

МЕХАНИЗЪМ НА ВЪЗНИКВАНЕ И МОРФОЛОГИЯ НА ЕСТЕСТВЕНИ ХИБРИДИ МЕЖДУ *AEGILOPS CYLINDRICA* HOST. И *TRITICUM AESTIVUM* L. В БЛИЗОСТ ДО ЧЕРНОМОРСКАТА КЛИМАТИЧНА ОБЛАСТ

Христо Стоянов, Драгомир Пламенов

Резюме: *Aegilops cylindrica* е вид, представител на трибус *Triticae*, широко разпространен на територията на Черноморската климатична област. Неговите основни хабитати включват необработваеми ивици, крайпътни зони, естествени ливади и пасища, много често в близост до обработваеми площи. Припокриването на територията на разпространение на вида с агроecosистеми дава възможност за непосредствен обмен и трансфер на гени чрез възникване на хибриди между *Aegilops cylindrica* и обикновената зимна пшеница. За установяване на механизмите на възникването им са проучени естествени хибриди, открити в близост до Черноморската климатична област. На база на установената растителна морфология е установена посоката на възникване на хибридите и инициалната естествена кръстоска – *Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*. Откритите растения са с много нисък процент фертилност на класовете, което се доказва и от липсата на по-високи хибридни потомства в района на възникване и разпространение. Растенията не се нападат от патогените, характерни за родителските форми. Независимо от някои свои отрицателни качества, естествено възникналите хибриди между *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum* са ценни растителни образци имащи значение за трансфера на генетичен материал протичащ в екосистемите, както и за селекционните програми на обикновената зимна пшеница.

Ключови думи: *Aegilops cylindrica*; естествени хибриди; Черноморска климатична зона.

ВЪВЕДЕНИЕ

Черноморската климатична област се характеризира с голям брой видове, представители на семейство *Poaceae*. Един от най-широко разпространените от дивите житни видове е *Aegilops cylindrica*. Видът е втори по разпространение по Черноморието след *Aegilops triuncialis* според Пламенов [1], но заема сравнително разнообразни хабитати. Същевременно *Aegilops cylindrica*, не е с изолиран ареал, като се среща на територията на цялата страна [1]. Особено голямо разпространение видът намира в необработваеми ивици, крайпътни зони, естествени ливади и пасища и много често в близост до обработваеми площи [17]. Тъй като *Aegilops cylindrica* ($2n=4x=28$, CCDD) е във филогенетично и геномно отношение много близък с обикновената зимна пшеница *Triticum aestivum* ($2n=6x=42$, AABBDD), тъй като споделят D-субгеном в своите кариотипове, често между двата вида възникват естествени хибриди.

Междувидовата бариера е основна характеристика на еволюционния процес на видообразуване, и се свързва с физиологични смущения [16], които често се наблюдават в отдалечените хибриди. Подобни особености поддържат определено състояние в екосистемата, като не позволяват неконтролиран генетичен ток между отделните видове. Независимо от това някои естествени хибриди с по-голяма честота на възникване (*Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*), създават предпоставки за естествен трансфер на високоселектирани гени (устойчивост на хербициди, патогени), в дивите видове [17]. Подобни механизми водят до увеличаване на разпространението на определен вид в естествена среда и като резултат до ограничаване на видовото разнообразие в екосистемата.

За естествени хибриди между *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum* съобщават Van Slageren [21], Sakamoto and Kobayashi [11], Watanabe and Kawahara [22], Gotsov and Panayotov [7], Пламенов [1], Stoyanov [17]. Тъй като хибридите растения се отличават с по-висока чувствителност към климатичните стресови фактори (ниски и високи температури, засушаване, преовлажняване), то тяхното развитие се благоприятства в райони и периоди с ниски нива на абиотичен стрес по подобие на синтетичните амфидиплоиди [16]. Черноморската климатична област и ареалите в близост до нея се отличават със сравнително по-високи средни температури през зимата, както и с по-хладна пролет, в резултат на което естествени хибриди (*Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*) са наблюдавани най-често в границите на територията и, в непосредствена близост до агроecosистеми [1, 2]. Независимо от своите характеристики имащи отрицателен екологичен ефект, поради своята устойчивост към биотичен стрес,

