

피의 發生에 미치는 湛水深의 影響

姜 炳 華*

Effects of Different Water Depths on Emergence of Barnyardgrass, *Echinochloa crus-galli* P. Beauv.

Kang Byeung Hoa*

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate effects of different water depths on emergence, emerged soil depth and growth of *E. crus-galli* in Seoul, Korea. Plant number of emergence was decreased with deepened water depth, and dry weight of plant was especially negatively affected. However, a few *E. crus-galli* were emerged under 24 cm water depth. Soil depth of germination was increased as water depth decreased, and a few *E. crus-galli* were emerged below 10 cm soil depth under - 12 cm water depth. But most *E. crus-galli* were emerged in ca. 2 cm soil depth under water depth over 0 cm.

Key words; *Echinochloa crus-galli*, emergence, water depth, soil depth.

緒 言

피(*Echinochloa crus-galli* P. Beauv.)는 一年生禾本科에 속하는 單子葉植物으로써 1970年代初까지 우리나라 논농사에서 가장 問題가 되었던 雜草였고 밭농사에도 被害가 많은 主要雜草의 하나이다. 그러나 除草劑의 사용이 普遍化되고 특히 그 대부분이 一年生雜草를 對象으로 한 除草劑이기 때문에 1981년에 吳等¹²⁾이 調査報告한 바에 依하면 全國적으로 논에서 優占度順位가 5順位에도 미치지 못할 정도로 그 發生이 減少하였다. 그렇지만 아직까지도 地域이나 圃場에 따라서는 피가 優占雜草에서 收量에 影響을 미치는 경우가 많고 밭농사에서는 논농사에서 보다 防除가 잘 되지 못하고 있는 실정이다. 千坂⁴⁾는 雜草防除를 効率的으로 하기 爲해서는 圃場에 發生하는 雜草의 種類와 發生時期 및 發生量을 먼저 把握하고 防除法를 決定해야 하는데, 雜草의 發生은 그

地域의 氣象條件 및 作物의 種類와 栽培方法과 土壤水分狀態에 따라 그 樣相이 달라진다고 하였다. Dawson and Bruns⁶⁾는 湛水狀態와 밭狀態의 土壤中에 埋沒한 피의 種子는 13년이 지날때까지는 약 3%의 發芽力이 있으나 15年後에는 完全히 發芽力을 잃고, 種子를 風乾狀態로 保管하였을 때에는 15年後에도 82%의 發芽力이 있다고 報告하였다. 한편, 金·片岡¹⁰⁾은 雜草의 草種에 따라 發芽時에 酸素要求度가 다르며, 같은 雜草의 種子라도 그 前歷에 따라 發芽時의 酸素要求度가 다르고, 一般적으로 酸素濃度가 低下하면 雜草種자가 發芽하더라도 幼根이나 幼芽의 生育이 障害를 받는다고 하였다. DeDatta et al⁸⁾에 依하면 1ha의 밭圃場을 除草하였는데 320~780時間의 勞動力이 所要되나, 논밭에서는 100時間의 勞動力이 所要된다고 하였는데, 一般적으로 土壤의 水分狀態에 따라서도 雜草防除法과 防除의 難易가 다르다.

土壤의 水分狀態에 따라 雜草의 發生樣相이 달라

* 高麗大學校 農科大學 農學科

* Dept. of Agronomy, College of Agriculture, Korea University, Seoul, Korea

지는데, 水深이 깊어지면 피와 같은 禾本科雜草의 發生이 적어지고 방동산이類와 廣葉雜草의 發生比率가 많아진다는 여러 報告가 있다.^{22, 3, 8, 12, 15)} 벼를 湛水栽培하면 水深에 따라 雜草의 發生樣相이 달라지기도 하지만 除草劑에 對한 藥效와 藥害의 反應도 달라지며 또한 水温에 따라서도 그 反應이 달라지기도 한다.^{7, 9)} 佐藤¹³⁾과 杉谷¹⁴⁾에 依하면 水深을 10cm 以上으로 維持시키면 피의 發生이 抑制되어 피에 依한 水稻의 收量競合이 없다고 하였으며 水温이 낮을 때는 높을 때보다 水深이 깊어야 피의 發生抑制의 效果를 얻을 수 있다고 하였다. Ahmadi et al¹¹⁾에 依하면 피에 對한 發芽後除草劑의 效果는 圃場容水量 以下の 水分狀態에서 減少하였다고 하며, West et al¹⁶⁾은 diclofop으로 피를 防除할 때 10% 以上の 土壤水分含量이 要求되며 土壤水分含量의 影響은 溫度가 낮아 피의 生育이 遲延될 때 크고, 溫度가 높아 生育이 빨라지면 比較的 影響이 적다고 하였다.

