

Facteurs agissant sur la germination de *Cymodocea nodosa*

Gilberte CAYE et Alexandre MEINESZ

Laboratoire d'Environnement marin littoral, Parc Valrose, Université de Nice, 06034 Nice Cédex (France)

Sur le littoral du Sud-Est de la France, à Port-Cros, à Golfe Juan, dans la Baie des Anges à Nice, les graines de *C. nodosa* (Ucria) Ascherson persistent en abondance toute l'année dans le sédiment des herbiers. L'abondance des graines dans le sédiment est liée à la densité des herbiers, variant de 220 graines par m² dans l'herbier dense de Golfe-Juan à moins de 100 graines par m² dans les autres sites (CAYE et MEINESZ, 1985).

Cependant, en dépit de cette relative abondance des graines en réserve dans le sédiment, les observations concernant la germination de cette espèce *in situ* sur le littoral français sont exceptionnelles. Au contraire, à Ischia (Italie du sud), des germinations abondantes de *C. nodosa in situ* ont été signalées (PIRC *et al.*, 1983).

Les résultats d'un ensemble d'expériences menées en aquarium et *in vitro* sur les facteurs agissant sur la germination de *C. nodosa* sont exposés dans cet article.

1 - Longévité des graines.

Dans les herbiers, les graines de *C. nodosa* de l'année précédente sont encore abondantes à l'automne ce qui montre qu'elles ont peu ou pas germé et qu'elles peuvent survivre dans le sédiment au moins un an.

En aquarium, cinq expériences réalisées de 1983 à 1986 ont montré une survie maximum de 16 à 18 mois après la date de maturation des graines en novembre. Pendant toute cette période, les graines sont capables de germer si les conditions sont favorables.

2 - Effet de la salinité.

Dans l'eau de mer, à la salinité normale (37 à 38‰), le pourcentage de germination de *C. nodosa* est faible et la germination est très lente (1,24% en 1 an), soit 2 graines par m² dans un herbier dense et moins d'une graine par m² dans les autres sites du littoral français.

Dans l'eau saumâtre, en fonction de la salinité, la germination est plus ou moins lente, échelonnée et partielle : à la salinité de 27‰, les premières germinations apparaissent le 22^eme jour et atteignent un maximum proche de 30% en 50 jours, par la suite les plantules se développent normalement.

Dans l'eau douce, les graines de *C. nodosa* germent massivement et très rapidement (100% en 4 jours) mais les plantules dépérissent rapidement.

3 - Effet de la température

La germination de *C. nodosa* est d'autant plus rapide et importante à faible salinité (10‰) que la température est élevée. Cependant, seules les températures comprises entre 17 et 24°C sont compatibles avec un bon développement des plantules. A des températures plus froides, le développement est retardé ou arrêté, il reprend éventuellement si la température augmente. A des températures très élevées (supérieures à 25°C), les plantules dépérissent (CAYE et MEINESZ, 1986).

4 - Effet du sédiment

A Ischia, des expériences de germination à la salinité de l'eau de mer ont montré que le sédiment de l'herbier était plus favorable à la germination de *C. nodosa* que le sable quartzéux (PIRC *et al.*, 1986).

Une expérience a été réalisée à Nice avec des graines provenant d'Ischia et de Golfe Juan, à la salinité de l'eau de mer, dans des pots vides et dans des pots contenant du sédiment provenant d'un herbier de *Cymodocea*. Pour les graines de Golfe Juan la germination en 2 mois fut nulle pour les deux traitements, pour les graines d'Ischia sans sédiment la germination fut nulle, mais dans le sédiment la germination atteignit 12% en 2 mois.

5 - Rôle de la variabilité génétique

Les *Cymodocea*s sont diotiques, la pollinisation est donc croisée et la reproduction de type hétérogamétique. En principe, ce type de reproduction favorise la vigueur (hétérosis) et accroît la variabilité génétique. Effectivement, la vigueur de cette espèce se manifeste dans la croissance des axes plagiotropes qui est parfois très rapide atteignant plus d'un mètre par an (CAYE et MEINESZ, 1985).

Différentes observations dans la morphologie et les modalités de germination des graines de *C. nodosa* indiquent l'existence d'une large variabilité génétique. Dans l'herbier dense de Golfe Juan, les graines présentent une grande variabilité de leur forme générale (ovale ou circulaire) et du développement des crêtes. Dans des conditions non optimales de salinité et de température, la germination est échelonnée et ne concerne qu'une partie des graines, un certain nombre d'entre elles ne germent pas. Ces résultats signifient qu'il existe des différences individuelles dans l'aptitude des graines à germer.

