



**АКУМУЛИРАНЕ И РЕУТИЛИЗАЦИЯ НА СУХА БИОМАСА ПРИ ЕЧЕМИК  
В ЗАВИСИМОСТ ОТ ТОРЕНЕТО  
ACCUMULATION AND REUTILIZATION OF BARLEY DRY MASS  
DEPENDENING ON FERTILIZATION**

**Светла Костадинова  
Svetla Kostadinova**

Аграрен университет – Пловдив  
Agricultural University – Plovdiv

**E-mail: kostadinovas@yahoo.com**

**Резюме**

Проучвани са акумулирането и реутилизацията на суха биомаса при пивоварен ечемик сорт Крами в зависимост от четири нива на торене: 1). Неторена контрола ( $N_0P_0K_0$ ); 2). Азотно торене с 10 kg N/da при изключено фосфорно и калиево торене ( $N_{10}P_0K_0$ ); 3). Фосфорно торене с 8 kg  $P_2O_5$ /da при изключено азотно и калиево торене ( $N_0P_8K_0$ ); 4). Азотно-фосфорно торене с 10 kg N и 8 kg  $P_2O_5$ /da ( $N_{10}P_8K_0$ ). Установено е, че азотно-фосфорното торене  $N_{10}P_8$  не изменя отношението на натрупаната маса до изкласяване/цъфтеж към масата, синтезирана след цъфтежа при ечемика спрямо неторените растения. Самостоятелното азотно  $N_{10}$  или фосфорно  $P_8$  торене са с различен ефект върху разпределянето на биомасата - азотното торене води до акумулиране на повече биомаса в доцъфтежния период, а фосфорното торенето повишава акумулирането на биомаса след цъфтежа. Преизползването на суха маса е средно с 57% по-високо при торените растения, което е индикатор, че торенето води до реутилизацията на по-голямо количество суха маса от растенията. Масата на класа в цъфтеж съставлява 24,4-27,3% от надземната биомаса на ечемика в цъфтеж и слабо зависи от торенето. Азотното торене (самостоятелно  $N_{10}$  или комбинирано с  $P_8$ ) повишава средно с 80% количеството на транслоцираната доцъфтежна биомаса, докато самостоятелното фосфорно торене не изменя съществено реутилизацията суха маса спрямо неторените растения. Самостоятелното фосфорно торене изменя модела на разпределение и преизползване на сухата маса при ечемика, като се реутилизира по-малко количество суха маса с най-ниска ефективност на реутилизация и участие на доцъфтежните асимилати в зърното.

**Abstract**

The dry mass accumulation and reutilization of the *Krami* barley cultivar depending on the fertilizing levels were studied: 1). Unfertilized control ( $N_0P_0K_0$ ); 2). Nitrogen fertilization – 100 kg/ha and omission of phosphorus and potassium fertilization ( $N_{100}P_0K_0$ ); 3). Phosphorus fertilization – 80 kg  $P_2O_5$ /ha and omission of nitrogen and potassium fertilization ( $N_0P_{80}K_0$ ); 4). Combined nitrogen-phosphorus fertilization – 100 kg N with 80 kg  $P_2O_5$ /ha ( $N_{100}P_{80}K_0$ ). It was established that nitrogen-phosphorus fertilization  $N_{100}P_{80}$  did not change the ratio of the pre-anthesis dry mass accumulation of barley to the synthesized dry mass after anthesis, compared to the unfertilized plants. Nitrogen or phosphorus fertilization alone affected in a different mode the dry mass translocation – nitrogen fertilizing demonstrated more dry mass accumulation in the pre-anthesis period, and phosphorus fertilization increased the dry mass accumulation after anthesis. The dry mass reutilization of the fertilized plants was higher by 57% in average, which was an indicator that fertilization led to a higher dry mass reutilization of barley plants. The spike dry mass during anthesis constituted 24.4 – 27.3% of the barley aboveground biomass in anthesis and depended little on fertilizing. Nitrogen fertilization ( $N_{100}$  alone or combined with  $P_{80}$ ) increased by 80% in average the amount of reutilized pre-anthesis biomass while the phosphorus fertilization alone did not alter significantly the reutilized dry mass compared with the unfertilized plants. The independent phosphorus fertilization altered the pattern of barley dry mass distribution and reutilization by translocation of less dry mass, lower translocation efficiency and lower contribution of pre-anthesis vegetative assimilates to the grain.