아직까지 圃場에 따라서는 논과 밭에서 피가 問題가 되고 있으며 農耕地의 周邊에 發生이 많이 되고 있기 때문에 雜草防除가 疎忽하거나 除草劑의 使用이 中止되거나 多年生雜草만을 對象으로 한 除草劑를 普及하게 되면 가장 빠르게 논과 밭의 優占雜草로 등장할 潛在力이 있는 피의 發生樣相을 究明하고자 水深을 달리하여 試驗한 結果를 報告하는 바이며 實驗費를 支援하여 주신 高麗大學校에 感謝를 表합니다.

材料 및 方法

本 試驗은 1985年에 서울 城北區 安岩洞의 高麗大學校 農科大學 實驗圃場에서 實施하였는데 完全히 休眠이 打破된 피種자를 確保하기 爲하여 경기도 양주군 와부면에 所在한 高麗大學校 附屬農場에서 1984年 벼를 栽培하지 않고 피의 生育이 茂盛하였던 畚圃場의 表土와 피種자를 自然狀態에서 越冬한 後에 1985年 4月 7日 採取하여 15日間 風乾시킨 다음 피種자를 고르게 混合하여 5mm 체로 쳐서 保管한 것을 供試材料로 利用하였다. 處理方法은 面積이 95cm²인 프라스틱원통을 30cm 길이로 잘라서 各 水深에 맞게 土壤을 눌러서 채운후 큰 고무 용기에 통을 세운 다음 나머지 空間에는 모래를 채워 固定시켜서 水深을 調節하였다. 湛水處理는 中

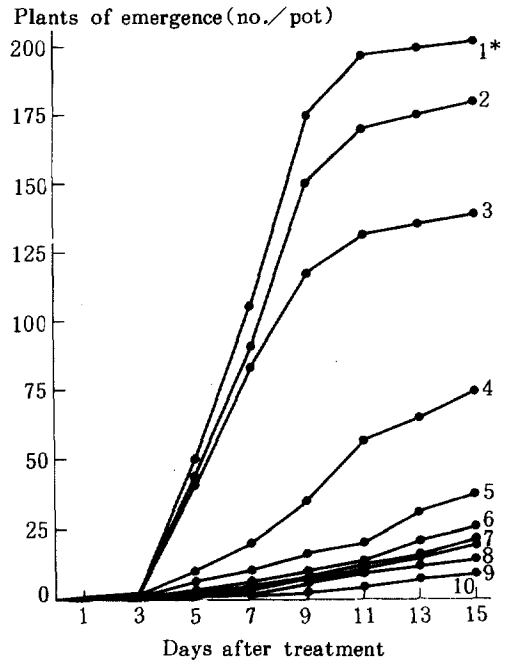
部地方의 本畚準備期인 5月 18日에 하였으며 水深은 -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24cm 등의 4cm 間隔에 10段階로 하여 完全任意配置法 9 反覆으로 하였다.

水深은 每日 2回 調節하였으며 35日後에 試驗이 끝나므로 施肥는 하지 않았다. 每日 出芽個體數를 調査하고 35日後인 6月 23日에 뿌리가 상하지 않게 흙을 수도물로 洗滌한 後 發芽個體數·發芽深度·草長 등을 調査하고 地上部를 100℃ 乾燥器에 24時間동안 乾燥시킨 후 乾物重을 秤量하였으며 發芽深度는 中莖(mesocotyle)의 길이로 測定하였다.

結果 및 考察

試驗에 使用한 土壤은 砂壤土로써 保水力과 透水力이 良好하였고 供試된 全土壤에 피種자가 고르게 分布하고 있었다.

그림 1에서 보는 바와 같이 乾燥한 土壤에 湛水處理를 하였을 때 處理後 4~5日부터 피가 出芽하



* Treated water depth ; 1.-12 cm, 2.-8 cm, 3.-4 cm, 4. 0 cm, 5. 4 cm, 6. 8 cm, 7. 12 cm, 8. 16 cm, 9. 20 cm, 10. 24 cm,

Fig. 1. Number of barnyardgrass daily emerged after treatment with different water depth.

Table 1. Effect of different water depth on germination and growth of barnyardgrass on 35 days treatment.

