

**РАЗВИТИЕ НА ТРАДИЦИОННО „ЦЪФТЕЖНИЯ“  
ФИТОПЛАНКТОНЕН ВИД *PROROCENTRUM CORDATUM* DODGE, 1975  
ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ БРЯГ (2008 – 2010 г.)**

Даниела Петрова, Димитър Герджиков

**Abstract:** In the article is studied the modern development (2008 - 2010) of the peridinea *Prorocentrum cordatum*, forming blooms in the Bulgarian coastal sea water areas. It is an indicative species of the trophic status of the studied waters. The dynamics in the blooming concentrations of *Pr. cordatum* in 20 year period was analyzed. Two major trends were registered in its development. Increasing its values in 90s and reducing of the blooming values in the first decade of 21<sup>st</sup> century, 17 times average. Usually (2008 - 2010), *Pr. cordatum* was met with low concentrations, comparable with those that were observed in the clean period of the Black sea ecosystem's development in 60s (1962 - 1966). Currently the vegetating of *Pr. cordatum* is the only one among the subdominant species in the phytoplankton.

**Key words:** *Dinophyceae*, *Prorocentrum cordatum*, индикаторен вид, „цъфтежи“, Българска морска крайбрежна акватория, Черно море.

### Въведение

Фитопланктонния вид *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge, 1975 (*Ex. cordata* Ostenfeld 1901; *Pr. minimum* (Pavillard) J.Schiller, 1933) е разпространен предимно в бракични води и естуарии в умерени и тропични акватории, въпреки че понякога се появява и в открити крайбрежни води (Hajdu et al, 2005). Той често се среща покрай западното крайбрежие на САЩ, Япония, Мексиканския залив, Каспийско море, Адриатическо, Средиземно и Черно море, както и в Скандинавски води; не рядко и в големи количества (Dodge 1982; Tangen 1980; 1983; Marasovic et al. 1990; SMNMH, 2013.). По често е регистриран в Северното полукълбо, но може би това се дължи на интензитета в събиране на хидробиологични проби. Видът се разглежда като инвазивен в някои акватории (Hajdu et al, 2005). При преглед на неговата биология, (Berland and Grzebyk, 1991) отчитат диапазони на соленост от 5 до 37 ‰ и температури от 4 до 31°C (Hargraves and Sweat, 2011). Видът е целогодишен с термооптимум при температура над 20°C. Най-висока значимост за неговото развитие оказват температурата и нитратния азот (Мончева, 1989).

От началото на 70<sup>-те</sup> години на 20<sup>-ти</sup> век *Pr. cordatum*, често е докладван като отговорен при развитие на регионални и глобални фитопланктонни „цъфтежи“ в български крайбрежни и откритоморски акватории (Петрова - Караджова, 1984). Включен е и в списъка на вредните видове. Някои клонове на *Pr. cordatum*, изолирани от крайбрежните води на френското средиземноморие, са известни, като изключително токсични (Grzebyk and Berland, 1996; Grzebyk et al, 1997). При изследване за токсичност проведено върху култури на *Pr. cordatum* изолирани от Български морски акватории, такава не е доказана (Мончева и др., 1990). При „цъфтеж“ в черноморски води *Pr. cordatum* може да достига до изключително високи концентрации и биомаси, със съпътстващо ниско видово разнообразие на фитопланктонното съобщество (Великова и Петрова, 1999) -  $1,0 \times 10^9$  кл/л началото на юни, 1986 г. Бургаски залив (Стойков и др., 1994);  $808 \times 10^6$  кл/л, 1986 - Бургаски залив (Sukhanova et al., 1988);  $480 \times 10^6$  кл/л, 1986 - Варненски залив, (Velikova et al, 1999). Регистрирано е вредното влияние на „цъфтежите“, върху бентосните биоценози и участието на вида във вторичната еутрофикация на морската екосистема (Мончева, 1987). Отбелязан е и като индикаторен вид за трофичния статут на българското черноморско крайбрежие (Петрова-Караджова, 1984; Мончева, 1991, Великова и Петрова, 1999). Установено е увеличаване на обилието и аperiодизация във вегетационния цикъл на *Pr. cordatum* под влияние на еутрофикацията, както и съгъстяване на пиковите концентрации в годишния вегетационен цикъл, в силно еутрофицирани акватории (Пример : Варненски залив 1983 - 1986 г.) (Мончева и др., 1991). „Цъфтежни“ максимуми в развитието на вида са установени не само през пролетно - летните месеци, но и през ноември 1984 г. и октомври 1987 г. (Мончева и др., 1991).