Ces différences de comportement des graines à la germination apparaissent de façon encore plus évidente si on compare la germination de deux lots de graines prélevés dans des peuplements éloignés géographiquement. A Ischia les graines de *C. nodosa* germent fréquemment *in situ*, germent également en laboratoire à la salinité de l'eau de mer avec un pourcentage optimal de 54% (PIRC *et al.*, 1983). Les graines de Golfe Juan germent apparemment peu *in situ*; en laboratoire, le pourcentage de germination à la salinité de 38‰ est également faible (1% en 1 an). Une expérience comparative sur la germination des graines de Golfe Juan et d'Ischia menée en aquarium à la salinité de 10‰, à la température de 20°C, a montré que les graines d'Ischia germent avec un pourcentage de 53% et celles de Golfe Juan avec un pourcentage de 97% en 14 jours. Ainsi, l'abaissement de la salinité déclenche la germination des graines de *C. nodosa* prélevées dans l'herbier de Golfe Juan, mais cet effet n'est pas prouvé pour les graines de l'herbier de *C. nodosa* d'Ischia.

Le nombre de graines parvenant à germer dans un peuplement de *C. nodosa* varie en fonction de nombreux facteurs : la densité du peuplement, la saison (rôle de la température), la salinité, le sédiment et surtout la variabilité génétique, particulièrement large chez cette espèce diotique et concernant à la fois la morphologie et la physiologie de la graine.

MERCIEMENTS

Nous remercions vivement Madame L. MAZZELLA qui nous a adressé des graines de *C. nodosa* d'Ischia. Ces travaux ont été réalisés grâce à un contrat GIS Posidonie délivré par le Ministère de l'Environnement.

REFERENCES

- CAYE, G., MEINESZ, A., 1985. Observations on the vegetative development, flowering and seeding of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson on the Mediterranean coasts of France. *Aquat. Bot.*, 22 : 277-289.
- CAYE, G., MEINESZ, A., 1986. Experimental study of seed germination in the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Aquat. Bot.*, 26 : 79-87.
- PIRC, H., MAZZELLA, L., RUSSO, G.F., 1983. Record of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. fruiting in a prairie of the isle of Ischia (Gulf of Naples). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, Monaco, 28 : 121-122.
- PIRC, H., BUIA, M.C., MAZZELLA, L., 1986. Germination and seedling development of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson under laboratory conditions and "in situ". *Bot.*, 26 : 183-190.

Belowground Necromass Dynamics in Estuarine Stands of the Seagrass *Cymodocea nodosa*

J. ROMERO, M. PEREZ, T. ALCOVERRO, P. BORRULL, C. SANCHEZ and M.-A. MATEO

Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Diagonal 645, 08028 Barcelona (Spa)

Introduction

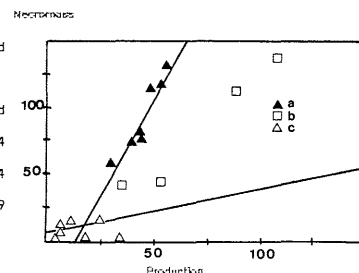
Belowground biomass accounts for a significant part of total biomass and production in seagrass stands (ZIEMAN & WETZEL, 1980). The decay of this biomass occurs within the sediment, leading to a necromass accumulation. This accumulation can be relevant to the nutrient cycling and/or trophic structure of the ecosystem. Nevertheless, data on this topic are relatively scarce (PIRC, 1983; FRANCOUR, 1990; ROMERO *et al.*, in press). The aim of this paper is to make a quantitative approach of these aspects in the *Cymodocea nodosa* ecosystem focusing on three items: (i) the evaluation of the dead organic matter stock from both roots and rhizomes; (ii) the estimation of its turnover and decomposition rates and (iii) the assessment of the variability of these parameters depending on nutrient availability and stand age.

Methodology

The work was conducted at the Alfacs Bay (Ebro river Delta, NE Spain), a shallow bay with freshwater inputs. Sampling was performed in summer (August-September) using a hand-held corer with a 200 cm² base, pushed into the sediment to a depth of 30 cm. After collection, the samples were rinsed *in situ* and sorted into living rhizomes, dead rhizomes, living roots and dead roots. Weight of each fraction is expressed as dry weight. Samples were taken in (a) a continuous meadow in a nutrient poor zone; (b) patches of different ages in a nutrient poor zone and (c) a continuous meadow in a nutrient rich zone. The age of the patches was estimated using both CAYE & MEINESZ (1985) criteria and plastochrone interval (PEREZ & ROMERO, in press). This method allows also to estimate root and rhizome production (PEREZ & ROMERO, in press).