**Ключови думи:** ечемик, торене, суха маса, реутилизация.

**Key words:** barley, fertilization, dry mass, reutilization.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Азотът и фосфорът са най-важните хранителни елементи, които определят количеството на асимилатите, разпределението им и засягат пряко или косвено акумулирането и тяхната реутилизация (Arduini et al., 2006; Le Gouis et al., 2001). Продуктивността при ечемика е свързана главно с усвояването на азота и фосфора, които са основна причина за донорното лимитиране при наливане на зърното (Marschner, 1997). 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 (Arduini et al., 2006) и разпределението на суха маса към репродуктивните органи (Vouillot and Devienne-Barret, 1999; Prystupa et al., 2004). В допълнение на това фосфорът влияе върху броя на зърната и добива от зърно (Elliott et al., 1997) и понижава акумулирането на биомаса по различен начин от азота (Batten, 1992; Prystupa et al., 2004).

Периодът на наливане на зърното включва натрупване на въглехидрати от два източника: текущи асимилати, преместени директно в зърното, и асимилати, преразпределени от резервни депа, съхранени във вегетативните части на житните растения. Преизползването (ремобилизация или реутилизацията) на асимилати произлиза от стареенето на растенията, активен и последователен процес, който включва преместване (транслокация) на съхранените резерви от стъблата, листата и корените към зърното (Gan and Amasino, 1997; Zhang et al., 1998).

Високото ниво на азотно хранене при житните култури отлага стареенето, в резултат на което остават повече неструктурни въглехидрати в сламата и това води до понижаване на добива от зърно (Yang and Zhang, 2006). Противоположно на това, водният дефицит по време на наливане на зърното може да причини ранно стареене, което да скъси периода на наливане на зърното, но да повиши ремобилизацията на асимилати от сламата към зърното (Austin et al., 1980). Асимилацията след цъфтежа намалява с 57% при условия на засушаване, докато ремобилизацията на резервите нараства с 36%. Скоростта на развитие на засушаването също може да влияе на

мобилизацията: общото съдържание на въглерод в зърното се понижава с 24% при бързо настъпване на засушаването, спрямо бавното такова и участието на резервите, акумулирани преди цъфтежа; в добива от пшенично зърно може да е голямо (до 74%) при силно засушаване в периода след цъфтежа (Palta et al., 1994).

