



Raccomandazione - La molluschicoltura come collettore di azoto

CCA 2023-8

Luglio 2023



Il Consiglio consultivo per l'acquacoltura (CCA) ringrazia gentilmente l'UE per il sostegno finanziario





Indice

Indice	2
1. Contesto	3
2. Motivazione.....	3
I molluschi bivalvi, un vero e proprio "collettore di azoto", parte della soluzione	5
Punto di vista dell'ente certificatore MSC Svezia:.....	7
Punto di vista di MSC Danimarca:	7
3. Raccomandazioni.....	8
Bibliografia.....	9



1. Contesto

L'azoto in eccesso inquina in un modo molto meno noto rispetto a quello provocato dal carbonio, ma questo inquinamento è ugualmente pericoloso per la salute e l'ambiente (eutrofizzazione, acque sotterranee non idonee al consumo, acidificazione di suoli e laghi, patologie respiratorie e cardiovascolari, ecc.) [1]. Si stima che questo danno, imputabile principalmente all'agricoltura, si aggiri tra i 70 e i 320 miliardi di euro ogni anno nell'UE, o tra i 150 e i 740 euro pro capite ogni anno, ossia più del doppio dei benefici derivanti dall'impiego nell'azoto nell'agricoltura in Europa. Sono i dati emersi dalla prima Valutazione europea dell'azoto (ENA) [2] pubblicata il 18 aprile 2011 in occasione della Conferenza internazionale sull'azoto e i cambiamenti climatici di Edimburgo (Scozia), dopo cinque anni di lavoro svolto da ricercatori di tutta Europa.

Il processo Haber-Bosch, l'innovazione scientifica che nel 1908 ha reso possibile la produzione industriale di ammoniaca e quindi la produzione di fertilizzanti artificiali azotati, ha rivoluzionato l'agricoltura moltiplicandone le rese e ha consentito di alimentare una popolazione in crescita. Questo processo produce ammoniaca (NH_3) dall'azoto presente nell'atmosfera, insieme a una grande quantità di energia sotto forma di gas naturale [1]. Tuttavia, a causa di questa scoperta, le emissioni di azoto nell'ambiente sono raddoppiate a livello mondiale e più che triplicate in Europa, diventando una minaccia per l'umanità [12]. Secondo uno studio olandese curato da Ester van der Voet [3], l'agricoltura è responsabile del 57% delle piogge acide azotate e del 90% dei nitrati presenti nelle acque sotterranee. Per quanto concerne l'inquinamento da nitrati nelle zone costiere, una quota cospicua è attribuita alle acque reflue domestiche [1].

Il problema principale non è l'azoto di per sé, ma il fatto che esso viene rilasciato nell'ambiente in quantità significative, principalmente a causa dell'impiego di fertilizzanti in agricoltura, la combustione di combustibili fossili nell'industria per la generazione di elettricità, il riscaldamento e il traffico intenso di autoveicoli nelle aree urbane [1]. Metà dell'azoto utilizzato viene rilasciato sotto forma di ammoniaca e di nitrati e costituisce una minaccia per la salute e l'ambiente [12].

Dall'altro lato, la valutazione ENA 2011 [2] stima che più di 10 milioni di europei sono esposti a tenori di nitrati nell'acqua che superano i limiti previsti dalle normative, con un maggior rischio di cancro in caso di consumo regolare in assenza di un trattamento adeguato. L'inquinamento atmosferico da azoto conduce anche alla formazione di particelle che provocano patologie respiratorie e possono ridurre l'aspettativa di vita di diversi mesi. Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente, nel 2018 sarebbe stato responsabile della morte prematura di 378.000 persone in Europa [13].

2. Motivazione

Una relazione europea, pubblicata dalla Commissione europea a maggio 2018 e riguardante il periodo 2012-2015 [4], riferisce risultati disomogenei con un lieve miglioramento delle quantità di azoto constatate nei corpi d'acqua, in particolare nelle acque sotterranee. Tuttavia, le acque superficiali stanno migliorando anche più lentamente a causa degli sforzi non armonizzati degli Stati membri dell'Unione. Le aree sensibili, designate come vulnerabili ai nitrati, sono in aumento e il 61% dell'area agricola europea è quindi influenzata dagli obblighi relativi alle aree sensibili. La relazione non analizza in modo approfondito la situazione delle acque di transizione e delle acque costiere, che costituiscono l'ultimo comparto ricettacolo di questo inquinamento. In verità, solo 8 Stati membri

hanno riportato dati sulle loro acque di transizione e 9 lo hanno fatto per le loro acque costiere. Tra questi, solo 3 sono importanti produttori di molluschi pescati e di allevamento (Irlanda, Italia e Spagna). La Francia non ha rilasciato informazioni in merito. Delle nove relazioni, cinque hanno purtroppo riferito situazioni di eutrofizzazione o ipertrofizzazione delle acque costiere superiori al 50%.¹