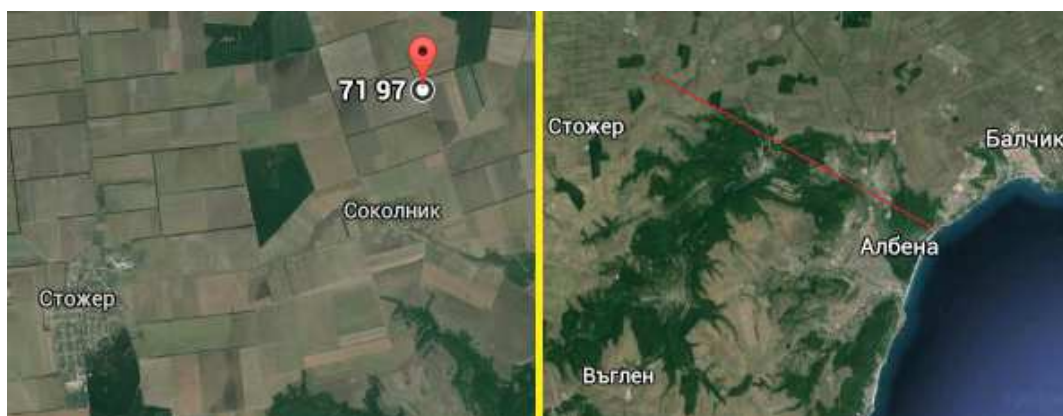
естествените хибриди между *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum*, представляват ценен изходен материал за селекционните програми на хлебната пшеница [16].

Целта на настоящето изследване е да се установят някои морфологични, физиологични, екологични и филогенетични особености на естествени хибриди между *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum*, открити в близост до Черноморската климатична област и да бъдат анализирани с цел използването им като изходен селекционен материал.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В процес на обследване с цел установяване на честотата на възникване на естествени хибриди, по време на експедиция, през 2014г. са открити естествени хибриди между *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum* в пшенични агроecosистеми, намиращи се в землището на с. Стожер, обл. Добрич, при поле с кадастрален номер 006 (Фигура 1) на отстояние 30 км от Черноморското крайбрежие. Полето е заето от слънчогледов посев, с предшественик обикновена зимна пшеница. Всички растения са събирани в периода май-юни, по време на фенофаза изкласяване. При събирането на екземплярите като основен метод с оглед установяване на разпространението им, са посещавани крайпътни естествени местообитания на дивия вид и ливади, където няма ясно изразена антропогенна дейност и земеделски обработки, но са в близост до пшенични агроecosистеми, както и в близост до или в посеви от хлебна пшеница или на границата между ливадни и моравни, степни ecosистеми и културни посеви.

Честотата на възникване на хибридите в изследвания ареал е установена чрез адаптирането на методика за отчитане на заплевеляне по [4], като са отчитани честота на хибридни растения (ЧХР), присъствие на хибридни растения (ПХР), доминантност спрямо родителски форми (ДРФ). Изследванията са извършвани върху 100 пробни площадки с площ 1 м², установени в периферията на изследваното поле.



Фигура 1. Локация на естествени хибриди

Параметрите са изчислени по следните формули:

$$ЧХР = \frac{БП_{ac}}{БП} 100 \quad (1)$$

където:

$БП_{ac}$ – брой площадки с наличие на хибриди

$БП$ – общ брой площадки

$$ПХР = \frac{\sum P_{ach}}{БП} \quad (2)$$

където:

P_{ach} – брой хибридни растения

$$ДРФ = \frac{ПХР}{П_{P_1} + П_{P_2} + ПХР} 100 \quad (3)$$

където:

$П_{P_1}$ – присъствие на *Aegilops cylindrica*

$$П_{P_1} = \frac{\sum P_{ac}}{БП} \quad (4)$$

$П_{P_2}$ – присъствие на *Triticum aestivum*

$$П_{P_2} = \frac{\sum P_{ta}}{БП} \quad (5)$$

P_{ac} – брой растения *Aegilops cylindrica*

P_{ta} – брой растения *Triticum aestivum*

Растенията от естествените хибриди са анализирани с цел откриване на патогенна зараза: за брашнеста мана (EG) по методиката на Stoilova and Spetsov [14]; за кафява ръжда (PR) по методиката на Roelfs et al. [10]; за ран листен пригор (ST) по методиката на Eyal et al. [5]. Направен е паралел с нападението по стандартните сортове за чувствителност - към брашнеста мана (*Erysiphe graminis*) - Садовска ранозрейка; кафява ръжда (*Puccinia recondita*) - Мичиган амбър; ран листен пригор (*Septoria tritici*) - Енола.

