



**БАЛАНС НА АЗОТА И ФОСФОРА МЕЖДУ ВЕГЕТАТИВНАТА МАСА И ЗЪРНОТО В СОРТОВЕ
И ЛИНИИ ЕЧЕМИК
BALANCE OF NITROGEN AND PHOSPHORUS BETWEEN THE VEGETATIVE MASS AND GRAIN IN
BARLEY VARIETIES AND LINES**

**Светла Костадинова*, Невенка Ганушева
Svetla Kostadinova, Nevenka Ganusheva**

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: kostadinovas@yahoo.com

Резюме

Проучвани са усвояването, разпределението и преизползването на азота и фосфора в девет български генотипа пивоварен ечемик: три сорта („Крами”, „Красен”, „Кристи”) и шест нови перспективни линии (70412296; 2390300; 24102400; 24201900; 689069970; 22506999). Установено е, че те натрупват основната част от общия азот в зрялост в доцъфтежния период и се характеризират с печалба на азот в периода след цъфтежа. Делът на извлечения азот до цъфтежа съставлява 59,1– 65,1% от общия азот в ечемика в зрялост и слабо зависи от генотипа. Процентът на акумулирания фосфор до цъфтежа от общия износ на фосфор в зрялост зависи от генотипа и е в границите от 53,7 до 96,6% (и до 100% при линиите с отрицателно извличане след цъфтежа - 24201900, 689069970 и 22506999. Сортовете и линиите преизползват средно 7,5 kg N/da и 4,67 kg P₂O₅/da и ефективността на транслокация на азота е 50,6% и на фосфора 52,1%. Участието на преразпределения вегетативен азот и фосфор в зърното е средно 63,2% за азота и 67,5% за фосфора. Сортовете Крами, Красен и линия 2390300 може да се препоръчат като перспективни по ефективност на преизползване на азота, а линия 22506999 е ефективна по транслокация и на двата елемента – азот и фосфор.

Abstract

The accumulation, translocation and reutilization of nitrogen and phosphorus were studied in nine Bulgarian malting barley genotypes – three varieties (*Krami*, *Krassen*, *Kristi*) and six new perspective lines (70412296; 2390300; 24102400; 24201900; 689069970; 22506999). It was found that they accumulated the basic part of the total nitrogen in maturity during the pre-anthesis period and are characterized by nitrogen gain in the period after heading/anthesis. The part of nitrogen taken up prior to anthesis was 59,1%–65,1% of the total barley nitrogen at maturity and it hardly depended on the genotype. The pre-anthesis accumulated phosphorus out of the total phosphorus uptake at maturity depended on the genotype and it was in the range 53,7%-96,6 % (and up to 100 % in the lines with a negative post-anthesis uptake - 24201900, 689069970 and 22506999. The varieties and lines reutilized 7,5 kg N/da and 4,67 kg P₂O₅/da on average, and the translocation efficiency was 50.6 % for nitrogen and 52.1% for phosphorus. The contribution of the redistributed vegetative nitrogen and phosphorus to the grain was 63,2% for nitrogen and 67,5 % for phosphorus on average. The *Krami* and *Krassen* varieties and line 2390300 could be recommended as perspective for the nitrogen reutilization efficiency and line 22506999 was effective with regard to both nitrogen and phosphorus translocation.

Ключови думи: ечемик, азот, фосфор, транслокация, баланс.

Key words: barley, nitrogen, phosphorus, translocation, balance.

ВЪВЕДЕНИЕ

Азотът и фосфорът са най-важните хранителни елементи, които определят количеството на асимилатите и разпределението им в растенията. Двата елемента засягат пряко или косвено донорно-акцепторните отношения при житните култури (Batten, 1992; Marschner, 1997).