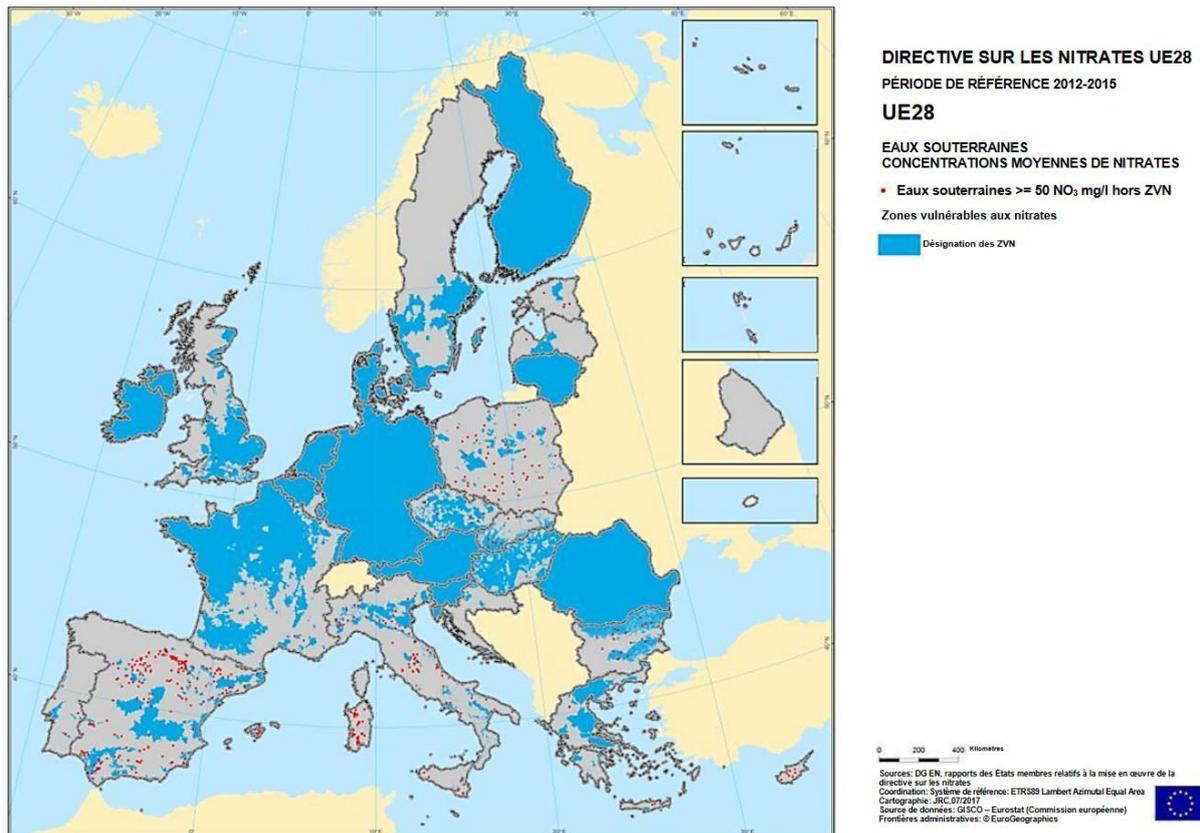


Figura 1. Area designata come vulnerabile ai nitrati e stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee con concentrazioni medie di nitrati superiori a 50 mg/litro al di fuori delle zone vulnerabili ai nitrati, 2012-2015 [4]

In questo comparto costiero, l'eccesso di azoto si riflette in modo spettacolare sul fenomeno delle alghe verdi e delle acque marine biologicamente morte che sono diffuse lungo la costa della Bretagna, nel Mar del Nord, nell'Adriatico e nel Baltico [14]. La sedimentazione di azoto nelle foreste ha condotto anche a una perdita di biodiversità di oltre il 10% in due terzi d'Europa [15].