Влиянието на недостига на азот и фосфор върху разпределението на биомаса, азот и фосфор при ечемика не е проучвано достатъчно, още повече че често при полски условия ниските нива на подвижни форми на двата елемента са комбинирани (Abbate et al., 1995; Demotes-Mainard and Jeuffroy, 2001). Фосфорът е вторият ограничаващ растежа и продуктивността на ечемика макроелемент след азота. При недостиг на фосфор се редуцират броят на зърната и добивът (Norpo et al., 1999). Слабо е проучвана връзката намален зърнен добив-биомаса на класа около цъфтежа при недостиг на фосфор и ефекта на фосфора върху други параметри в отношенията донор-акцептор при ечемика. Известно е, че недостигът на азот (Le Gouis et al., 2001) и фосфор (Rodriguez and Goudriaan, 1995) намаляват акумулирането на биомаса, но го правят по различно време. Недостигът на фосфор обикновено редуцира натрупването на биомаса през ранния период на растежа, така се наблюдава тенденция различията между стресираните и нестресираните растения да се поддържат в абсолютни и да намаляват в относителни стойности (Rodriguez and Goudriaan, 1995; Grant et al., 2001). Недостигът на азот също редуцира акумулирането на биомаса рано през растежния период, но разликите между стресираните и нестресираните растения показват тенденция за повишаване в абсолютни стойности по време на жизнения цикъл (Delogu et al., 1998 - за пшеница; Le Gouis et al., 2001 - за ечемик). Растежът на класа при ечемика започва 20-30 дни преди цъфтежа и различия във времето на ефекта на азота и фосфора могат да засегнат по различен начин растежа на класа и така посредством различни процеси и добива на ниво посев. Почти липсва информация за взаимодействието NxP в донорно-акцепторните отношения при ечемика. Целта на настоящото проучване е да се установи акумулирането и динамиката на суха маса при пивоварен ечемик от сорта Крами в зависимост от азотно-фосфорното торене.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучван е пивоварен ечемик, сорт Крами, създаден в Катедрата по генетика и селекция при АУ - Пловдив. През вегетацията на 2009-2010 г. в



рамките на трайния торен опит на Катедрата по агрохимия и почвознание е изведен торен опит с четири нива на торене: 1). Неторена контрола ( $N_0P_0K_0$ ); 2). Азотно торене с 10 kg N/da при изключено фосфорно и калиево торене ( $N_{10}P_0K_0$ ); 3). Фосфорно торене с 8 kg  $P_2O_5$ /da при изключено азотно и калиево торене ( $N_0P_8K_0$ ); 4). Азотно-фосфорно торене с 10 kg N и 8 kg  $P_2O_5$ /da ( $N_{10}P_8K_0$ ). Почвата е алувиално-ливадна (Molic fluvisols), с рН вода = 7,2. Средното съдържание на подвижни хранителни вещества в почвата преди залагане на опита е 33,2 mg N<sub>min</sub>/kg, 10,3 mg  $P_2O_5$ /100 g и 37,2 mg  $K_2O$ /100 g почва. Опитът е изведен в четири повторения и предшественик на ечемика е фуражен грах. Цялото количество азот под формата на амониев нитрат е внесено еднократно като подхранване в началото на февруари, а фосфорът – под формата на троен суперфосфат - преди сеитбата на ечемика. 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. Агрометеорологичните условия през периода октомври–юни на 2009-2010 г. 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. Не са наблюдавани екстремни температури и проява на резки засушавания, така хидротермалните условия през вегетацията може да се отнесат като благоприятни за отглеждане на ечемика.

Във фаза изкласяване/цъфтеж е анализирана надземната биомаса на растенията (стъбла+листа+растящи класове), а във физиологична зрялост - зърното и вегетативната надземна биомаса (стъбла+листа+плява). От всяко повторение на проучваните нива на торене са взети метровки, които предварително са сушени при 60°C до постоянно тегло и претеглени.

Акумулирането и преизползването на суха маса при ечемика е проучвано въз основа на следните показатели: формиране на надземна биомаса във фази изкласяване/цъфтеж и физиологична зрялост (kg/da); транслокация на биомасата (DMT), изчислена като разлика между биомасата в цъфтеж и в зрялост без зърното (kg/da); ефективност на транслокация на биомасата (DMTE),

изчислена като отношение на транслокацията на биомасата (DMT) към биомасата в цъфтеж (%); участие на биомасата в цъфтеж в зърното (CAVG), като отношение на транслокацията на биомасата (DMT) към добива от зърно (%); жътвен индекс на добива - отношение на добива от зърно към надземния биологичен добив (%). Подобен подход при оценка на акумулирането и динамиката на суха маса при ечемика използват и други автори (Przulj and Momcilovic, 2001; Abeledo et al., 2008).

