

**ПРОУЧВАНЕ РЕАКЦИЯТА НА TRITICALE (TRITICOSECALE WITTMACK)
КЪМ ПОВИШЕНИ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ТЕЖКИ МЕТАЛИ**

Ирина Василева¹, Станка Каменова-Юхименко²

Правда Балеvsка¹, Венета Георгиева²

¹ Институт по генетика "Акад. Д. Костов", БАН, София

² Институт по физиология на растенията "М. Попов", БАН, София

Резюме

Василева Ирина, Станка Каменова-Юхименко, Правда Балеvsка, Венета Георгиева, 2005. Проучване реакцията на Triticale (Triticosecale wittmack) към повишени концентрации на тежки метали

Млади растения (20-дневна възраст) от тритикале, пшеница и ръж, отгледани в условия на различни токсични концентрации мед (5, 10, 15 mg/l) и кадмий (3, 5 mg/l), самостоятелно и в комбинация (3mg/l Cd + 5mg/l Cu) в хранителна среда на Хелригел се характеризират с намалена физиологична активност. Две от изследваните линии тритикале се характеризират със сравнително висока толерантност към Cu и Cd, което наред с добрите им агрономически показатели е от производствен интерес.

Ключови думи: тритикале, фитотоксичност, кадмий, мед, толерантност

Abstract

Vassileva Irina, Stanka-Kamenova, Pravda Balevska, Veneta Georgieva, 2005. Study on triticale effect to heavy metals high concentrations.

Twenty days young triticale, wheat and rye plants, grown in different toxic concentrations of Cu (5, 10, 15 mg/l) and Cd (3, 5 mg/l), individually and in combination (3mg/l Cd + 5mg/l Cu) in Helrigel nutritive media are characterized with decreased physiological activity. Two triticale lines are outlined with comparatively high Cu- and Cd-tolerance. This together with their agronomic traits is of practical interest.

Key words: triticale, phytotoxicity, Cd, Cu, tolerance

УВОД

Замърсяването на някои райони на нашата страна с мед и кадмий (Златишко-Пирдопското поле, отделни райони на Пловдивското поле – КЦМ, част от Пазарджиското поле, р-на на Кремиковци, Елисейна) е свързано както с екологичната чистота на природата, така и с продуктивността на културните растения (Каменова-Юхименко и др., 2003; Василев, 2001). Създаването на високопродуктивни сортове житни култури, устойчиви на повишени концентрации мед и кадмий в почвите, водите и въздуха е актуален екологичен проблем. Зърнената култура тритикале, обединяваща геномите на пшеницата и ръжта представлява интерес за производството при определени почвено-климатични условия (Василева и др., 2005). Наличието на ръжени хромозоми обуславя нейната толерантност и устойчивост

към абиотичен стрес. Създаването на нови линии тритикале, устойчиви на високи концентрации мед и кадмий ще допринесе за намаляване вероятността за включването на тези тежки метали в хранителната верига. Благоприятното комбиниране на висока продуктивност с повишена устойчивост към абиотични и биотични фактори води до целенасочено разширяване на засятите с тритикале площи с всяка измината година в много страни (Green,2002).

Целта на настоящата работа е да се изучат промените във физиологичните реакции на три линии тритикале към влиянието на повишени концентрации мед и кадмий, както поотделно, така и комбинирано, в сравнение с тези на традиционните житни култури ръж и пшеница.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвани са 3 стабилизирани хексаплоидни линии тритикале (*Triticosecale Wittmack*)- AD-1, AD-2 и AD-3, сравнени със стандартните сортове пшеница и ръж. Линиите тритикале са създадени в Института по генетика-БАН чрез сложна хибридизация. Поради различия в хромозомния им състав те спадат както към групата на хромозомно-заместените форми (AD-1,AD-3), така и към групата на форми с пълен ръжен геном (AD-2). Отличават се със сравнително висока продуктивност, зимоустойчивост, устойчивост към ръжди.

Опитите са проведени в Института по физиология на растения-БАН в условията на климатична камера: период на осветление - 12 ч. ден/12 ч. нощ; интензивност на осветлението 60 мкМм; температура 25°C; влажност 50-60%. Растенията са отглеждани върху хранителен разтвор на Хелригел, с добавка на микроелементи от А до Z по Хогланд. На десетия ден към хранителния разтвор са добавяни поотделно 5, 10 и 15 mg/l Cu (CuSO₄), 3 и 5 mg/l Cd (CdCl₂), а също така и комбинация на 3 mg/l Cd + 5 mg/l Cu. Растенията са анализирани на 20-дневна възраст. Сравнителната характеристика за степенуване на толерантността към фитотоксични концентрации на мед и кадмий е направена въз основа на промените в количество синтезирана биомаса (FW), натрупано сухо вещество (DW), съотношение FW/DW. Толерантността на растенията към Cu и Cd е определена чрез индекса на толерантност(IT) (Simon, 1978).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Сравнителната характеристика на фитотоксичността на млади растения тритикале, пшеница и ръж към различни концентрации на тежки метали (Cu, Cd), изразена в количество синтезирана биомаса на 1 растение (в процент спрямо контролата) е дадена на табл. 1.