"L'azoto è una delle principali sfide ambientali del XXI° secolo", ha concluso Mark Sutton, un ricercatore dell'Edinburgh Centre for Ecology nel 2011. In un articolo della rivista *Nature* [5] intitolato *A good element in too large quantities* (Un buon elemento, in quantità eccessive), il ricercatore precisa che: "L'eccesso di azoto costituisce una minaccia per la qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo. Influisce sugli ecosistemi e sulla biodiversità e altera l'equilibrio dei gas a effetto serra".

¹ Detto corso d'acqua (lago, stagno, ecc.), le cui acque sono ricche di materia organica e sede di proliferazione di piante e batteri, la qual cosa conduce a una marcata deossigenazione dell'acqua (dizionario Larousse).

In Francia, la rivista dell'ambiente pubblicò il 30 aprile 2019 un'allarmante relazione intitolata "The green tide season is already open" (La stagione delle maree verdi è già aperta) [6], volendo indicare che, nonostante alcuni aspetti preventivi messi in atto, tra cui i piani per contrastare le alghe verdi, il flagello preannunciato per un decennio è in aumento sempre più rapido.

Tutti questi impatti negativi comportano dei costi, a prescindere se in termini di assistenza sanitaria o trattamento e purificazione delle acque, oppure, per quanto difficili da quantificare, perdite correlate al degrado degli ecosistemi e all'aumento delle emissioni di gas serra.

Pertanto, dobbiamo essere consapevoli della necessità di ridurre le emissioni di azoto in eccesso nell'ambiente. Questa riduzione comporta principalmente cambiamenti nelle pratiche agricole (implementazione di sistemi di compostaggio e di trattamento biologico, riduzione dell'impiego di fertilizzanti azotati e dell'allevamento zootecnico intensivo) [1,5], ma anche attraverso cambiamenti dei nostri stili di vita, ad esempio favorendo sistemi di trasporto poco inquinanti e riducendo di fatto il consumo di proteine animali. Oggi, [l'80% dell'azoto impiegato in agricoltura è usato per produrre mangimi per gli animali](#) [2].

Il trattamento a carico degli impianti di depurazione è il modo utilizzato dagli Stati membri e dalle autorità locali per contrastare la contaminazione delle acque. Un eccesso di depurazione può lasciare un livello eccellente di azoto, ma uno scarso livello di nutrienti nelle acque marine [18]. In questo caso, i molluschi bivalvi non possono svilupparsi correttamente.

I molluschi bivalvi, un vero e proprio "collettore di azoto", parte della soluzione

Numerosi studi scientifici a livello globale, di cui una sintesi è stata fornita nell'ambito della "Valutazione degli ecosistemi del millennio" [7] e più specificamente a livello europeo una ricerca [ECASA](#) e un programma di sviluppo per l'acquacoltura sostenibile, hanno evidenziato e quantificato il collettore di azoto rappresentato dai molluschi bivalvi nelle nostre acque europee, indipendentemente se selvatici e pescati o di allevamento.

Strumenti sviluppati nell'ambito di questo programma ECASA, e più in particolare il modello FARM, ²hanno consentito a un gruppo di scienziati di pubblicare, nel 2009, nella rivista *Aquaculture* (n° 292) un articolo intitolato "*Analysis of coastal and offshore aquaculture: Application of the FARM model to multiple systems and shellfish species*" (Analisi dell'acquacoltura costiera e in mare aperto: applicazione del modello FARM a molteplici sistemi e specie di molluschi) [8]. Questa pubblicazione ha concluso che i molluschi bivalvi europei, pescati e di allevamento, rappresentano un collettore di azoto di 57.000 tonnellate annue, l'equivalente prodotto e scaricato nell'acqua da una popolazione di 17 milioni di persone (gli abitanti dei Paesi Bassi). Il costo operativo annuo equivalente in termini di impianti di trattamento delle acque reflue è stato stimato tra i 3 e i 7 miliardi di euro.