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

Акумулирането на суха маса зависи главно от културата и от преобладаващите условия на отглеждане (Papakosta and Gagianas, 1991). Азотът е най-важният хранителен елемент за растежа и развитието на ечемика относно натрупването и разпределението на сухата маса (Le Gouis et al., 2001; Dordas et al., 2009). Понижаване на сухата маса е установено между цъфтеж и зрялост при зимна пшеница (Papakosta and Gagianas, 1991), в други случаи варира значително с климатичните фактори.

Получените от нас резултати показват съществена роля на торенето върху акумулирането на суха маса и нейното разпределение в растенията на ечемика (табл. 1 и 2). Акумулирането на суха биомаса и разпределението ѝ между растителните части е различно при изпитваните варианти на торене (табл. 1). Значително повече надземна маса се натрупва при торените варианти спрямо неторената контрола. Общата надземна биомаса се повишава след фаза изкласяване/цъфтеж при всички торени варианти и при неторените растения. Макар и с различна биология на цъфтеж ечемикът реагира по подобен на пшеницата начин в разпределението на надземната биомаса в изкласяване/цъфтеж (Prystupa et al., 2004). Положителен ефект на торенето е установен при други култури като царевича, слънчоглед, зимна пшеница и соя (Papakosta and Gagianas, 1991; Dordas et al., 2009). Торенето и подобреното минерално хранене влияят върху продуктивността на фотосинтезата и разпределението на асимилатите към репродуктивните органи (Muchow, 1988; Elliot et al., 1997). Нашите резултати посочват, че образуването на суха маса е пряко свързано с осигуреността на растенията с азот и фосфор и при ниско снабдяване с тези два

**Таблица 1.** Суха маса (DM) в цъфтеж и зрялост (без зърното), нетна маса след цъфтежа и отношение на акумулираната маса до и след цъфтежа в зависимост от торенето  
**Table 1.** Dry mass at flowering and maturity (without grain), net mass after flowering, and ratio of pre- to post anthesis accumulated mass in dependence of fertilization

Торене Fertilization	DM цъфтеж DM anthesis (kg/da)	DM слама+плява DM straw+chaff (kg/da)	Нетна DM след цъфтежа Net DM after anthesis (kg/da)	DM цъфтеж/DM след цъфтежа/DM after anthesis
1. $N_0P_0K_0$	525 d	354 d	112 c	4,7 ab
2. $N_{10}P_0K_0$	983 b	669 b	177 b	5,5 a
3. $N_0P_8K_0$	746 c	557 c	251 a	3,0 b
4. $N_{10}P_8K_0$	1108 a	805 a	234 a	4,7 ab
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	64,1	63,5	57,0	1,5