Таблица 1. Фитотоксичност при тритикале, пшеница и ръж
(FW-свежо тегло на 1 р-ние в %)

Table 1. Phytotoxicity in triticale, wheat and rye (FW–fresh weight per 1 plant in %)

Варианти Variants	AD-1	AD-2	AD-3	Пшеница Wheat	Ръж Rye
Контрола Control	100	100	100	100	100
3 mg/l Cd	100	95	100	107	99
5 mg/l Cd	75	89	92	78	89
10 mg/l Cu	76	84	90	87	95
15 mg/l Cu	68	64	66	60	80
3mgCd+5mgCu	52	65	73	67	90

Ръжените растения проявяват сравнително най-висока устойчивост към замърсяване с мед и кадмий както самостоятелно, така и в комбинация. В зависимост от генотипа на изследваните линии тритикале реакцията им към мед и кадмий е различна. Линия AD-3 се характеризира със сравнително най-висока устойчивост към медно-кадмиево замърсяване.

Медта се явява прагово токсична за всички растения от изследваните линии в концентрация 15 mg/l по отношение на синтезираната биомаса. Най-силно е намалението на биомасата за цяло растение при пшеницата /40%/, следвано от AD-2, AD-3, а най-слабо е повлияването ѝ при ръжта /20%/.

Ниската доза Cd (3 mg/l) стимулира незначително нарастването на количеството биомаса при пшеницата. Праговата токсичност за този метал е 5 mg/l, проявява се най-силно при линия AD-1, следвана от пшеницата. При въздействието на кадмий с тази концентрация биопроодуктивността на линията AD-1 намалява с 25 %.

При едновременното въздействие на двата тежки метала в концентрация 3 mg/l Cd + 5 mg/l Cu, праговата фитотоксичност настъпва при значително по-ниски концентрации от тази при самостоятелното им прилагане. Комбинираното въздействие на Cu и Cd се проявява с много силен токсичен ефект при AD-1. Почти 50% от растенията са с намалена биопроодуктивност. Тази комбинация от концентрации на двата метала е в границите на критичната токсичност.

Задържането на растежа на растенията вероятно е резултат от намалената поглъщателна способност на корените (Каменова-Юхименко и др., 1999) и блокиране движението на водата от корените към надземната част (Wong et al., 1988). Според Puschenreiter, Horak (2000) поглъщането на йони на тежки метали от растенията се влияе не само от почвените условия (pH, хумус, глина), а също и от устойчивостта на вида и сорта на растенията. Установена е незначителна разлика между пшеницата и ръжта в поглъщането на Cu. Обаче, пшеницата акумулира повече Cd от ръжта. Нашите резултати показват, че ръжта е с най-висока толерантност към Cu и Cd. Пшеницата е със сравнително най-ниска толерантност. Оскъдни са проучванията относно толерантността на тритикале към Cu (Stoinova et al., 1998/99) и Cd. Изследваните от нас линии тритикале проявяват различна толерантност. Линията AD-1 е със сравнително най-ниска толерантност, доближавайки се до тази на пшеницата. С най-висока толерантност към Cu и Cd се характеризира линия AD-3. Третата линия - AD-2 е с междинна толерантност. Линиите тритикале AD-1 и AD-3 принадлежат към групата на хромозомно-заместените форми тритикале, а AD-2 – към групата на форми тритикале с пълен ръжен геном. Поради сравнително малкия обем на изследваните линии тритикале и ограничения брой подобни изследвания, отразени в литературата, не бихме могли да направим конкретни изводи за връзката между ръжените хромозоми и толерантността на линиите тритикале към Cu и Cd.

Влиянието на токсични концентрации Cu и Cd върху синтеза на биомаса (g на 1 растение, корени и надземна част) и индекса на толерантност (IT) са представени на таблица 2.

Ръжените растения показват висок индекс на толерантност при по-ниските концентрации Cu (5 и 10 mg/l) както за надземната част, така и за корените. Наблюдаваните стойности са близки до тези на контролата. Към кадмиевата токсичност IT намалява с 18% в надземната част, а в корените само с 10%. Комбинирането на Cu (5mg/l) и Cd (3 mg/l) показва слаби изменения в IT.