Намерените естествени хибриди са откопавани внимателно и доотглеждани в условията на нерегулирана полиетиленова оранжерия. По време на цъфтеж върху класовете е нанасян пращец от хлебна пшеница за отчитане на женската стерилност. Класовете са събирани в ботаническа зрялост.

Събраните класове от естествени хибриди се сортират и анализират за наличие на патогени. Направен е морфологичен анализ като са отчетени: брой класчета в клас (БКК), дължина на класа (ДК), дължина на класа с осили (ДКО), маса на класа (МК), маса на зърната в клас (МЗК), брой зърна в клас (БЗК), индекс на осилестост (ИО) – отношение на ДКО и ДК. Установена е и фертилноста на всеки клас. Данните са осреднени за събрания естествен хибрид. Отчетени са стандартното отклонение (СО) и вариационния коефициент (ВК). Описана е морфологията на събраните хибридни образци. На база сходства и разлики с две реципрочни хибридни комбинации (*Triticum aestivum* x *Aegilops cylindrica*) и събраните родителски форми е определена посоката на възникване на хибрида. Установени са достоверни разлики за показателя ИО между естествените хибриди и реципрочните хибриди. За обобщаване на данните и за статистически анализ са използвани софтуерните продукти MS Excel 2003 и IBM SPSS Statistics 19.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При проведената експедиция през 2014, са открити общо 4 растения, с морфология наподобяваща естествени хибриди. Тъй като растителни видове със подобно устройство на класовете не са характерни за района на обследване, а също така не са открити други видове от сем. *Poaceae*, при които е възможно естествена хибридизация, намерените растения са класифицирани като естествени хибриди между видовете *Aegilops cylindrica* и *Triticum aestivum*. Растенията се намират във фенофаза изкласяване и при класовете ясно се наблюдава по-голямата дължина на класа, отколкото при хлебната пшеница и *Aegilops cylindrica*. Класът е изправен и цилиндричен, подобно на дивият вид, но също така е и по-широк. Осилите са съсредоточени главно на върха и са дълги и изправени. Намират се разлики и по отношения на отделните класчета. При *Aegilops cylindrica* те са стройно цилиндрични (Фигура 2А), с характерен отсечен горен край, докато тези при хибрида имат по-компактен вариант, уподобяващи синтетични хибриди от същата комбинация.

Откритите естествени хибридни растения не показват симптоми на нападение от брашнеста мана, кафява ръжда и ран листен пригор. Вероятно резистентността се дължи на привнесения геном от дивия вид. Singh et al. [13], посочват че *Aegilops cylindrica*, притежава гени за устойчивост към кафява ръжда. Същевременно Стоянов и др. [3] съобщават за устойчивост на хибриди на хлебната

пшеница с *Aegilops cylindrica*, към брашнеста мана във всички фази от развитието си. При наши наблюдения през периода 2009-2012 *Aegilops cylindrica* не се е нападнал от ран листен пригор (лично съобщение), което се потвърждава от данните от изследване проведено през 2013 [20]. Това е показателно за липсата на зараза от патогена на ранния листен пригор при хибридните растения. Тъй като хибридите представляват нехарактерна растителна форма, която не се развива паралелно с патогенните организми, устойчивостта към тях е породена от липсата на специализация. Подобен механизъм се наблюдава и при изкуствени амфидиплоидни форми в групата *Triticum-Aegilops-Haunaldia-Agropyron* [15], а също така и при видове, които не са характерни и интродуцирани в съответния район като *Aegilops speltoides* [20].

Разпространението на естествените хибриди се определя от същите механизми, които определят разпространението на майчиния компонент участващ в кръстоската. Данните за честотата на възникване на хибридите (Таблица 1), определят ниската им степен на разпространение. Ниските стойности на показателите ЧХР и ПХР, са показателни за случайното разпространение, а от там и за стохастичното възникване на естествени хибриди в конкретните условия на средата. Подобни данни посочват и Morrison et al. [9], Hedge and Waines [8], Пламенов и Спецов [2] тъй като обикновено са намирани единични растения, в близост до пшенични агроecosистеми или в такива заплелени с *Aegilops cylindrica*. Данните за честотата и присъствието на хибридните растения, не дават възможност за определянето на посоката на хибридната комбинация, което е важно с цел установяване на посоката на генетичния ток в агроecosистемата.