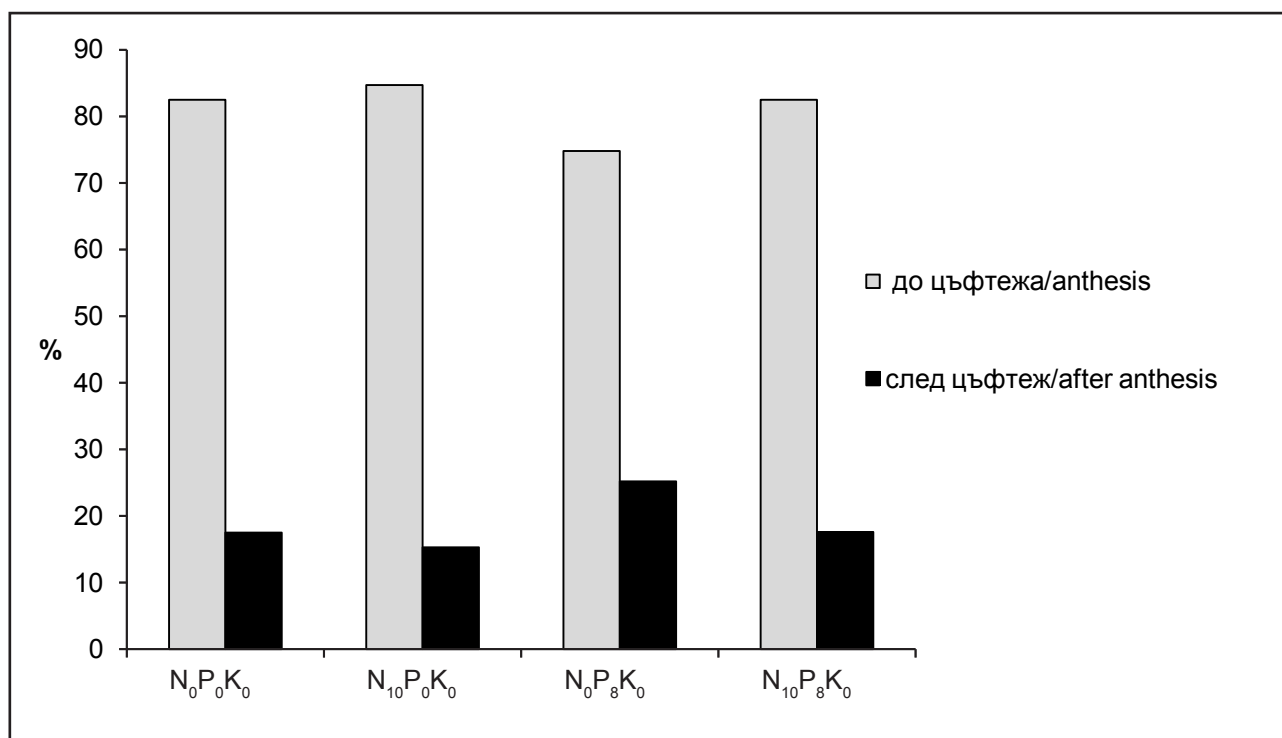
елемента натрупаната биомаса е по-малко, особено сухата маса на листата. Самостоятелното торене с азот и фосфор също повишава надземната биомаса в изкласяване/цъфтеж и масата на вегетативните части в зрялост средно с 88% и 44% съответно. Най-голямо повишаване на биомаса е установено при варианта с NP торене – близо два пъти над неторения вариант. Нетната маса след цъфтежа се повишава при всички проучвани варианти и количеството ѝ е най-малко при неторените растения. Приложеното умерено азотно-фосфорно торене  $N_{10}P_8$  при сорта Крами не изменя отношението на масата в цъфтеж към масата, синтезирана след цъфтежа, спрямо неторения вариант. Доказана разлика е установена в относителното количество на акумулиране на суха биомаса преди и след цъфтежа между вариантите със самостоятелно азотно и фосфорно торене, което посочва различен ефект на двата елемента върху разпределянето на биомасата при ечемика. Резултатът от азотната норма 10 kg N/da е относителното акумулиране на повече биомаса преди цъфтежа, а торенето с  $P_8$  повишава относителното акумулиране на надземна биомаса след цъфтежа, която при този вариант на торене е 25,2% (фиг. 1).

У нас и в повечето райони на отглеждане на ечемика периодът изкласяване/цъфтеж обикновено съвпада с високи стойности на евапотрапиранията и периоди на воден дефицит. Повишава се разпространението на болести, водещи до намалени фотосинтеза и усвояване на азот от културите. Поради това важно е да се акумулира суха маса и азот във вегетативните тъкани преди изкласяване/цъфтеж и да се транс-

локират до зърното, за да се получи по-висок добив от зърно, особено при стресови условия на растеж (Wardlaw, 1990; Blumet, 1998). Много фактори могат да повлияят върху разпределянето на сухата маса като минерално хранене, буферен капацитет на запасните органи и капацитет на акцептора. Резервите в стъблата или в други вегетативни тъкани може да се използват за наливане на зърното при всеки стрес, отслабващ фотосинтетичния донор по време на наливане на зърното. Транслокацията на доцъфтежните резерви варира при различните култури, генотипи и условия на отглеждане, като голямо придвижване на асимилати може да се случи при условия на ниско почвено плодородие (Dennis and Blakeley, 2002).