По-силни изменения в IT спрямо токсичността на Cu се наблюдава при пшеницата. Още при концентрация 10 mg/l, IT намалява с 10-13 %. При по-високата концентрация, 15 mg/l, която се явява прагово токсична за медта, IT спада с 35-40 % за надземната част и корените. По отношение на ниските концентрации Cd, пшеницата е по-нечувствителна. Надземната част не се променя при ниската концентрация, а при корените се наблюдава даже и стимулиране на количество синтезирана биомаса. Това по всяка вероятност е адаптивна реакция за

Проучване реакцията на *Triticale* (*Triticosecale wittmack*)
към повишени концентрации на тежки метали

преодоляване на появилия се лек метален стрес. При по-високата концентрация, 5 mg/l, количеството биомаса е намалено с 16-20%, като при корените понижението е най-силно (IT=73). Комбинирането на двата тежки метала дори в концентрации по-ниски от прагово токсичните за всеки от тях, води до силно инхибиране на растежа на растенията (IT=67-70), и особено при корените (IT=60), в сравнение с ръжта.

Таблица 2. Влияние на токсични концентрации Cu и Cd върху синтеза на биомаса при тритикале, пшеница и ръж (g на 1 растение)

Table 2. The effect of toxic concentrations Cu and Cd on the synthesis of biomass in triticale, wheat and rye (g per 1 plant)

	Органи	Надземна част		Корени		Цяло растение	
	Organs	Overground part		Roots		Whole plant	
	Варианти	g	IT	g	IT	g	IT
AD 1	контрола	0.353	-	0.165	-	0.518	-
	5 mg Cu	0.326	92	0.126	76	0.452	87
	10 mg Cu	0.269	76	0.123	75	0.39	76
	15 mg Cu	0.238	67	0.114	69	0.352	68
	3 mg Cd	0.326	92	0.19	115	0.516	100
	5 mg Cd	0.264	75	0.122	74	0.386	75
	3mg Cd + 5 mg Cu	0.189	54	0.078	47	0.267	52
AD 2	Контрола	0.357	-	0.137	-	0.494	-
	5 mg Cu	0.375	105	0.127	93	0.502	102
	10 mg Cu	0.331	93	0.115	84	0.446	90
	15 mg Cu	0.284	80	0.087	64	0.371	75
	3 mg Cd	0.341	96	0.130	95	0.471	95
	5 mg Cd	0.318	89	0.122	89	0.440	89
	3 mg Cd + 5 mg Cu	0.262	73	0.089	65	0.351	71
AD 3	Контрола	0.335	-	0.181	-	0.516	-
	5 mg Cu	0.322	96	0.157	87	0.479	93
	10 mg Cu	0.306	91	0.160	88	0.466	90
	15 mg Cu	0.238	71	0.101	56	0.339	66
	3 mg Cd	0.311	93	0.196	108	0.507	98
	5 mg Cd	0.298	89	0.132	73	0.430	83
	3 mg Cd + 5 mg Cu	0.260	78	0.115	64	0.375	73
Пшеница	Контрола	0.374	-	0.187	-	0.561	-
	5 mg Cu	0.382	102	0.174	93	0.556	99
	10 mg Cu	0.340	91	0.150	80	0.490	87
	15 mg Cu	0.243	65	0.095	51	0.338	60
	3 mg Cd	0.373	100	0.228	122	0.601	107
	5 mg Cd	0.214	84	0.137	73	0.451	80
	3 mg Cd + 5 mg Cu	0.261	70	0.113	60	0.374	67
Ръж	Контрола	0.336	-	0.133	-	0.469	-
	5 mg Cu	0.354	105	0.140	105	0.494	105
	10 mg Cu	0.324	96	0.120	90	0.444	97
	15 mg Cu	0.281	84	0.094	71	0.375	80
	3 mg Cd	0.314	93	0.148	111	0.462	99
	5 mg Cd	0.276	82	0.146	110	0.422	90
	3 mg Cd + 5 mg Cu	0.303	90	0.118	89	0.421	90

Изследваните три линии тритикале показват различия в IT по-отношение на токсичността на Cu и Cd както поотделно, така и съвместно. Сравнително силно инхибиране (32–33%) на надземната част и на корените се наблюдава при линия AD-1. При комбинирано въздействие на металите синтезът на растителна маса на линията е намален на половина. Подобни резултати от комбинираното въздействие на двата метала върху грах са получени от Каменова и съавтори (2001).

Значително по-висок индекс на толерантност проявяват растенията от линия AD-2 както към Cu-, така и към Cd- токсичност поотделно и в комбинация. Биосинтезът е намален с 20-30%. Отново при комбинирането на Cu и Cd се наблюдава най-силното намаляване на растителна маса (IT=71-73).