Продуктивността на ечемика е свързана главно с усвояването на азота и фосфора, които са основна причина за донорното лимитиране при наливане на зърното (Marschner, 1997; Le Gouis et al., 2001). Във фаза пълна зрялост повече от 80% от азота и фосфора се локализируют в зърното и по-малко от 20% от калия. От 51% до 89%

от фосфора в зърното произхожда от флаговия лист. При недостиг на фосфор флаговият лист изсъхва бързо и престава да фотосинтезира, когато зърната са натрупали едва 60% от потенциалната си суха маса (Gonzalez and Trejo-Tellez, 2007). Азотът оказва влияние върху развитието и поддържането на листната площ и ефективността на фотосинтезата и разпределението на суха маса към репродуктивните органи (Abeledo et al., 2008; Prystupa et al., 2004). В допълнение на това фосфорът влияе върху броя на зърната и добива от зърно (Elliot et al., 1997) и понижава акумулирането на биомаса по различен начин от азота (Carreck and Christian, 1991; Prystupa et al., 2004).

Необходимият азот за растежа на зърното може да се набавя за сметка на мобилизация и използване на азота, усвоен предимно преди цъфтежа и присъстващ във фаза цъфтеж (доцъфтежен N) и като се използва азот, асимилиран през периода на наливане на зърното (след цъфтежен N). Прецизното количество доцъфтежен азот, което се използва за наливане на зърното, е трудно да се изчисли поради необходимостта да се знаят загубите на азот и ролята на кореновата система в баланса на азота (Risco and Mengel, 2000). При ечемика 10-100% от азота в зърното е усвоен през вегетативния растеж и преизползван по време на наливане на зърното (Carreck and Christian, 1991). Генотипна реакция в усвояването на азота и преизползването му в зърното през времето на неговото наливане е цитирана за пшеницата (Cox et al., 1985; Dhugga and Waines, 1989; Papakosta & Gagianas, 1991; Dordas, 2009) и ечемика (Bulman and Smith, 1994; Przulj and Momcilovich, 2001; Kostadinova, 2003). Почти липсват данни за преизползването на фосфора при ечемика не само у нас, но и в световната литература. Целта на настоящото проучване е да се установи ефективността на преизползване на азота и фосфора при съвременни български генотипи пивоварен ечемик.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучвани са девет български генотипа пивоварен ечемик, създадени в Катедрата по генетика и селекция при АУ - Пловдив: три сорта („Крами“, „Красен“, „Кристи“) и шест нови, перспективни линии (70412296; 2390300; 24102400; 24201900; 689069970; 22506999).

Изследването е проведено в Учебно-експерименталната база на Аграрния университет – Пловдив върху алувиална ливадна почва (Molic fluvisols) в периода 2008-2009 г.

По-важните агрохимични показатели на почвата са: $pH_{H_2O}=7,2$; минерален азот 39,2 mg Nmin/kg; подвижни фосфати 22,8 mg $P_2O_5/100$ g и усвоим калий 50 mg $K_2O/100$ g почва. Прилагана е стандартна агротехника за отглеждане на ечемика за района на Южна България. Предшественик на ечемика е царевица. Извършено е предсеитбено торене с 6 kg N/da като амониев нитрат.

Метеорологичните данни (температура на въздуха и валежи) са събрани от метеорологичната станция на експерименталното поле на АУ - Пловдив. Температурата и валежите през вегетационния период на ечемика са близки до средните стойности за дългосрочен период. Липсват екстремни температури и няма проява на резки засушавания. Така агрометеорологичните условия през периода октомври–юни може да се отнесат като благоприятни за отглеждане на ечемика. Сумата на валежите през есенно-зимните периоди надвишава средните стойности от многогодишен период на наблюдение и стойностите на сумата на валежите през периода на пролетната вегетация са близки до средните многогодишни стойности за района на опитното поле.

Определяно е съдържанието на азот и фосфор в стъбла, листа и растящи класове във фаза изкласяване/цъфтеж, в зърното и във вегетативната надземна биомаса (стъбла+листа+плява) във физиологична зрялост. Взети са метровки в трикратна повторяемост от всеки генотип. Пробите предварително са сушени при 60°C до постоянно тегло и претеглени. Концентрацията на азота и фосфора в растителните части е определено в аликвотна част след мокра минерализация по стандартни методи (Tomov et al., 2009). Количеството на елементите е определено чрез умножаване на концентрацията по сухата маса на растителните части.