Lo studio condotto da Ruth Carmichael nel 2011 [19] mostra le diverse azioni di bonifica dell'azoto operate dalle principali specie commerciali:

² <http://www.farmscale.org/>

Table 1. Comparison of bivalve bioremediation-related studies, including study locations, methods of remediation studied, density and shell height of bivalves, and primary conclusions.

Species	Location	Method of remediation			Density (m ⁻²)	Height (mm)	Conclusion	Source
		N stored in tissues	Particle removal	Biogeo-chemistry				
Oysters								
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	+	—	—	Up to 286	76	10 ⁶ oysters removed 132 kg N; up to 10%–15% of annual N load	Higgins et al. 2011
<i>Crassostrea gigas</i>	Valdivia estuary, Chile	(+)	(+)	—	100	Seed	Net chlorophyll <i>a</i> and N reduction via filtration (modeled)	Silva et al. 2011
<i>Crassostrea virginica</i>	Bogue Sound, USA	—	—	+	—	—	Denitrification removed ~20 to 35 μmol N·L ⁻¹ ·m ⁻² ·h ⁻¹	Piehler and Smyth 2011
<i>Crassostrea virginica</i>	South Carolina estuaries, USA	—	+	—	412–2931	23–51	Removed up to 28% of chlorophyll <i>a</i> in 0.3–1.3 h	Grizzle et al. 2008
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	—	—	76	May remove 0.07%–1.4% of phytoplankton-day ⁻¹ (modeled)	Fulford et al. 2007
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	(+)	—	—	Reduced total N concentration 10%–15% (modeled)	Cerco and Noel 2007
<i>Pinctada imbricata</i>	Port Stephens, Australia	+	—	—	—	—	Removed 7.5 kg N·tonne ⁻¹ oyster; ~2% of wastewater N load-year ⁻¹	Gifford et al. 2005
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	(+)	—	—	Denitrification–burial removed 7.5 ×10 ⁻⁴ kg N·g ⁻¹ oyster; 0.6% of annual N load (modeled)	Newell et al. 2005
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	—	+	—	—	Denitrification by simulated biodeposits removed 20% of local N load (lab)	Newell et al. 2002
<i>Crassostrea gigas</i>	Thau Lagoon, France	—	+	+	40	—	Reduced chlorophyll <i>a</i> but increased N in water column	Souchu et al. 2001
<i>Pinctada imbricata</i>	Port Stephens, Australia	(+)	(+)	(+)	—	—	May remove 19 kg N·tonne ⁻¹ oysters	Gifford et al. 2004
<i>Crassostrea virginica</i>	North Carolina creek, USA	—	+	—	125	48	Some reduction of chlorophyll <i>a</i> and suspended solids	Nelson et al. 2004
<i>Crassostrea gigas</i>	Hiroshima Bay, Japan	+	(+)	(+)	Raft culture	—	Removed ~10% of N load-day ⁻¹	Songsangjinda et al. 2000
<i>Saccostrea commercialis</i>	Moreton Bay, Australia	—	+	(+)	33–100	—	Removed particles (92% of chlorophyll <i>a</i> , 20% of N), increased sedimentation	Jones and Preston 1999
Mussels								
<i>Mytilus edulis</i>	Skagerrak Strait, Sweden	(+)	—	+	Long lines	—	Net N removal by harvest, burial, biogeochemical processes	Carlsson et al. 2012
<i>Perna canaliculus</i>	Firth of Thames, NZ	—	—	+	16 per chamber	—	34% of mineralized N was released as NH ₄ ⁺ (possible denitrification)	Giles and Pilditch 2006
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Goro lagoon, Italy	—	—	+	60 kg, long lines	—	Increased sedimentation with net input of N to sediments	Nizzoli et al. 2006
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Dokai Bay, Japan	+	+	—	Long lines	15–41	Removed ~25% of dissolved inorganic nitrogen (DIN) in 1 day (lab)	Kohama et al. 2002
<i>Musculista senhousia</i>	Lake Nakaumi, Japan	+	—	—	0–46 712	—	Shell burial removed 0.7%–4.9% of annual N load	Yamamuro et al. 2000
<i>Mytilus edulis</i>	Orust–Tjörn system, Sweden	+	—	+	100 kg, long lines	—	Removed 8.5–12 g N·kg ⁻¹ live mussel; removed 20% of DIN	Haamer 1996
<i>Mytilus</i> spp.	Upper South Cove, Canada	—	(+)	+	400, long lines	—	Increased sedimentation, released NH ₄ ⁺	Hatcher et al. 1994

Table 1 (concluded).