Таблица 1. Определяне на честотата на възникване на естествени хибриди в изследваната местност.

Показател	Стойност	Показател	Стойност
ЧХР	2,00	$\sum P_{ac}$	3659,00
ПХР	0,04	$\sum P_{ta}$	45,00
P_{P1}	36,59	$\sum P_{ach}$	4,00
P_{P2}	0,45	$БP_{ac}$	2,00
ДРФ	0,11	БП	100,00

Определянето на участието на родителските форми е сложна селекционна и екологична задача. Тъй като ядреният генетичен материал е еднакъв и в двете посоки на хибридните комбинации, то различията, които се проявяват следва да са или на база специфични генетични взаимодействия или на база извънядрена наследственост. Стоянов и др. [3], съобщават за влияние на майчиния компонент върху дължината на осилите. В зависимост от участващата майчина форма, класовете на получените хибриди се отличават, като при осилеста майчина форма, дължината на осилите на хибрида е по-голяма от тези с безосилест майчин компонент. Тъй като авторите описват експеримент, при който участват различни форми пшеници, то може да се предположи, че отклонение от тази закономерност е предпоставка за различен майчин компонент или за различна посока на хибридната комбинация.

При експедицията и обследването през 2014, около естествените хибриди, в малка численост са открити растения от хлебна пшеница, идентична с тази от предшестващия посев. Тъй като тази пшеница е безосилеста, се предполага и сравнително къси осили при хибридната комбинация, в случай, че хлебната пшеница е майчин компонент. На Фигура 2Б, ясно се виждат сравнително дългите връхни осили, при хибридните класове. Поради тази причина е на лице условие да се твърди, че хибридната комбинация е *Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*. Данните от морфологичния анализ на хибридните класове представени в Таблица 2, подчертават посоката на кръстоската. Морфологичните показатели БКК, ДК, ДКО, МК и МЗК не биха могли да дадат ясна представа за родителските компоненти, тъй като са количествено определени от съвкупност от ядрени гени, влияещи се от условията на околната среда, и при хибридни комбинации са силно вариативни.



Фигура 2. А. Съпоставка на класове от растения от естествен хибрид с *Aegilops cylindrical*; Б. Класове от растения от естествен хибрид *Ae. cylindrica* x *Triticum aestivum*

Индексът на осилестост (ИО) е специфичен показател, който се основава на съотношението на определени количествени параметри [19]. Тъй като влиянието на средата върху формирането на всяка една от частите на класа е идентично, то параметрите ДК и ДКО, следва да се намират в определено съотношение, спрямо варирането вътре в определена съвкупност. Поради тази причина, тези съотношения са различни в зависимост от изследваната растителна съвкупност. Наличието на висока достоверност на разликите между средните стойности на ИО за естествените хибриди и за изследваните реципрочни хибридни комбинации, а също така липсата на достоверност между средните стойности на двете реципрочни кръстоски доказва, че растенията от намерените естествени хибриди не принадлежат на хибридна комбинация *Triticum aestivum* x *Aegilops cylindrical*. Присъствието на двата вида същевременно в близост до естествените хибриди определя посоката на естествената кръстоска – *Aegilops cylindrical* x *Triticum aestivum*.

Посоката на възникване на естествените хибриди и специфичната хибридна комбинация, предполага трансфера на генетичен материал да се осъществява от културния към дивия вид. Това би създавало сериозни екологични проблеми, поради по-широкото разпространение на подобни растения, а също така и повишена опасност от възникване на нови и по-агресивни раси на патогените.

Таблица 2. Данни от морфологичния анализ на естествени хибриди и сравнителна характеристика на параметъра на ИО с реципрочни хибридни комбинации.