Балансът на азота и фосфора в растенията е оценен въз основа на следните показатели: акумулиран N и P в надземната биомаса до изкласяване/цъфтеж и в зрялост (kg/da); акумулиран N и P след цъфтежа - като разлика между количеството N и P в надземната маса в зрялост и в цъфтеж (kg/da); транслокация на азота NT и фосфора PT, натрупани до цъфтеж към зърното (kg/da) като разлика между общото количество N и P в цъфтеж и вегетативния N и P в зрялост; ефективност на транслокация на азота NTE и фосфора PTE (%) като отношение транслокиран азот или фосфор в зърното и количество елемент в цъфтеж; дял на преразпределените N и P в зърното като отношение на транслокиран N и P към елемента в зърното; загуба (-) или пе-



чалба (+) на N и P като разлика между елемента в зрялост и в цъфтеж (kg/da). Подобен подход в проучвания на донорно-акцепторни отношения при пшеница и ечемик са използвани и от други автори (Cox et al., 1986; Parakosta and Gagianas, 1991; Przulj and Momcilovic, 2001; Abeledo et al., 2008; Dordas, 2009).

За математическа обработка на данните е приложен дисперсионен анализ (ANOVA) и тест за многофакторно сравняване на Duncan. За доказани са приети само разликите при $\alpha = 0,95$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В цъфтеж и във вегетативните части в зрялост са доказани генотипни разлики в нивата на азота и фосфора при ечемика (табл. 1). Преди цъфтежа сортовете и линиите извличат азот в границите от 12,7 kg N/da до 16,9 kg N/da и фосфор средно 8,51 kg P₂O₅/da. Най-ниски нива на азот и фосфор в цъфтеж са установени при сортовете Красен и Кристи. Линия 22506999 извлича до цъфтежа най-много азот, а линия 24201900 – най-много фосфор.

Количеството азот в надземните вегетативни части при пшеницата и ечемика намалява след цъфтеж дори при късно азотно торене и с високи норми (Spiertz and Ellen, 1978). При полски условия рядко се съобщава за загуби на азот от цъфтеж до зрялост и загубите на азот зависят предимно от количеството азот в цъфтеж, тоест когато съдържанието на азот в пшеницата в цъфтеж превишава 20,0 kg/da, азотните загуби са неизбежни независимо от добива (Parakosta & Gagianas, 1991). При пролетен ечемик, подобно на пшеницата, Przulj and Momcilovic (2001) приемат, че съдържание на азот в цъфтеж, надвишаващо 15,0 kg/da, причинява загуби на азот. Излитане и измиване на мобилни азотни съединения от повърхността на растенията, климатични фактори, като високи температури и ниска влажност на въздуха през периода на наливане на зърното и неадекватно азотно торене, са основните причини за загуби на азот (Parakosta & Gagianas, 1991). В настоящото проучване всички генотипи, без изключение се характеризират с печалба на азот в периода след цъфтежа, изчислена като

Таблица 1. Количество (kg/da) N и P в цъфтеж и в зрялост (без зърното), нетен усвоен азот след цъфтежа и отношение на извлечения азот до и след цъфтежа

Table 1. Amount of N and P (kg/da) in anthesis and maturity (without grain), net N accumulation after anthesis and ratio of N taken up before and after anthesis