Поради тези факти изследването на съвременното развитие на вида (2008 – 2010 г.), е наложително при екологични оценки и описание на фитопланктонното съобщество в българските морски крайбрежни акватории.

### Материали и методи

В акваторията на българското крайбрежие и Варненско и Белославско езера, през периода 2008 - 2010 г. бяха събрани 484 бр. фитопланктонни хидробиологични проби, от 71 броя изследвани станции. *Pr. cordatum* присъстваше в 310 бр. от тях. Бяха обхванати месеците от март до декември включително, и дълбочините до 100 m.

Пробите бяха събирани на стандартни хоризонти (0 m, 10, 25, 50, 75 и 100 m) или до 2 m над дъното; и в крайбрежните плитчини (до 15 m дълбочина) на хоризонтите повърхност - дъно, със батометри тип Niskin (5L). Фиксирани бяха на борда на кораба в 2% формалинов р-р.

Използваните в текста абривиатури и съкращения на изследваните станции са следните : Галата – (G), (G - 1, G - 3, G - 10 и G - 20 морски мили), Калиакра – (K), (K - 1, K - 3, K - 10 и K - 20 морски мили), Емине - (E), (E - 1, E - 3, E - 10 морски мили), Варненски залив (V), (V - 1, V - 2, V - 3, V - 4, V - 5, V - 6, V - 7, V - 9, V - 10). Емине - 15 морски мили (Emine - 15), Поморие - 21 мили (Pom - 21), Созопол - 3 мили (Soz - 3), Созопол - 4 мили –(Soz - 4), Созопол - 5 мили (Soz - 5), Маслен нос - 3 мили (Masl - 3), Маслен нос - 20 мили (Masl - 20), Ахтопол - 6 мили (Aht - 6). Бургаски залив - B.zal N1, B.zal N2, B.zal N3, B.zal N4. Midena\_ferma – 2 проби от едномилната зона между Кранево и Златни пясъци. Iujen\_plaj, pl. Pochivka – контролни станции от плитчините на плажовете на гр. Варна. MF - 1, 2, 3, 4, 5 и 6 - станции разположени в 1 милната зона в близост до устието на р. Камчия.

Съвременните данни ретроспективно са сравнени с данните от Техническите отчети на ИРР - Варна за периода на 90<sup>-те</sup> и първото десетилетие на 21 век.

Концентрацията на пробите беше извършена по утаечен метод (Морозова -Водяницкая, 1954). Качествения и количествен анализ беше направен на светлинен микроскоп „Nikon Eclipse - E400“, основно при увеличения от 200x и 100x, като за дребните обекти бяха използвани и 400x и 600x. Определянето на клетките беше извършено в броителни камери ”Sedgwick Rafter” с обем 1 ml и “Palmer – Maloney” 0.05 ml по стандартна методика (Moncheva and Parr, 2010). Клетъчният обем и биомаса беше пресметнат чрез геометрични формули (Edler, 1979). За изчисленията и графиките използвахме софтуер Phytomar 2.0 (IFR-Varna) и Excel 12 (Microsoft Office 2007).