№	БКК	ДК	ДКО	МК	МЗК	БЗК	ИО	Ф, %
1-1	10,00	81,00	110,00	0,20	0,00	0,00	1,36	0,00
1-2	12,00	82,00	108,00	0,26	0,00	0,00	1,32	0,00
1-3	11,00	78,00	116,00	0,22	0,00	0,00	1,49	0,00
2-1	9,00	69,00	101,00	0,22	0,00	0,00	1,46	0,00
2-2	6,00	53,00	98,00	0,11	0,01	3,00	1,85	25,00
3-1	10,00	68,00	77,00	0,19	0,00	0,00	1,13	0,00
3-2	12,00	88,00	126,00	0,31	0,00	0,00	1,43	0,00
3-3	11,00	87,00	126,00	0,34	0,00	0,00	1,45	0,00
4-1	13,00	102,00	131,00	0,42	0,00	0,00	1,28	0,00
4-2	11,00	96,00	134,00	0,40	0,01	1,00	1,40	4,55
СС	10,50	80,40	112,70	0,27	0,00	0,40	1,42 ***	2,95
Средна стойност за реципрочна хибридна комбинация 1							1,14	-
Средна стойност за реципрочна хибридна комбинация 2							1,09	-
СО	1,96	14,35	17,67	0,10	0,00	0,97	0,18	7,98
ВК	18,65	17,85	15,68	36,99	-	-	13,05	-

* - наличие на достоверна разлика при $\alpha=0.05$; ** - наличие на достоверна разлика при $\alpha=0.01$; *** - наличие на достоверна разлика при $\alpha=0.001$

Shoenenberger et al. [12] съобщават за висока фертилност на бекросираните с прашец от дивия вид хибридни растения след последващо самоопрашване. Gandhi et al. [6] посочват, че стерилността на хибридните растения намалява право пропорционално на генерацията на естествения хибрид, при

наличие на естествен процес на беккросиране с дивия вид. Това показва повишен риск от увеличаване на инвазивността на *Aegilops cylindrica*. Същевременно, при беккросиране на естествения хибрид с прашец от хлебна пшеница се наблюдава съвсем ниска фертилност (Таблица 2). Подобни данни съобщават Стоянов и др. [3] и Stoyanov [18] за реципрочни хибриди.

Това определя ниските възможности за възникване на следващи хибридни генерации в пшеничните агроценози, като същевременно подчертават сериозното екологично значение на естествените хибриди по отношение на естествения трансфер на гени в околната среда. Независимо от отрицателния ефект, който могат да имат естествените хибридни растителни форми, те са ценен източник на гени, който може да бъде включен в селекционните програми на хлебната пшеница, а също така и инструмент за изследване на еволюционните механизми в групата *Triticum-Aegilops-Haunaldia-Agrocyron*.

ИЗВОДИ

На база на така представените резултати, могат да бъдат направени следните изводи:

1. Открити са естествени хибриди между *Aegilops cylindrica* и обикновената зимна пшеница *Triticum aestivum*, в близост до Черноморската климатична област, свидетелстващи за протичане на естествена хибридизация.
2. Събраните растителни образци се отличават с пълна устойчивост спрямо патогените на брашнестата мана, кафявата ръжда и ранния листен пригор, при естествено представени раси и форми.
3. На база на установената и анализирана класова морфология е установена посоката на възникване на хибридна комбинация *Aegilops cylindrica* x *Triticum aestivum*, потвърдено от наличието на достоверни разлики на показателя индекс на осилестост с реципрочни хибридни комбинации.
4. Слабата фертилност на естествените хибриди, беккросирани с хлебна пшеница, определя ниската възможност за естествен трансфер на генетичен материал към културния вид, но с повишена възможност за пренасяне на гени в дивия родителски компонент, представляваща опасност за възникване на резистентни форми.
5. Независимо от някои свои отрицателни фактори, естествените хибридни комбинации са важен и ценен източник на гени, който може да бъде включен в селекционните програми на хлебната пшеница.

БЛАГОДАРНОСТ

Част от научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по НПП16 в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пламенов, Д., 2003. Разпространение и характеристика на диви жигти (*Aegilops* и *Triticum*) по черноморието – Автореферат, ТУ-Варна.
- [2] Пламенов, Д., П. Спецов, 2005. Естествените хибриди (*Aegilops* x *Triticum*) и приложението им в селекцията. Научни съобщения на СУБ, клон Добрич, 7(2): 155-158.
- [3] Стоянов, Х., М. Колева Д. Пламенов, П. Спецов, 2011. Влияние на пшеничния геном върху хибриди с участието на *Aegilops cylindrica* Host. Field Crops Studies VIII-1, 41-52.
- [4] Esayas, T., A. G/Hiwet, M. Dejene, 2012. Quantitative and Qualitative Determination of Weeds in Cotton-Growing Areas of Humera and Metema, Northwestern Ethiopia. Ethiop. J. Appl. Sci. Technol., 3(1): 57-69.
- [5] Eyal, Z., A.L. Scharen, J.M. Prescott, 1987. The Septoria diseases of wheat. Concepts and methods of disease management. СУММУТ.
- [6] Gandhii, H., 2006. Hybridisation between wheat and jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) under field condition. Weed Science 54:1073-1079.
- [7] Gotsov, K., I. Panayotov, 1972. Natural hybridization of male sterile lines of common wheat x *Ae.cylindrica* Host. Wheat Inf Serv, 33-34: 20-21.