Генотип Genotype	N цъфтеж N anthesis	N слама N straw	Усвоен N след цъфтежа N taken up after anthesis	N цъфтеж/N след цъфтежа N anthesis/N after anthesis
Крами/Krami	15.4 abc	6.03 e	2.65 cd	5.83
Красен/Krasen	12.6 d	5.50 f	4.50 bc	2.79
Кристи/Kristi	12.7 d	7.31 c	5.86 ab	2.17
704112296	13.5 cd	7.50 c	8.53 a	1.58
2390300	14.3 bcd	6.12 e	3.62 bcd	3.96
24102400	15.8 ab	8.71 b	1.77 d	8.95
24201900	16.1 ab	9.70 a	8.06 a	1.99
689069970	13.6 cd	7.32 c	7.62 a	1.79
22506999	16.9 a	6.50 d	1.72 d	9.83
Генотип Genotype	P цъфтеж P anthesis	P слама P straw	Усвоен P след цъфтежа P taken up after anthesis	P цъфтеж/P след цъфтежа P anthesis/P after anthesis
Крами/Krami	7.47 ef	3.37 de	1.55 b	4.84
Красен/Krasen	4.12 g	2.85 e	3.56 a	1.15
Кристи/Kristi	5.98 g	3.22 de	1.32 c	4.48
704112296	8.61 cde	4.16 bc	1.52 b	5.69
2390300	8.04 def	4.51 b	1.43 b	5.65
24102400	10.72 b	5.37 a	0.40 c	26.66
24201900	13.18 a	4.75 ab	-2.29	-
689069970	9.61 bc	3.56 cde	-0.58	-
22506999	8.90 cd	3.78 cd	-0.19	-

разлика между общия азот в цъфтеж и в зрялост. Печалбата на азота (усвоения азот след цъфтежа) е най-ниска при линии 24102400 и 22506999 (1,7 kg N/da) и най-висока при 704112296 и 24201900 (над 8 kg N/da). Повишеният износ на азот от цъфтеж до зрялост посочва продължаване (не-прекъсване) на постъпването на азот от почвата и възможна транслокация от корените.

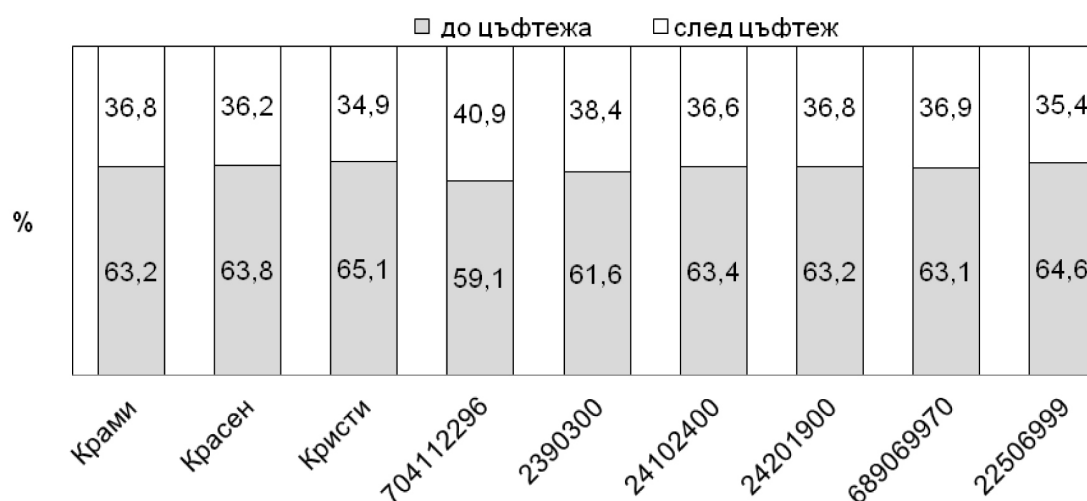
Проучваните генотипи имат по-малко азот в сламата (вегетативните части в зрялост), отколкото в цъфтеж. Следователно те натрупват основната част на общия азот в зрялост по време на доцъфтежния период. Показател за това е и отношението на извлечения азот преди цъфтеж към този след цъфтежа, което се изменя в зависимост от генотипа от 1,58 до 9,83. Стойностите на отношението акумулиран азот до цъфтеж и след цъфтеж при три от проучваните линии (704112296, 24201900, 689069970) са под две, което допуска, че са в състояние завишено да акумулират азот през периода на наливане на зърното, сравнени с останалите генотипи.