Species	Location	Method of remediation			Density (m ⁻²)	Height (mm)	Conclusion	Source
		N stored in tissues	Particle removal	Biogeo-chemistry				
<i>Mytilus edulis</i>	North Sea, Netherlands	—	+	(+)	Field flume	—	Removed chlorophyll <i>a</i> and seston, released NH ₄ ⁺ (possible denitrification)	Dame et al. 1991
<i>Mytilus edulis</i>	Northern Baltic Sea, Sweden	—	—	+	535–1693 g chambers	—	Increased annual N, C, P sedimentation by 10%	Kautsky and Evans 1987
<i>Perna canaliculus</i>	Kenepuru Sound, NZ	+	—	+	Long lines	—	Harvest and denitrification removed 68% more N than reference sites	Kaspar et al. 1985
<i>Geukensia demissa</i>	Cape Cod, USA	+	+	(+)	34–365	10–100	Mussels retained and recycled N within the marsh system	Jordan and Valiela 1982
Clams								
<i>Tapes philippinarum</i>	Goro lagoon, Italy	—	—	+	100–3000	—	Increased sedimentation with net removal of N from sediments	Nizzoli et al. 2006
<i>Corbicula japonica</i>	Lake Shinji, Japan	—	+	(+)	0–1000	—	Removed chlorophyll <i>a</i> , released NH ₄ ⁺	Nakamura and Kerciku 2000
<i>Mya arenaria</i>	Laholm Bay, Sweden	—	+	+	0–2000	1–25	Removed up to 27% of new local production	Loo and Rosenberg 1989
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Narragansett Bay, USA	—	+	+	16 mesocosm	32–107	Increased C sedimentation; models may overestimate particle removal	Doering et al. 1986, 1987
<i>Corbicula fluminea</i>	Potomac River, USA	—	+	—	1.2–1467	1 – >25	Removed 30% of chlorophyll <i>a</i> in 2 h	Cohen et al. 1984
Scallops								
<i>Chlamys farreri</i>	Sishili Bay, China	—	+	(+)	0–40	32±4	Removed up to 45% of particles-day ⁻¹	Zhou et al. 2006
Cockles								
<i>Cardium edule</i>	Laholm Bay, Sweden	—	+	+	0–8000	4–21	Removed up to 27% of new local production	Loo and Rosenberg 1989
Various								
	Various	(+)	(+)	—	25–500	—	Bioremediation was location- and condition-specific (modeled)	Ferreira et al. 2007
	San Francisco Bay, USA	(+)	(+)	(+)	200	—	Defined conditions for remediation (model)	Officer et al. 1982

Note: Methods of remediation include nitrogen removal by assimilation into shell or soft tissues, particle removal (measured in terms of suspended particulates, chlorophyll *a* concentration, or filtration rate), and stimulation of biogeochemical processes via biodeposits. Parentheses indicate studies for which results were calculated from literature values, estimated, or modeled and not directly measured. A long dash (—) indicates not reported.

Un recente studio, pubblicato a novembre 2018, intitolato "Global review of ecosystem services provided by bivalve aquaculture" (Rassegna globale dei servizi ecosistemici forniti dall'acquacoltura di bivalvi) [9] elenca tutti i servizi ecosistemici forniti dai molluschi (le conchiglie come fonte di calcare per la fertilizzazione del suolo, le azioni di biorisanamento e filtrazione, l'individuazione degli

allevamenti che riducono l'erosione costiera, ecc.) e quantifica, per i servizi per la zootecnica, il valore di tali servizi, stimati globalmente a 23,9 miliardi di dollari.

Punto di vista dell'ente certificatore MSC Svezia:

Gli allevamenti di cozze sono considerati dal governo provinciale (Länsstyrelsen i Västra Götalands Län) a "basso rischio" per quanto concerne l'habitat e l'ambiente. In altre parole, l'impatto/gli effetti delle cozze sono considerati minimi e per lo più positivi per quanto concerne l'eutrofizzazione.