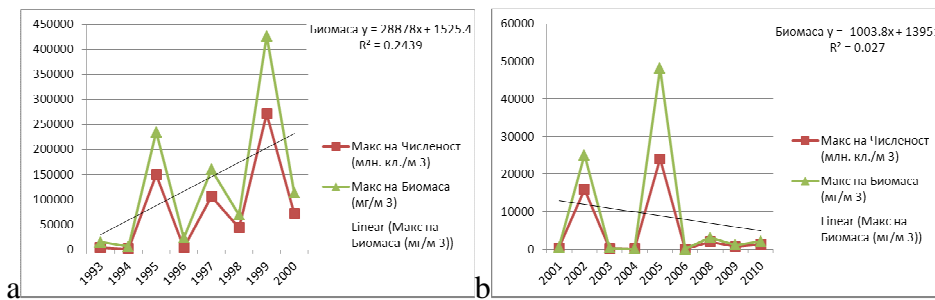
### Резултати и обсъждане

Таксономична класификация : Отдел *Pyrrophyta*, Клас *Dinophyceae*, Разред *Prorocentrales*, Семейство *Prorocentraceae*, Род *Prorocentrum*, Вид *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge, 1975; синоними : *Exuviaella cordata* Ostenfeld 1901; *Exuviaella minima* Pavillard, 1916; *Prorocentrum minimum* (Pavillard) J.Schiller, 1933 (Guiry, 2013; Hargraves and Sweat, 2011). Този вид демонстрира висока степен на морфологична изменчивост. Клетките са сплеснати гръбо - коремно и притежават малък апикален шип, който може да се наблюдава и чрез светлинна микроскопия (Hargraves and Sweat, 2011). Клетката от страната на черупчицата е сърцевидна, а от страната на шева е с леко изпъкнали страни (Киселев, 1950).

Редица автори разглеждат *Prorocentrum minimum*, като синоним на *Pr. cordatum* (Ostenfeld) Dodge. Последното наименование е базирано на *Exuviaella cordata*, която първоначално е била описвана без апикален шип. При извършване на SEM изследване е доказано, че клетките притежават малък апикален шип, и в резултат правилното име на вида е определено като *Prorocentrum cordatum*, тъй като описанието на Ostenfeld предшества това на Pavillard с 15 години (Velikova and Larsen, 1999; Hargraves and Sweat, 2011).

През последните 20 години развитието и „цъфтежите“ на *Pr. cordatum* в български морски акватории са модулирани от две основни тенденции. Увеличаване на количествените параметри (численост и биомаса) през 90<sup>-те</sup>, и намаляване на същите през първото десетилетие

на 21 век. От 2005 г. насам, вида не е бил регистриран със „цъфтежни“ концентрации над 5 млн. кл./л. Обичайно явление през 90-те!, Фиг.1.

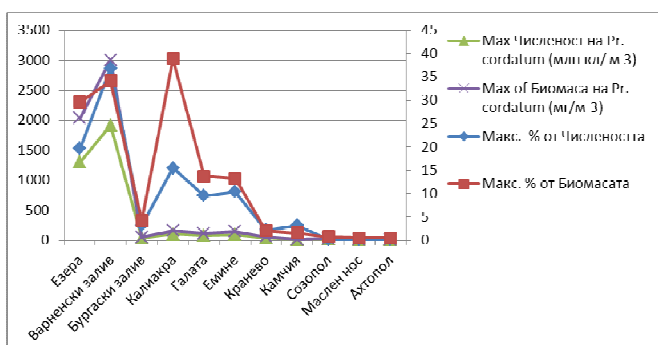


Фиг.1. Хронологично представяне на максималните годишни величини (численост млн. кл./м<sup>3</sup> и биомаса мг/м<sup>3</sup>) на вида *Pr. cordatum* в българските морски акватории, 1993 – 2010 г., а) 1993 ÷ 2000 г., б) 2001 ÷ 2010 г. Използвани са данни и от Техническите отчети на ИРР - Варна, 1993 - 2007 г.

През 90-те максималните биомаси се увеличават според регресионната зависимост,  $y = 28878x + 1525.4$ ; а през първото 10-тие на 21-ви век намаляват,  $y = -1003.8x + 13951$ , Фиг.1. Редукцията в максималните „цъфтежни“ стойности на *Pr. cordatum*, през първото десетилетие на 21 век, в сравнение с предишното е средно 17 пъти по численост и 15 пъти по биомаса, Фиг.1. В периода 2008 - 2010 г. намалението на концентрациите и биомасите на *Pr. cordatum* продължава. Регистрирани бяха 4 пъти по-ниски количествени стойности, спрямо средните за първото 10-тие на 21-ви век, Фиг.1.