Фосфорът във вегетативните части в зрялост варира в сравнително по-тесни граници от азота и средното му съдържание е 3,95 kg P₂O₅/da (табл. 1). Акумулирането на фосфор след цъфтежа е в диапазона 0,4–3,56 kg P₂O₅/da. За разлика от азота, три от проучваните линии (24201900, 689069970 и 22506999) са с отрицателни стойности на усвояване на фосфор след цъфтежа, тоест установява се загуба на фосфор. Вероятна причина за това са намалено постъпва-

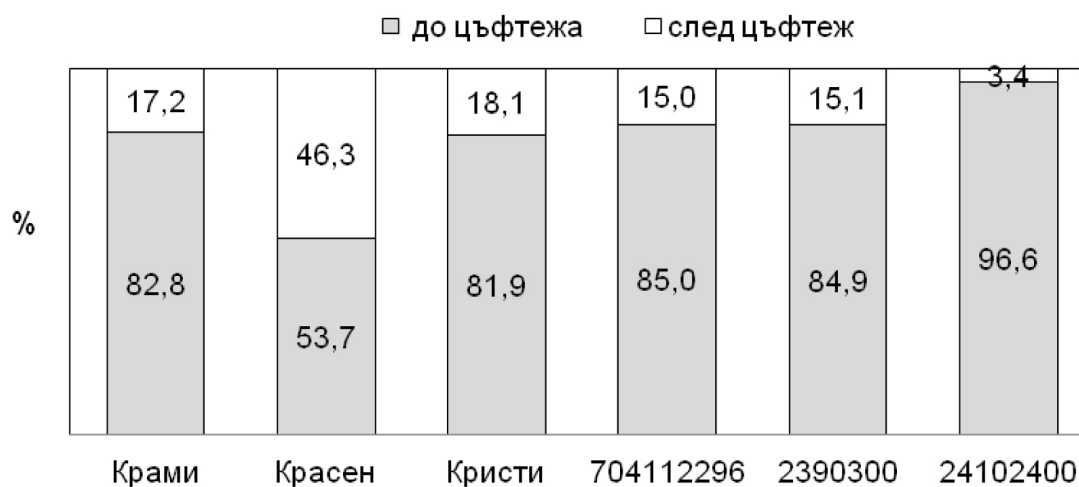
не на елемента от корените и неотчетени загуби на фосфор. Отношението на общия фосфор в цъфтеж към извлечането му след цъфтежа посочват, че при пет от проучваните генотипи (Крами, Кристи и линии 704112296, 2390300, 24102400) акумулирането на фосфор се извършва предимно до цъфтежа, а при сорта Красен е възможно по-голямо постъпване на фосфор през периода на наливане на зърното.

Двата елемента азот и фосфор имат различен модел на разпределяне на усвоените от растенията им количества (фиг. 1 и 2). Делът на извлечения азот преди цъфтежа от износа на азот в зрялост съставлява 59,1–65,1% от общия азот в ечемика в зрялост и слабо зависи от генотипа (фиг. 1). Процентът на акумулирания фосфор до цъфтежа от износа на фосфор в надземната биомаса в зрялост се променя силно в зависимост от генотипа и варира от 53,7 до 96,6 % (и до 100 % при линиите с отрицателно извличане след цъфтежа 24201900, 689069970 и 22506999) от износа на фосфор в зрялост (фиг. 2).

Средното количество азот в зърното при проучваните сортове и линии е 12,3 kg N/da (табл. 2). То е най-голямо при линии 704112296 и 24201900 и най-малко (8,84 kg N/da) при линия 24102400. Проучваните генотипи изнасят средно 0,43 части фосфор на единица азот в зърното. Най-малко фосфор в зърното натрупва сортът Кристи, а най-много – линия 24201900. При генотипи пролетен ечемик е доказано, че транслокацията на азота варира повече в зависимост от



Фиг. 1. Процент на извлечения азот до и след цъфтежа от общия износ на азот в зрялост
 Fig. 1. Percentage of N taken up before and after anthesis from total N uptake in maturity



Фиг. 2. Процент на извличения фосфор до и след цъфтежа от общия износ на фосфор в зрялост
Fig. 2. Percentage of P taken up before and after anthesis from total P uptake in maturity

Таблица 2. Азот и фосфор в зърното, транслокация на азота (NT) и фосфора (PT); ефективност на транслокацията на N (NTE) и P (PTE); участие на вегетативния N (CANG) и P (CAPG) в зърното
Table 2. Grain N and P, translocation of N (NT) and P (PT); translocation efficiency of N (NTE) and P (PTE); contribution of vegetative N (CANG) and P (CAPG) in the grain