I livelli di eutrofizzazione sono elevati sia nei bracci di mare dello Skagerrak/Kattegat sia nel Mar Baltico. L'allevamento di cozze è visto come un modo per ridurre il livello di eutrofizzazione e migliorare la qualità dell'acqua. In un tale contesto, l'Università di Göteborg è coinvolta nel [progetto BONUS-Optimus](#) (un programma UE che si concentra sul Mar Baltico) a cui partecipano tutti i Paesi baltici. Nell'ambito di BONUS-Optimus è stato avviato un progetto insieme ai partner tedeschi, polacchi, svedesi e danesi che esamina le condizioni di coltivazione dei mitili e la coltivazione di cozze per contrastare l'eutrofizzazione [16] [17].

Punto di vista di MSC Danimarca:

La relazione di MSC "Limfjord hangcultuur" mette in risalto che il progetto MUMIHUS (periodo 2010-2014) ha testato l'impiego delle colture di estrazione dei nutrienti come combinazione della produzione biologica e uno strumento per mitigare gli effetti dell'eutrofizzazione nelle aree costiere danesi che utilizzano i mitili (*Mytilus edulis*) quale organismo di coltura. I risultati hanno mostrato che è stato possibile ottenere un'elevata biomassa specifica per area di 60 tonnellate peso-peso/ettaro, equivalente a una rimozione di azoto e fosforo rispettivamente di 0,6-0,9 e 0,03-0,04 tonnellate per ettaro/anno, rendendo la mitigazione realizzata attraverso la produzione di cozze una misura vantaggiosa sul piano economico rispetto alle più costose misure attuate sulla terraferma (Petersen et al. 2014). Gli allevamenti hanno avuto un effetto positivo sull'ecosistema attraverso il filtraggio del fitoplancton e della materia in sospensione, che sono stati ridotti in media del 13-30% e di >50% nell'area dell'allevamento (Nielsen et al. 2016). L'ultima [valutazione del 2022 può essere estratta dal sito di MSC](#)

Nel 2020, Dvarkas et al. hanno analizzato il servizio di rimozione dell'azoto fornito dalla molluschicoltura a livello di sottobacino idrografico [20]. Questo genere di ricerca ha consentito al governo del Maryland negli Stati Uniti di fornire un [sistema di pagamento per questi servizi di bonifica dell'azoto e del fosforo](#), come mostrato dalla tabella in basso.

Figure 2. Credits per Oyster

Oyster Credit Categories	Size Class (inches)	Diploid (g/oyster)		Triploid (g/oyster)	
		Nitrogen	Phosphorus	Nitrogen	Phosphorus
Small:	2.0 - 2.49	0.05	0.01	0.06	0.01
Medium:	2.5 - 3.49	0.09	0.01	0.13	0.01
Large:	>3.5	0.15	0.02	0.26	0.03

3. Raccomandazioni

- Il CCA raccomanda il riconoscimento e la qualificazione dei servizi di bonifica dell'azoto forniti dai molluschi e di includere una frase nella legge UE in materia di ripristino della natura e nella legge sul sistema alimentare sostenibile, o in regolamenti secondari basati su queste leggi principali.
- Il CCA raccomanda che la Commissione chieda alla sua Unità del Meccanismo di consulenza scientifica di definire un algoritmo UE per quantificare il servizio di bonifica dell'azoto fornito dai molluschi bivalvi.
- Il CCA raccomanda infine che la Commissione esamini il processo normativo per istituire un sistema indipendente di certificazione di questo servizio di bonifica dell'azoto fornito dai molluschi bivalvi a livello di sottobacini idrografici dell'UE, come definito nella Direttiva Quadro sulle Acque, e il corrispondente pagamento agli itticoltori.