- [8] Hedge, S.G., J.G. Waines, 2004. Hybridization and introgression between bread wheat and wild and weedy relatives in North America. *Crop Science*, 44: 1145-1155.
- [9] Morrison, L.A., O. Riera-Lizarazu, L. Crémieux, C.A. Mallory-Smith, 2001. Jointed Goatgrass (*Aegilops cylindrica* Host) × Wheat (*Triticum aestivum* L.). Hybrids. *Crop Sciences*, 42(6), 1863-1872.
- [10] Roelfs, A.P., R.P. Singh, E.E. Saari, 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- [11] Sakamoto, S., H. Kobayashi, 1982. Variation and geographical distribution of cultivated plants, their wild relatives and weeds native to Turkey, Greece and Romania. Reprint from: Tani, Y (ed.)q Preliminary report of comparative studies on the agrico-pastoral peoples in in Southwestern Eurasia, II 1980. Research Institute for the Humanistic Studies, Kyoto University, Japan: 41-104.
- [12] Schoenenberger, N., R. Guadagnuolo, D. Savova-Bianchi, P. Kuepfer, F. Felber, 2006. Molecular Analysis, Cytogenetics and Fertility of Introgression Lines From Transgenic Wheat to *Aegilops cylindrica* Host. *Genetics*, 174, 2061-2070.
- [13] Singh, S., C.D. Franks, L. Huang, G.L. Brown-Guedira, D.S. Marshall, B.S. Gill, A. Fritz, 2004. L41, L39, and a leaf rust resistance gene from *Aegilops cylindrica* may be allelic and are located on wheat chromosome 2DS. *Theor Appl Genet*, 108, 586-591.
- [14] Stoilova, T., P. Spetsov, 2006. Chromosome 6U from *Aegilops geniculata* Roth carrying powdery mildew resistance in bread wheat. *Breeding science*, 56, 351-357.
- [15] Stoyanov, H., 2012 Characteristics of amphidiploids in the *Triticum-Aegilops-Haynaldia-Agropyron* group. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LV, 249-255.
- [16] Stoyanov, H., 2013 Status of wide hybrids in *Poacea*: problems and prospects, *Agricultural science and Technology*, 5(1): 3-12.
- [17] Stoyanov, H., 2013. Characteristics of natural hybrids between *Aegilops cylindrica* Host. and common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *AgroLife Scientific Journal*, 2(1): 66-71.
- [18] Stoyanov, H., 2013, Characteristics of second generations hybrids between wheat species (*Triticum* sp.) and *Aegilops cylindrica* Host. *Scientific Papers. Series A. Agronomy.*, Vol. LVI, ISSN 2285-5785, 357-362.
- [19] Stoyanov, H., 2014. Morphological analysis of spikes and grouping of accessions of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccon*. *Agricultural Science and Technology*, Trakia University – Stara Zagora, 6(2): 124-133.
- [20] Stoyanov, H., 2014. Representatives of genus *Aegilops* as a source of pathogens resistance. *AgroLife Scientific Journal*, 3-1, 139-148.
- [21] Van Slageren, M.W., 1994. *Wild wheats: a monograph of Aegilops L. and Amblyopyrum (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae)*. Wageningen Agriculture University Papers
- [22] Watanabe, N., T. Kawahara, 1999. *Aegilops* species collected in California and Oregon, USA. *Wheat Inf Serv*, 89: 33-36

За контакти:

Христо Стоянов, Технически университет – Варна, ул. Студентска 1, 9000, Варна;
 М-АГРО ЕООД, ул. Първи май, 9350, Стожер, обл. Добрич;
 hpstoyanov@abv.bg; 0887139789

Доц. д-р Драгомир Пламенов, ръководител катедра Растениевъдство, Факултет по морски науки
 и екология, Технически университет – Варна, ул. Студентска 1, 9000, Варна;
 dplamenov@abv.bg; 052/383680