Генотип Genotype	N зърно/N grain kg N/da	NT, kg N/da	NTE, %	CANG, %
Крами/Krami	12.1 bc	9.48 ab	61.4 a	78.2
Красен/Krasen	11.5 c	7.04 cde	56.0 a	60.9
Кристи/Kristi	11.3 c	5.43 e	42.5 bc	49.9
704112296	14.5 a	5.95 e	44.1 bc	41.4
2390300	11.8 c	8.22 bc	57.3 a	69.7
24102400	8.84 d	7.07 cde	44.7 bc	80.0
24201900	14.4 a	6.35 de	39.2 c	44.9
689069970	13.9 ab	6.31 de	46.2 b	45.8
22506999	12.1 bc	10.34 a	61.0 a	85.5
Генотип Genotype	P зърно/P grain kg P ₂ O ₅ /da	PT, kg P ₂ O ₅ /da	PTE, %	CAPG, %
Крами/Krami	5.66 ab	4.10 cd	55.0 bc	72.5
Красен/Krasen	4.82 c	1.27 e	30.6 e	26.2
Кристи/Kristi	4.08 d	3.76 d	46.2 d	67.6
704112296	5.98 a	4.45 cd	51.7 cd	74.6
2390300	4.96 bc	3.53 d	43.8 d	71.0
24102400	5.73 ab	5.35 bc	49.5 cd	93.4
24201900	6.15 a	8.43 a	63.8 a	
689069970	5.47abc	6.05 b	62.9 ab	
22506999	4.92 bc	5.11 bc	57.5 abc	

генотипа, отколкото от годината, и може да се изменя в широк диапазон от 19 до над 200 kg N/ha (Przulj and Momcilovic, 2001). Настоящото изследване посочва, че сортовете и линиите транслокират средно 7,5 kg N/da и 4,67 kg P₂O₅/da. По този показател за азота линия 22506999 и сортът Крами се отличават с най-висока транслокация (9,5-10,3 kg N/da), а сортът Кристи и линия 704112296 – с най-ниска (под 6 kg N/da). Най-малко фосфор преизползва сортът Красен, а най-много – линия 24201900 - 1,27 kg и 8,43 kg P₂O₅/da, съответно. Ефективността на транслокация на азота NTE и фосфора PTE има средни стойности 50,6 и 52,1%, съответно за азота и фосфора. По ефективност на транслокация на азота генотипите Крами, Красен, линии 2390300 и 22506999 може да се групират като високоефективни, които транслокират над 55%. Най-нискоефективна е линия 24201900, преизползваща под 40% от азота, а останалите проучвани генотипи заемат междинно положение.

Ефективността на транслокация на фосфора се изменя в зависимост от генотипа от 30,6% (Красен) до 63,8% (линия 24201900). Не се установява съответствие в стойностите на двата показателя NTE и PTE при изследваните генотипи. Например сортът Красен е високоефективен в преизползването на азота и най-малко ефективен при фосфора, а линия 24201900 има ниска ефективност на транслокация на азота и най-висока ефективност на транслокация на фосфора. От проучваните девет генотипа единствено линия 22506999 се характеризира като

ефективна по транслокация и на двата елемента азот и фосфор. Процентното участие на преразпределения вегетативен азот (CANG) и фосфор (CAPG) в зърното е сравнително високо - средно 63,2 % за азота и 67,5 % за фосфора.