В изследвания период (2008 - 2010 г.) „цъфтежи“ на *Pr. cordatum* бяха регистрирани единствено във Варненски залив, и Белославско езеро. Максималния процент участие на вида във фитопланктоценоза беше 36,79% по численост във Варненския залив (Южен плаж, юни, 0 m, 2008 г.), и 38,84% по биомаса, пред нос Калиакра (К-10, юни, 25m, 2009 г.; при обща дълбочина на станцията 70 m). Според критериите на Lobo and Leighton (1986) и Colton et al. (2008) видът принадлежи към групата на субдоминиращите видове във фитопланктонното съобщество ( $50\% \leq 25\%$ ).

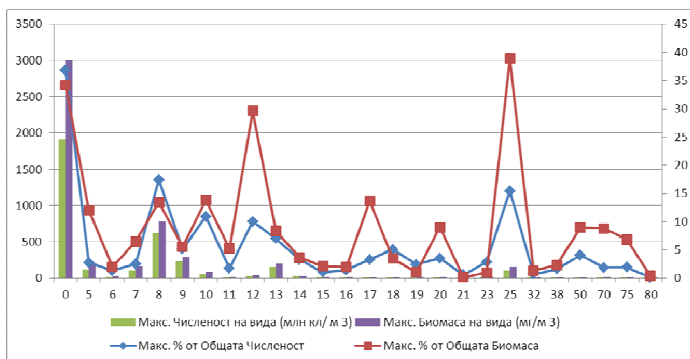
От общо 71 броя изследвани станции (2008 - 2010 г.) - със „цъфтежна“ концентрация (над 1000 млн. кл./м<sup>3</sup>) *Pr. cordatum* беше регистриран на 3 от тях. Най-високата стойност за периода е на станция Южен плаж (Варна) - 1915,4 млн. кл./м<sup>3</sup> и 3007,18 мг/м<sup>3</sup>, юни, 2008 г.; и на двете станции в Белославско езеро (А-14, 1058,49 млн. кл./м<sup>3</sup> и А-10, 1297,28 млн. кл./м<sup>3</sup>, септември, 2010 г.). Максималната стойност през 2008 - 2010 г. е сравнима с концентрациите регистрирани през 1962 - 1966 г. -  $1,5 \times 10^6$  кл/л (Мончева, 1987).



Фиг.2. Разпределение на количествените стойности (млн. кл./м<sup>3</sup> и мг/м<sup>3</sup>), по лява ордината; и процентното участие в проба (%) на *Pr. cordatum*, дясна ордината, в изследваните акватории, 2008 - 2010 г.

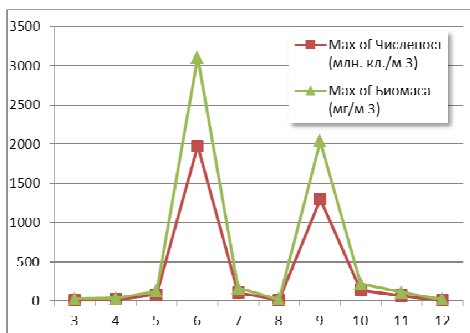
Във вертикално направление, беше наблюдавано максималното присъствие на вида в повърхностният слой 0 – 1 m (по параметрите численост, биомаса и % на участие по

численост). Понякога *Pr. cordatum* е доминиращ и в дълбочина, ст. нос Калиакра 10 морски мили (25м) и в придънния слой на Варненския залив и Варненско и Белославско езера, Фиг.3. Основното развитие на вида *Pr. cordatum* е в добре осветения фотичен слой от 0 до 25 m, Фиг.3.



Фиг.3. Разпределение на количествените стойности (млн. кл./м<sup>3</sup> и мг/м<sup>3</sup>), по лява ордината; и процентното участие в проба (%) на *Pr. cordatum*, по дясна ордината, в дълбочина (m), 2008 - 2010 г.