Table 1. Stocks of belowground biomass and necromass (g/m²).

| Zone | Rhizomes | | Roots | |
|------|----------|------|--------|------|
| | Living | Dead | Living | Dead |
| (a) | 256 | 127 | 105 | 104 |
| (b) | 96 | 19 | 48 | 44 |
| (c) | 125 | 78 | 38 | 9 |

Fig. 1. Root production (x-axis) against root necromass (y-axis). (g/m²/year and g/m².)

Results and discussion

The data are summarized in table 1. The main contribution to the belowground biomass corresponds to the living rhizomes. In general, dead stocks are in the same order of the living biomass; its variability depends on the different accumulation rates. The following model for root/rhizome litter accumulation is proposed:

$$dL/dt = P - kL \quad (\text{eq. 1})$$

where L is the necromass (litter) stock, P the annual production (gdW.m⁻².y⁻¹) and k the decomposition rate (years⁻¹).

The steady-state ($dL/dt=0$) is characterized by $L=P/k$. That is, the plotting of the litter stock of a given compartment against its production rate must give a straight line under the steady-state assumption, with a slope of the reciprocal of the decomposition rate. Data for roots are represented in figure 1. The points corresponding to the old, continuous meadow in the nutrient-poor zone fits the linear model ($r=0.95$, $n=8$), giving an estimation of $k=0.34 \text{ y}^{-1}$ (half-decomposition time=2 years). Points from the continuous meadow of the nutrient-rich zone follows a different equation with a lower goodness of fit ($r=0.55$, $n=6$), giving an estimation of $k=3.03 \text{ y}^{-1}$ (half-decomposition time=0.2 years), which agrees with the general acceptance of the fact that high nutrient levels enhances decay. Finally, the data from the younger patches do not fit a linear model.

From eq. 1, the necromass for a given yearly production (assuming no interannual fluctuations) in the steady state is P/k . If $k < 1$, this "equilibrium necromass" is reached in more than one year. This can be modelled in a quite simple way:

$$L(i) = P \cdot (1 - k)^{-i} \quad \text{where } L(i), L(i-1) \text{ are the litter stocks at time } i \text{ and } i-1, \text{ respectively.}$$

For $k=0.34 \text{ y}^{-1}$, the running of the model shows that the steady-state is reached after 4-5 years, so for the younger patches, we expect dead root stocks well below the values predicted by the linear model (fig. 1). Conversely, if $k > 1$, the steady state can be reached in less than one year. This implies that one year is an inadequate time basis for the description of this phenomenon, and that seasonal variations can severely affect the results. In the nutrient-rich zone, the fact that root necromass is in all the cases below root production gives support for a decomposition rate $k > 1$, but the proposed estimation of $k=3.03$ must be contemplated with caution.

For the rhizomes, only the data from the continuous meadow in the nutrient poor zone conform to the linear model, but with low correlation values ($r=0.60$, $n=8$), that can be explained by a decay rate ($k=2.43$) higher than one. Although the data presented are preliminary, some provisional conclusions can be drawn. In the nutrient-poor areas, the decomposition rate of belowground material of the *Cymodocea* stands under study are low relatively to the ones estimated for the aboveground parts (leaves; see HARRISON, 1989). This results in an accumulation of organic matter in the sediment, mostly in the form of dead roots. In more eutrophic areas, the root decay is greatly enhanced, leading to a lower dead matter accumulation and thus a higher recycling rate. In the necromass compartment, equilibrium is reached when inputs (from the death of living parts of the plant) balances outputs (from decomposition). This equilibrium can be shifted by nutrient levels, as stated, but it also takes some time to be achieved. Necromass development to an steady-state value can be interpreted as a successional process within the plant stand development.

References

- CAYE, G. & MEINESZ, A., 1985. *Aquatic Botany*, 22:277-289.
- FRANCOUR, P., 1990. Thèse 3^eme cycle, Université Paris VI.
- HARRISON, P.G., 1989. *Aquatic Botany*, 23:263-288.
- PEREZ, M. & ROMERO, J. in press. *Marine Ecology* (submitted)
- PIRC, H., 1983. *Proc.Int.Symp.Ag.Macrophytes*, 177-181
- ROMERO, J.; PERGENT, G.; PERGENT-MARTINI, C.; MATEO, M.A. & REGNIER, C., in press. *Marine Ecology*, submitted.
- ZIEMAN, J.C. & WETZEL, R.G., 1980. In PHILIPS & MCDROY. *Garland*, N.Y.