 1 – St.)	52,335	186,633	205,884	239,677
Аглика (Aglika)	57,459	174,012	187,833	230,524
Ивета (Iveta)	60,092	185,061	176,085	222,804
Болярка (Bolyarka)	58,953	191,618	193,972	237,561
Милена (Milena)	58,114	183,260	220,909	281,064*
Славей (Slaveya)	60,142	207,879	269,388	286,004*
Енола (Enola)	62,727	170,145*	247,046	244,099
Кристи (Kristi)	54,472	160,524**	233,631	277,524
Пряспа (Pryaspa)	63,390	163,971**	248,570	256,479
Тодора (Todora)	30,590**	162,549**	218,621	248,553
Карат (Karat)	28,081**	145,894***	220,587	239,302
Победа (Pobeda)	51,027	103,965***	175,817	210,777
<i>Средно (Average)</i>	<i>53,115</i>	<i>169,626</i>	<i>216,528</i>	<i>247,864</i>
Gd 5%	13,746	15,353	50,595	46,302
Gd 1%	19,398	21,666	71,399	65,340
Gd 0,1%	27,711	30,951	101,995	93,340

## ИЗВОДИ

Създадените различни хранителни режими водят до проява на специфичните сортови особености по отношение способността им да усвояват хранителни вещества през целия ход на вегетацията.

Факторите “генотип” и “минерално торене” оказват по-силно влияние върху усвояването на хранителни вещества в сравнение с фазата на развитие.

В началната фаза от развитието на пшеницата (край на братене-начало на вретене) установените различия в усвояването на макроелементите са по-големи

между сортовете, отколкото между отделните нива на торене.

Генотипната специфика в усвояването на хранителните елементи е най-силно проявена при узряване. Тази особеност е добре изразена при натрупването на азот и фосфор от общата биомаса и по-слабо – при извличането на калий.

С изключение на сорт Енола всички останали сортове достигат максимума на усвоен азот в зърното при торене в съотношение N:P:K=3:1:1. Сортовете Славей и Милена се отличават с най-големи количества усвоен азот в зърното.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Димова, Д., Г. Рачовска, Н. Ганушева. 2002.** Характеристика на новоселекционирани линии пшеница. Растениевъдни науки, 5-6, 255-261.
- Иванов, П., Р. Джендова, П. Дикова. 1993.** Генотипна специфика в азотното хранене на 13 сорта зимна мека пшеница. Почвознание, агрохимия и екология, 4, 7-12.
- Климашевский, Э.Л. 1990.** Теория агрохимической эффективности растений, Агрохимия, 1, 131-145.
- Климашевский, Э.Л. 1991.** Генетический аспект минерального питания растений, Агропромиздат, Москва.
- Мисас, Й., С. Костадинова, Т. Томов. 2003.** Усвояване и разпределение на азота, фосфора и калия при пшеница сорт Прелом, Почвознание, агрохимия и екология, 1, 24-27.
- Clark, R.B. 1990.** Physiology of cereals for mineral nutrient uptake, use and efficiency, Academic Press, San Diego, California, USA, 234-245.
- Le Gouis, J., D. Beghin, E. Heumez, P. Pluchard. 2000.** Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat, European Journal of Agronomy, vol. 12, issues 3-4, 163-173.
- Nankova, M. 1994.** Seed N-content and its relation to some nitrogen metabolism elements in common wheat cultivar Prysapa, XXIV<sup>th</sup> Annual meeting of ESNA, September 12-16, Varna.
- Kostov, K., M. Nankova, E. Penchev. 1999.** Genetic variations in the dynamics of dry matter accumulation, nitrogen assimilation and translocation in new *T. aestivum* L. varieties. I. Dynamics of dry matter accumulation. Grain yield and structural elements of yield, XXIX<sup>th</sup> Annual meeting of ESNA, October.
- Nankova, M., K. Kostov, E. Penchev. 1999.** Genetic variations in the dynamics of dry matter accumulation, nitrogen assimilation and translocation in new *T. aestivum* L. varieties. II. Nitrogen assimilation and translocation in relation to grain yield and protein content, XXIX<sup>th</sup> Annual meeting of ESNA, October.
- Zadoks, J. C., T.T. Chang, C.F. Zonzak. 1974.** A decimal code for the growth stages of cereal. Weed Res. 14: 415-421.