Bibliografia

- [1]. Schneider F. (2008). Decay of Haber-Bosch processes (Decadimento del processo Haber-Bosch)
- [2]. Consorzio scientifico europeo (2011). Valutazione europea dell'azoto (ENA), <http://www.nine-esf.org/node/360/ENA-Book.html>
- [3]. Ester van der Voet (1996). Nitrogen pollution in the European Union (L'inquinamento da nitrati nell'Unione europea), capitolo 8, in: tesi di dottorato, Substances from cradle to grave (Sostanze dalla culla alla tomba): CML, Leiden, Paesi Bassi
- [4]. Commissione europea (2018). Relazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo sull'applicazione della direttiva 91/676/CEE del Consiglio relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, elaborata in base alle relazioni presentate dagli Stati membri per il periodo 2012-2015, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0257>
- [5]. Suton M.A., Oenema O., Erisman J.W. et al (2011). Too much for a good thing (Troppo per qualcosa di buono), Nature international journal of sciences, 471, 159-161 [online] (accesso del 31/03/2015), <https://www.nature.com/articles/472159a>
- [6]. Senet S. (2019). The green tide season has already begun (La stagione delle maree verdi è già iniziata), Le journal de l'environnement [online] (accesso del 03/07/2019), <http://www.journaldelenvironnement.net/article/la-saison-des-marees-vertes-est-deja-ouverte,97372>
- [7]. Reid W.V., Mooney H.A., Cropper A. et al (2005). Rapporto di sintesi Valutazione degli ecosistemi del millennio <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf> <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf>
- [8]. Ferreira J.G., Sequeira A., Hawkins A.J.S. et al (2009). Analysis of coastal and offshore aquaculture: Application of the FARM model to multiple systems and shellfish species (Analisi dell'acquacoltura costiera e in mare aperto: applicazione del modello FARM a molteplici sistemi e specie di molluschi)
- [9]. Van der Schatte Olivier A., Jones L., Le Vay L. et al (2018). A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture (Rassegna globale dei servizi ecosistemici forniti dall'acquacoltura di bivalvi)
- [10]. Chevassus-au-Louis B. e Andaral B. (2012). CGAAER, CGEDD, Review of scientific knowledge on the causes of green macroalgae blooms, Application to the situation of Brittany and proposals (Riesame delle conoscenze scientifiche sulle cause della proliferazione delle macroalghe verdi. Applicazione alla situazione della Bretagna e proposte.)
- [11]. Prezzi dei fertilizzanti azotati <http://www.revenuagricole.fr/focus-marches/cerealier/focus-produits/engrais/engrais-2/23669-le-marche-international-continue-d-exercer-une-pression-baissiere>
- [12]. Ashoka Mukpo (2021), Nitrogen: The Environmental Crisis You Have Not Heard of Yet (Azoto: la crisi ambientale di cui non avete ancora sentito parlare), UP-Magazine <https://up-magazine.info/planete/climat/93757-azote-la-crise-environnementale-dont-vous-navez-pas-encore-entendu-parler/>
- [13] [Relazione 2020 sulla qualità dell'aria dell'Agenzia europea dell'ambiente](#)
- [14] [Green algae invade the Baltic Sea \(Le alghe verdi invadono il Mar Baltico\) \(2018\) Maxiscience](#)



- [15] [Didier Alard \(2019\) Feeding the planet without standardizing it: the dangers of nitrogen pollution \(Alimentare il pianeta senza standardizzarlo: i pericoli dell'inquinamento da nitrati\), Foundation for Research on Biodiversity](#)
- [16] [Karen Timmerman et al. \(2019\) Mussel production as a nutrient mitigation tool for improving marine water quality \(La produzione di cozze come strumento di mitigazione dei nutrienti per migliorare la qualità dell'acqua di mare\)](#)
- [17] [Jonne Kotta et al. \(2020\) Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the BalticSea \(Bonificare i mari con le iniziative della crescita blu: l'allevamento di cozze per il controllo dell'eutrofizzazione nel Mar Baltico\)](#)
- [18] [Matteo Fanelli et al; \(2022\) Impact of depuration plants on nutrient levels in the North Adriatic Sea \(L'impatto degli impianti di depurazione sui livelli di nutrienti nell'Adriatico settentrionale\)](#)
- [19] [Ruth H. Carmichael, William Walton e Heidi Clark \(2012\) Bivalve-enhanced nitrogen removal from coastal estuaries \(La rimozione dei nitrati dagli estuari costieri grazie ai bivalvi\)](#)
- [20] [Anthony Dvarskas et al. \(2020\) Quantification and valuation of Nitrogen removal services provided by shellfish aquaculture at the subwatersheds scale \(Quantificazione e valutazione dei servizi di rimozione dell'azoto forniti dall'acquacoltura dei molluschi a livello di sottobacini idrografici\)](#)



Consiglio consultivo per l'acquacoltura (CCA)

Rue Montoyer 31, 1000 Bruxelles, Belgio

Tel: +32 (0) 2 720 00 73

E-mail: secretariat@aac-europe.org

Twitter: @aac_europe

www.aac-europe.org