Торенето с азот и фосфор повишава добива от зърно спрямо неторената контрола (табл. 2). Акумулираната суха маса във вегетативните тъкани се увеличава между цъфтеж и зрялост при всички варианти. При проучване с твърда пшеница е установено, че азотното и фосфорното торене повишават средно с 22% транслокацията на суха маса спрямо неторената контрола (Dordas, 2009). Нашите резултати посочват, че транслоцирането на суха маса е средно с 57% по-високо при торените варианти, което е индикатор, че торенето води до реутилизирането на по-голямо количество суха маса от растенията.

Ефектът от азотното и фосфорното торене върху количеството транслоцирана суха маса при ечемика не е еднопосочно. Азотното торене (самостоятелно  $N_{10}$  или комбинирано с  $P_8$ ) повишава средно с 80% количеството на транслоцираната доцъфтежна биомаса, докато самостоя-



**Фиг. 1.** Процент на акумулираната маса до и след цъфтежа от общата надземна маса в зрялост при ечемик в зависимост от торенето

**Fig. 1.** Percent of accumulated pre- and post-anthesis dry mass from total aboveground mass in maturity at barley in dependence of fertilization

**Таблица 2.** Добив от зърно, транслокация на биомаса (DMT), ефективност на транслокацията на биомасата (DMTE) и участие на доцъфтежните асимилати в зърното на ечемика в зависимост от торенето

**Table 2.** Grain yield, dry mass translocation, (DMT), dry mass translocation efficiency (DMTE) and contribution of pre-anthesis assimilates to grain of barley in dependence of fertilization

Торене Fertilization	Добив от зърно Grain yield (kg/da)	DMT (kg/da)	DMTE (%)	CAVG (%)
1. N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	283 c	171 b	32,7 a	60,6 a
2. N <sub>10</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	491 ab	314 a	31,9 a	63,9 a
3. N <sub>0</sub> P <sub>8</sub> K <sub>0</sub>	440 b	189 b	25,4 b	43,0 c
4. N <sub>10</sub> P <sub>8</sub> K <sub>0</sub>	538 a	303 a	27,4 b	56,4 b
LSD <sub>0,05</sub>	55,1	121,0	4,5	4,1

телното фосфорно торене не изменя съществено количеството реутилизирана суха маса, сравнени с неторената контрола. Ефективността на транслокация на сухата биомаса варира от 25,4 до 32,7%. Участието на доцъфтежните асимилати в наливането на зърното при торените с  $N_{10}$  растения е близко до това при контролата. Настоящото проучване установява, че самостоятелното фосфорно торене при ечемика изменя модела на разпределение и преизползване на сухата маса, сравнен с този при неторените растения, и при варианта с комбинирано азотно-фосфорно торене. Резултат на изменения модел е най-малкото количество реутилизирана суха маса от торените варианти и най-ниски стойности на ефективност на транслокация на биомасата и на участието на доцъфтежните асимилати в зърното.

Според Prystupa et al. (2004) масата на класа в цъфтеж дава по-добра оценка за влиянието на азотното торене върху броя на зърната в класа и добива спрямо количеството азот в класа в изкласяване/цъфтеж и това важи при ранно подхранване с азот. Има различни становища за влиянието на недостига на азот върху разпределението на надземната биомаса при пшеницата и ечемика. При подложени на азотен стрес растения е установено, че делът на биомасата на класа в надземната биомаса в цъфтеж намалява (Abbate et al., 1995), остава непроменен (1995; Przulj and Momcilovic, 2001) или е висок (Demotes-Mainard and Jeuffroy, 2001; Przulj & Momcilovic, 2001) спрямо добре осигурени с азот растения. Разпределената в класа биомаса намалява при умерен азотен недостиг и се повишава при силен азотен стрес.