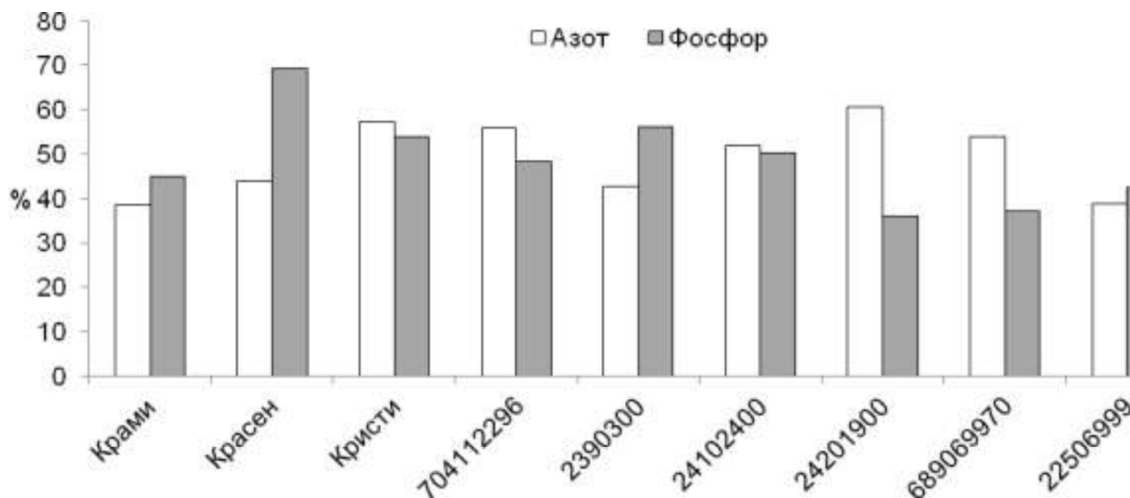
Отношението на азота в цъфтеж и азота в зърното в зрялост е средно 1,23 (изчислено от табл. 1 и 2) и е следствие на по-високи добиви на зърно и надземен биологичен добив в цъфтеж при липса на лимитиращи климатични условия за растежа на ечемика до и след цъфтежа. Резултатите кореспондират със становището на Przulj and Momcilovic (2001), че по-високо отношение на вегетативния азот в цъфтеж към зърнения азот в зрялост се наблюдава в по-благоприятни години.

Азотът и фосфорът в сламата и в плявата нямат определена роля за използването им, така сортове с по-висока ефективност на транслокация, особено на азота, са по-ценни. Нашите резултати посочват, че средно около 50% от усвоения азот и фосфор до цъфтеж остава всяка година в сламата (фиг. 2).

Количествата азот и фосфор в цъфтящия клас съставляват средно 21,4% и 20,8% от акумулираните в доцъфтежния период елементи азот и фосфор, съответно (табл. 3). Азотът в класа в цъфтеж е с най-висок процентен дял (над 24%) при линии 2390300 и 24102400. Количеството фосфор в класа в цъфтеж се изменя в границите от 1,12 до 2,20 kg P₂O₅/da. Процентът на фосфора в класа в цъфтеж от акумулирания до цъфтежа фосфор е най-високо при сортовете Крами, Красен и линия 22506999, а най-ниско – при линия 24201900.

Таблица 3. Азот и фосфор в класа в цъфтеж и процент от общия азот и фосфор в цъфтеж
Table 3. Spike nitrogen and phosphorus in anthesis and percentage from total N and P in anthesis

Генотип Genotype	N клас цъфтеж N spike anthesis kg N/da	% от N цъфтеж % from N in anthesis	P клас цъфтеж P spike anthesis kg P ₂ O ₅ /da	% от P в цъфтеж % from P in anthesis
Крами/Krami	3.09 bcd	20.0	1.92 b	25.7
Красен/Krasen	2.38 f	19.0	1.12 f	27.5
Кристи/Kristi	2.63 ef	20.7	1.30 ef	18.6
704112296	2.98 cde	22.1	1.84 bc	21.4
2390300	3.49 ab	24.3	1.45 de	18.1
24102400	3.86 a	24.4	2.04 ab	19.1
24201900	3.47 ab	21.6	1.96 b	14.9
689069970	2.82 de	20.7	1.66 cd	17.3
22506999	3.32 bc	19.7	2.20 a	24.8



Фиг. 3. Азот и фосфор, оставащи в сламата, в зрялост (% от общия износ в цъфтеж)
Fig. 3. Nitrogen and phosphorus remaining in the straw at maturity (% of total uptake in anthesis)

ИЗВОДИ

1. Всички проучвани генотипи натрупват основната част от общия азот в зрялост в доцъфтежния период и се характеризират с печалба на азот в периода след цъфтежа. Делът на извлечения азот до цъфтежа съставлява 59,1–65,1% от общия азот в ечемика в зрялост и слабо зависи от генотипа. Процентът на акумулацията на фосфор до цъфтежа от общия износ на фосфор в зрялост зависи от генотипа и е в границите от 53,7 до 96,6% (и до 100% при линиите с отрицателно извличане след цъфтежа - 24201900, 689069970 и 225069999).