Линия AD-3 показва средно положение в изследвания параметър, като се доближава до линия AD-2, която се характеризира със сравнително по-висока толерантност. Двете линии принадлежат към двете основни групи тритикале. Въз основа на получените резултати предполагаме, че толерантността към Cu и Cd е признак от полигенен характер и че в експресията на толерантността участват гени и от пшеничния субгеном на тритикале. Според Manyova, Miller (1991) гените, кодиращи устойчивостта на растенията към тежки метали са локализирани в V^{та} хомеологична група на житните хромозоми. Нашите линии тритикале са получени с участието на различни пшенични родители, чийто хромозомен състав не е идентичен и това вероятно е от значение за различната им степен на толерантност.

Проведените изследвания установяват по-високата толерантност на тритикале към замърсяване с мед и кадмий. Сортове тритикале, притежаващи висока толерантност към Cd и Cu са от значение за замърсени с тежки метали райони. Затова и създаването на такива сортове тритикале е проблем както от национално, така и от екологическо значение.

ИЗВОДИ

Млади растения от тритикале ,пшеница и ръж, отгледани в условия на различни токсични концентрации мед (5-, 10-, 15 mg/l) и кадмий (3-, 5 mg/l), самостоятелно и в комбинация (3mg/l Cd + 5mg/l Cu) в хранителна среда се характеризират с намалена физиологична активност. С най-висока толерантност към тежки метали се отличава ръжта, а с най-ниска- пшеницата. Изследваните линии тритикале проявяват различна толерантност, като две от тях се доближават до тази на ръжта. Използването на тритикале в замърсени райони е от екологично значение.

Медта е с по-силно токсично действие в сравнение с кадмия.

Може да се каже, че при комбинирането на двата тежки метала праговата фитотоксичност настъпва при значително по-ниска концентрация от тази при самостоятелното им прилагане.

Растежът на кореновата система е по-силно нарушен от това на надземната част.

Линиите тритикале AD-2 и AD-3 наред с добрите си агрономически показатели притежават и повишена толерантност към Cu и Cd.

БЛАГОДАРНОСТ

Изследванията са финансирани от НС "Научни Изследвания" - МОН, договор Б-1314/03.

ЛИТЕРАТУРА

Василев, А. 2001. Сравнителен анализ на растежа и минералния статус на ечемични растения, отгледани при излишък на Cd и Cu. В сб. Постижения и перспективи на водния режим и минералното хранене на растенията в България.,ИФР, БАН, т. 2, 162-164.

Василева, И., П. Балеvsка, В. Байчев 2005. Селекцията на тритикале в България – състояние и постижения. В сб. Селекция и агротехника на полските култури., Балканска научна конференция – 2 юни 2005, гр. Карнобат, ч. I, 265-269.

Каменова-Юхименко С., В. Георгиева, Ю. Марковска, Н. Георгиева, М. Бойчинова

- 1999 . Промени в биопродуктивността и ензимната активност при С-3 тип растения, отгледани на кадмиева и медна токсичност. В сб. Постигания и перспективи на физиологията и биохимията на минералното хранене и водния режим на растенията в България. ИФР, БАН, т.1 133-135.
- Каменова-Юхименко С., В. Георгиева, Й. Ангелова, Н. Георгиева, М. Бойчинова, С. Петкова 2001.** Проблеми във водния режим и съдържанието на феноли в грахови растения (*Pisum sativum*) под влияние на кадмиева и медна токсичност. В сб. Постигания и перспективи на водния режим и минералното хранене на растенията в България.,ИФР, БАН, т. 2, 137-139.
- Каменова-Юхименко С., В. Георгиева, Х. Христов 2001.** Протекторно действие на хуминови киселини към кадмиева токсичност при грахови растения (*Pisum sativum*). Растениевъдни науки, 40 : 283-287.
- Green, C. 2002.** The competitive position of triticale in Europe. In: Arseniuk E.(ed.), Proc. Of the 5th Intern. Triticale Symposium, IHAR, Radzikow, Poland, June30-July 5, 2002, vol.1, 21-26.
- Manyova M., T. Miller 1991.** The genetics of tolerance to high mineral concentrations in tribe Triticeae. *Euphytica*,57:175-185.
- Pushenreiter M., D.Horak 2000.** The influence of different soil parameters on the transfer factor soil to plant of Cd, Cu and Zn for wheat and rye. *Aust. J. Agr. Sci.*,51 : 2-6.
- Simon, E. 1978.** Heavy metals in soils, vegetation development and heavy metal tolerance in plant populations from metalliferous areas. *New Phytol.*, 81:175-188.
- Stoinova J., M. Merakchiiska, Z. Sabeva, S. Phileva, S. Paunova 1998/1999.** Productivity and sensibility to heavy metals of new hexaploid lines of triticale. *Genetics and Breeding*, 29:25-31.
- Wong, Y., H. Lom, E. Dhillon 1988.** Physiological effects and uptake of cadmium in *Pisum sativum*. *Environ. Int.*,14:535-543.