Сухата маса на листа+стъбла в цъфтеж е по-висока от сухата маса на растящия клас независимо от торенето (табл. 3). Теглото на класа в цъфтеж, подобно на общата надземна биомаса, се изменя съществено в зависимост от торенето. То е най-ниско при неторените растения и е над два пъти по-високо при вариантите с азотно торене. Въпреки доказаните разлики в теглото на класовете в зависимост от торенето разпределението на биомасата в цъфтеж слабо се изменя от торенето и масата на класа участва с 24,4 до 27,3% от надземната биомаса на ечемика в цъфтеж. Следователно ниското ниво на азотно и/или фосфорно хранене слабо влияе върху разпределението на акумулираната биомаса в класа, сравнени с варианта с азотно-фосфорно торене. Жътвеният индекс показва как се разпределя биомасата към зърното в зрялост. В настоящото проучване жътвеният индекс на добива е в границите 0,401–0,445. Той доказано е по-нисък при варианта с азотно-фосфорно торене, където нарастването на сламата е относително по-високо от това на добива от зърно под влияние на торенето. Жътвеният индекс не се изменя съществено от прилагане на самостоятелно торене с  $N_{10}$  или  $P_8$  спрямо контролата поради подобна пропорционална промяна на общата биомаса и добива от зърно. Подобни резултати са докладвани за други култури, като пшеница, царевица, слънчоглед (Ortiz-Monasterio et al., 2001; Dordas et al., 2009), където внасянето на азот не променя жътвения индекс. Други проучвания обаче посочват съществено влияние на азотното торене върху жътвения индекс (Le Gouis et al., 2001; Fageria and Baligar, 2005).

**Таблица 3.** Суха маса на класа в цъфтеж, дял от надземната биомаса в цъфтеж и жътвен индекс на добива

**Table 3.** Spike dry mass in anthesis, part of aboveground biomass in anthesis and yield harvest index

Торене Fertilization	Маса на класа в цъфтеж Mass of spike anthesis (kg/da)	% от масата в цъфтеж % of mass in anthesis	HI
1. $N_0P_0K_0$	130,7 c	24,9	0,445 a
2. $N_{10}P_0K_0$	268,4 a	27,3	0,423 a
3. $N_0P_8K_0$	182,0 b	24,4	0,442 a
4. $N_{10}P_8K_0$	288,1 a	26,0	0,401 b
<i>LSD</i> <sub>0,05</sub>	51,0		0,022



### ИЗВОДИ

1. Азотно-фосфорното торене  $N_{10}P_8$  не изменя отношението на натрупаната маса до изкласяване/цъфтеж към масата, синтезирана след цъфтежа, при ечемика спрямо неторените растения.

2. Самостоятелното азотно  $N_{10}$  или фосфорно  $P_8$  торене са с различен ефект върху разпределянето на биомасата - азотното торене води до акумулиране на повече биомаса в доцъфтежния период, а фосфорното торенето повишава акумулирането на биомаса след цъфтежа.

3. Преизползването на суха маса е средно с 57% по-високо при торените варианти, което е индикатор, че торенето води до реутилизирането на по-голямо количество суха маса от растенията.

4. Масата на класа в цъфтеж съставлява 24,4-27,3% от надземната биомаса на ечемика в цъфтеж и слабо зависи от торенето.

5. Азотното торене (самостоятелно  $N_{10}$  или комбинирано с  $P_8$ ) повишава средно с 80% количеството на транслоцираната доцъфтежна биомаса, докато самостоятелното фосфорно торене не изменя съществено реутилизираната суха маса спрямо неторените растения.

6. Самостоятелното фосфорно торене изменя модела на разпределение и преизползване на сухата маса при ечемика, като се реутилизира по-малко количество суха маса с най-ниска ефективност на реутилизация и участие на доцъфтежните асимилати в зърното.