2. Сортовете и линиите преизползват средно 7,5 kg N/da и 4,67 kg P₂O₅/da и ефективността на транслокация на азота е 50,6% и на фосфора 52,1%.

3. Сортовете Крами, Красен и линия 2390300 са перспективни по ефективност на преизползване на азота, а линия 225069999 е ефективна по транслокация и на двата елемента азот и фосфор.

4. Ечемичените генотипи изнасят средно 0,43 части фосфор на единица азот в зърното. Процентното участие на преразпределения вегетативен азот и фосфор в зърното е сравнително високо - средно 63,2% за азота и 67,5% за фосфора.

LITERATURE

Abeledo, L. G., Calderini, D.F., Slafer, G. A., 2008. Nitrogen economy in old and modern malting barleys, *Field Crops Research* 106, 171–178.

Batten, G.D., 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat, *Plant Soil* 146, 163–168.

Bulman, P. and Smith, D.L., 1994. Post-heading uptake, retranslocation, and partitioning in spring barley, *Crop Science* 34: 977–984.

Carreck, N. and Christian, D.G., 1991. Studies on the patterns of nitrogen uptake and translocation to grain of winter barley intended for malting, *Annals Applied Biology* 119, 549–559.

Cox, M.C., Qualset, C.O., Rains, D.W., 1986. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat, III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein, *Crop Science* 26, 737–740.

Dhugga, K.S. and Waines, J.G., 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. *Crop Science* 29, 1232–1239.

Dordas, C., 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source–sink relations, *European Journal of Agronomy* 30, 129–139.

Elliot, D.E., Reuter, D.J., Reddy, G.D., Abbot, R.J., 1997. Phosphorus nutrition of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). 1. Effects of phosphorus supply on plant symptoms, yield, components of yield, and plant phosphorus uptake, *Australian Journal of Agricultural Research* 48, 855–867.

Gonzalez, G., L. Trejo-Tellez, 2007. Nutricion de cultivos, Mundi Prensa, Mexico, 2007, 237–285

Kostadinova, S., 2003. Dry Mass and Nitrogen Translocation in Spring Barley, *Bulgarian Journal of Agricultural Science* Vol. 9 (3), 363–368.

- Le Gouis, J., Delebarre, O., Beghin, D., Heumez, E., Pluchard, P.*, 2001. Nitrogen uptake and utilisation efficiency of two-row and six-row winter barley cultivars grown at two N levels, *European Journal of Agronomy* 10, 73–79.
- Marschner, H.*, 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 379–395.
- Papakosta, D.K. and Gagianas, A.A.*, 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling, *Agronomic Journal* 83, 864-870.
- Prystupa, P., Slafer GA, Savin R.*, 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at eading in response to NxP fertilization in barley, *Field Crops Research* 90, 245–254.
- Przulj, N. and Momcilovic, V.*, 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation, *European Journal of Agronomy* 15, 255–256.
- Roco, E. and Mengel, K.*, 2000. Nitrogen losses from entire plants of spring wheat (*Triticum aestivum*) from tillering to maturation, *European Journal of Agronomy* 13: 101-110.
- Spiertz, J.H. and De Vos, N.M.*, 1983. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals, *Plant Soil* 75, 379–391.
- Tomov, T., Rachovski, G., Kostadinova, S., Manolov, I.*, 2009. *Manual of agricultural chemistry*, Academic Publishing House of Agricultural University – Plovdiv, 1-155.

*Статията е приета на 15.07.2013 г.
Рецензент - доц. д-р Иван Манолов
E-mail: manolov_ig@yahoo.com*