В годишен план (2008 - 2010 г.) вегетацията на *Pr. cordatum* е с бимодален характер, Фиг.4, и основно през пролетно - летния период. Най-високият максимум беше установен през юни (1 915,4 млн. кл./м<sup>3</sup> и 3007,18 мг/м<sup>3</sup>), а вторият по-нисък, през септември (1 297,28 млн. кл./м<sup>3</sup> и 2 036,74 мг/м<sup>3</sup>), когато обичайно за умерените ширини, поради минерализацията на пролетния и летен планктон, в повърхностните пластове се повишава количеството на биогенните вещества (Ангелов, 1971), Фиг.4.



Фиг.4. Развитие на *Pr. cordatum* (максимални величини) (млн. кл./м<sup>3</sup> и мг/м<sup>3</sup>) през отделните месеци от годината, 2008 - 2010 г.

Направеният анализ показва, че вегетацията на *Pr. cordatum* (2008 - 2010 г.), в Българските акватории се осъществява със стойности близки до съществуващите през референтния период (преди въздействието на антропогенната еутрофикация).

### Изводи

Дългосрочните данни на ИРР - Варна показват, че развитието на вида *Pr. cordatum* през последните 20 години се определя от две основни тенденции : увеличаване на количествените стойности през 90<sup>-те</sup> и редуциране на същите през първото десетилетие на 21<sup>-ви</sup> век.

Средно през първото десетилетие на новия век 17 пъти намаляват максималните концентрации на вида и 15 пъти неговите максимални биомаси, в сравнение с регистрираните през 90<sup>-те</sup>. В периодът 2008 – 2010 г. също е установено 4 пъти редуциране спрямо средната стойност за периода 2000 - 2010 г.

От 2005 г. *Pr. cordatum* не е регистриран с „цъфтежни“ концентрации превишаващи 5000 млн.м. кл./м<sup>3</sup>. В периода 2008 - 2010 г. обичайно *Pr. cordatum* се среща със сравнително ниски числености, сравними с установените за периода 1962-1966 г., приеман за „чист“ - без

въздействието на антропогенната еутрофикация. Понастоящем развитието на вида е единствено сред групата на субдоминиращите във фитопланктона.

„Цъфтежи“ на *Pr. cordatum*, 2008 - 2010 г., се регистрират единствено в акваториите на Варненския залив (максимум 1 915,4 млн. кл./м<sup>3</sup>) и Белославското езеро (1297,28 млн. кл./м<sup>3</sup>).

Развитието на *Pr. cordatum*, по вертикала, е основно в добре осветения воден слой от 0 до 25 m, като максималните стойности се наблюдават на повърхността, слоя 0 - 1 m,

В периода 2008 - 2010 г. с най-високи концентрации *Pr. cordatum* се развива през месеците юни и септември.