### REFERENCES

Abbate, P. E., F. H. Andrade, J. P. Culot, 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *J. Agric. Sci.* 124, 351-360.

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

Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli, M. Mariotti, 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate, *European Journal of Agronomy* 25, 309-318.

Austin, R. B., C. L. Morgan, M. A. Ford, R. D. Blackwell, 1980. Contribution to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. Bot.* 45, 309-319.

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

Blum, A., 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization, *Euphytica* 100: 77-83.

Dennis, D., S. Blakeley, 2002. Carbohydrate Metabolism, In: "Biochemistry and Molecular Biology of Plants", B. Buchanan, W. Gruissem, R. Jones (Eds.), American Society of Plant Physiologists, Maryland, USA, 630-672.

Delogu, G., L. Cattivelli, N. Pecchioni, 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat, *European Journal of Agronomy* 9, 11-20.

Demotes-Mainard, S. and M. H. Jeuffroy, 2001. Partitioning of dry matter and nitrogen to spike throughout the spike growth period in wheat crops subjected to nitrogen deficiency, *Field Crop Research* 70, 153-165.

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., D. J. Reuter, G. D. Reddy, R. J. Abbot, 1997. Phosphorus nutrition of springwheat (*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.

Fageria, N. K., V.C. Baligar, 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants, *Adv. Agron.* 88, 97-185.

Gan, S. and R. M. Amasino, 1997. Making sense of senescence., *Plant Physiology* 113, 313-319.

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

Grant, C. A., D. N. Flaten, D. J. Tomasiewicz, and S. C. Sheppard, 2001. The importance of early season phosphorus nutrition, *Can. J. Plant Sci.* 81, 211-224.

Hoppo, S. D., D. E. Elliot, and D. J. Reuter, 1999. Plant tests for diagnosing phosphorus deficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Aust. J. Exp. Agric.* 39, 857-872.

Le Gouis, J., O. Delebarre, D. Beghin, E. Heumez, P. Pluchard, 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. Mu-chow, 1988.

Ortiz-Monasterio, J. I., G. G. B. Manske, M. van Ginkel, 2001. Nitrogen and phosphorus use efficiency. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., McNab, A. (Eds.), *Application of Physiology in Breeding*. CIMMYT, Mexico, 200-207.

- Palta, J. A., T. Kobata, N. C. Turner*, 1994. Carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits, *Crop Sci.* 34, 118–124.
- Papakosta, D. K. and A. A. Gagianas*, 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling, *Agronomic Journal* 83, 864–870.
- Prystupa, P., R. Savin, G. Slafer*, 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley, *Field Crops Research*, Vol. 90, 2-3, 245–254.
- Przulj, N. and V. Momcilovic*, 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. I. Dry matter translocation, *European Journal of Agronomy* 15, 241–254.
- Rodriguez, D. and J. Goudriaan*, 1995. Effects of phosphorus and drought stress on dry matter and phosphorus allocation in wheat, *J. Plant Nutr.* 18, 2501–2517.
- Vouillot, M. O., F. Devienne-Barret*, 1999. Accumulation and remobilization of nitrogen in a vegetative winter wheat crop during or following nitrogen deficiency. *Ann. Bot.* 83: 569–575.
- Wardlaw, I. F.*, 1990. The control of carbon partitioning in plants, *New Phytologist* 116, 341–381.
- Yang, J., J. Zhang*, 2006. Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol.* 169, 223–236.
- Zhang, J., X. Sui, B. Li, B. Su, J. Li, D. Zhou*, 1998. An improved water-use efficiency for winter wheat grown under reduced irrigation, *Field Crops Research* 59, 91–98.

Статията е приета на 17.02.2014 г.  
Рецензент – доц. д-р Иван Манолов  
E-mail: manolov\_ig@yahoo.com