### Литература

- Ангелов, А., 1971.** Обща Хидробиология, *Наука и Изкуство*, София, 326
- Великова, В., Д. Петрова, 1999.** Многогодишна динамика на фитопланктона във Варненския залив през периода 1991 - 1997 г. *Изв. на ИПП-Варна*, XXV, 89 - 102
- Киселев, И.А., 1950.** Панцирныя жгутиконсосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. *Определители по фауне СССР*, Издаваемые Зоологическим Институтом АН СССР, 280
- Мончева, С., 1987.** Цъфтежите и сукцесията на фитопланктона в условията на еутрофикация. *Първа национална конференция по проблемите на биологичния мониторинг*, 22 - 24 октомври, Пловдив, 133 - 138
- Мончева, С., 1989.** Цъфтежите на фитопланктона във връзка с някои абиотични фактори на средата, *Научно практическа конференция – Състояние на изследванията, рационалното усвояване и защита на природните ресурси на Варненския регион*, 30 окт., Варна, 134-145
- Мончева, С., 1991.** Количествено развитие на фитопланктонни видове като индикатор за еутрофикацията на Българското черноморско крайбрежие. *Океанология*, 21, БАН, София, 21 - 30
- Мончева, С., Консулова, Ц., Желязкова, Н., 1990.** Върху токсичността на „цъфтежните динофлагелати“ *Prorocentrum micans* и *Euxivella cordata* от Черно море. *Хидробиология*, №35, 28-39
- Мончева, С., Русев, Ч., Софронов, И., 1991.** Върху биологичната цикличност на някои „цъфтежни“ фитопланктонни видове от Българското черноморско крайбрежие. *Океанология*, 21, БАН, София, 31 - 38
- Петрова-Караджова, В.Й., 1984.** Изменение на планктонната флора в Българската акватория на Черно море под влияние на еутрофикацията. *Изв. на ИПП-Варна*, XXI, 105-112
- Стойков, Ст., Коларов, П., Станев, Ц., Мурджева, Д., Атанасова, В., Колеманова, К., 1994.** Екологично състояние на биотата в Бургаския залив (1991 - 1992 г.). *Известия на Института по рибни ресурси - Варна*, Том XXII, 5 - 57
- Berland, B and Grzebyk D., 1991.** *Prorocentrum minimum* (Dinophycées). 101-113. In: Sournia, A et al. (Eds.). Le phytoplankton nuisible des côtes de France. *Institut francais de recherché pour l'exploitation de la mer*. Brest, France.
- Colton, J., Hannach, G., Stark, K., Bourbonais, K., Elliott, C., 2008.** King County Marine Phytoplankton Monitoring Program, Sampling and Analysis Plan, <http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/2008/kcr2077.pdf> (26 April, 2013, date last accessed)
- Dineva, S., 2012.** Black sea water setting in front of cape Galata. *Proceedings of Union of Scientist Varna*, Series “Marine Sciences”, ISSN 1314-3379, 41 - 48
- Dodge, J.D. 1982.** Marine Dinoflagellates of the British Isles. *Her Majesty's Stationery Office*, London. pp 303
- Grzebyk D., B.Berland, 1996.** Influences of temperature, salinity and irradiance on growth of *Prorocentrum minimum* (Dinophyceae) from the Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, 18(10), 1837-1849.
- Grzebyk, D., Denardou, A., Berland, B. and Pouchus, Y., 1997.** Evidence of a new toxin in the red-tide dinoflagellate *Prorocentrum minimum*. *Journal of Plankton Research*, 19(8), 1111-1124

**Guiry M.D. in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2013.** *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=71381](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=71381); searched on 18 November 2013.

**Hajdu, S., Pertola, S., Kuosa, H., 2005.** *Prorocentrum inimum* (Dinophyceae) in the Baltic Sea: morphology, occurrence – a review. *Harmful Algae* 4: 471-480

**Hargraves, P.E., L.H. Sweat, 2011.** *Prorocentrum minimum*. [http://www.sms.si.edu/irlspec/Proroc\\_minimum.htm](http://www.sms.si.edu/irlspec/Proroc_minimum.htm) (14, November, 2013; last accessed)

**Lobo E, Leighton G, 1986.** Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biologia Marinha*, vol. 22, 1-29

**Marasovic, I., T. Pucher-Petkovic & V. Petrova-Karadjova 1990.** *Prorocentrum minimum* (Dinophyceae) in the Adriatic and Black Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 70: 473-476

**SMNMH, 2013. Department of Botany Identifying Harmful Marine Dinoflagellates - *Prorocentrum minimum*.** <http://botany.si.edu/references/dinoflag/Taxa/Pminimum.htm> (13, November, 2013; last accessed)

**Sukhanova, I., Flint, M., Hibaum, G., Karamfilov, V., Kopylov, A., Matveeva, E., Ratkova, T. and Sazhin, A., 1988.** *Marine Biology*, 99, 1-8

**Tangen, K. 1980.** Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forarsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og ander dinoflagellater. *Blyttia* 38: 145-158.

**Tangen, K. 1983.** Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. *Sarsia* 68: 1-7

**Velikova V., Moncheva S., Petrova D., 1999.** Phytoplankton dynamics and red tides (1987-1997) in the Bulgarian Black sea, *Wat. Sci Tech.* Vol. 39, No. 8, pp. 27-36

**Velikova, V. and Larsen, J., 1999.** The *Prorocentrum cordatum/Prorocentrum minimum* taxonomic problem. *Grana*, 38: 108-112.

За контакти:

доц. д-р Даниела Петрова,  
гл. ас. Димитър Герджиков  
Институт по рибни ресурси,  
бул. Приморски 4, П.К.72  
гр. Варна, България  
e-mail: [danibelbg@yahoo.com](mailto:danibelbg@yahoo.com)