No.	Treatments Water depth(cm)	Plants of emergence (no./pot)	Dry weight of shoot (g/pot) (mg/plant)		Soil depth of germination (cm)	Plant height (cm)	Days to emergence
1.	- 12	204 a*	2.50 a	12.4 bc	3.35 a	12.1 e	8
2.	- 8	182 b	2.44 a	13.4 b	3.00 b	14.0 bcd	8
3.	- 4	137 c	2.38 a	17.7 a	2.11 c	15.9 a	8
4.	0	73 d	1.38 b	18.7 a	0.90 d	13.7 d	10
5.	4	48 e	0.61 c	12.7 b	0.75 d	13.9 cd	11
6.	8	34 f	0.34 d	10.1 c	0.58 e	15.4 ab	11
7.	12	30 fg	0.20 de	6.6 d	0.56 ef	15.3 abc	11
8.	16	21 gh	0.13 de	6.2 de	0.41 fg	15.4 ab	11
9.	20	19 h	0.08 e	4.3 ef	0.32 g	13.9 d	12
10.	24	16 h	0.06 e	3.4 f	0.31 g	11.7 e	13
LSD (5%)		9.46	0.221	2.30	0.164	1.43	-

* Average of nine replications.

* Means with the same letter are not significantly different.

기 시작하여 處理後 15日까지 出芽가 계속되었는데 完全湛水가 되지 않은 處理에서는 湛水處理後 7日을 前後하여 皮의 出芽率이 높았던 것은 이 處理들이 일반적인 發芽의 必須條件인 酸素·溫度·水分 등이 適當했기 때문이라 생각된다. 水深이 낮을수록 土壤中에 酸素가 많이 함유하고 酸素의 含量差異에 따라 皮의 出芽率이 달라지는 데 水深이 0cm로 土壤水分이 飽和狀態에서도 皮의 出芽가 比較의 良好하였으나 湛水深이 4cm 以上에서는 깊어질수록 出芽率이 減少하고 出芽速度도 늦어졌다. 그러므로 皮의 發芽 및 出芽가 水深의 差異에 依하여 影響을 받아 出芽速度와 出芽率이 差異가 나는 것은 土壤과 물의 溫度때문이기도 하겠지만 酸素含量이 가장 크게 影響을 준다고 생각된다.

표 1을 보면 pot當 皮의 出芽個體數는 水深이 깊어질수록 減少하고 거의 모든 處理間의 差異는 有意性이 認定되었다. 出芽한 皮의 生育狀態를 比較하기 爲하여 處理後 35日에 地上部乾物重을 調査하여 pot當 乾物重과 皮의 個體當 乾物重을 比較한 結果 處理 pot當 乾物重은 出芽個體數와 比例하여 出芽量이 많은 處理에서 높았으나 皮의 個體當 乾物重은 水深이 0cm인 飽和狀態에서 18.7mg으로 最高에 이르고 이보다 水深이 낮아지거나 높아질수록 漸次 減少하였다. 이것은 水深이 낮을수록 土壤通氣가 좋아져서 皮의 生育에 有利하다는 一般의인 생각과 相反되지만 本 試驗에서는 95cm²當 137, 182, 204個 등으로 너무 많은 皮가 發生하여 皮의 種內競合(in-

traspecific competition) 때문에 生計 結果로 思料되며 水深이 깊은 處理에서 0cm의 水深에서보다 皮의 發生量이 적으면서도 個體當 乾物重이 적어서 生育이 良好하지 못한 것은 물 때문에 酸素와 光의 供給이 원활하지 못하여 軟弱하게 生育한 結果이다. 水深이 12cm 以上에서 個體當 乾物重도 크게 減少하여 6.6mg 以下이지만 實驗中에 觀察한 바에 依하면 葉身이 完全히 展開되지 못하고 거의 披針型으로 伸長하여 水面위에 直立하지 못하고 떠있는 狀態였다.

一般的으로 一年生雜草의 土壤中에서 發芽深度는 2cm程度까지라 알려져 있으나 本 試驗의 結果로 보면 皮의 發芽深度는 土壤의 水分狀態에 크게 影響을 받았다. 水深이 깊어 질수록 皮의 發芽深度가 알아지고 0cm 以上の 水深에서는 一般的으로 얕은 편이었다. 水深이 -12cm인 處理에서는 平均 3.35cm의 土深에서 發芽가 되었고 土深이 깊어 질수록 出芽되는 個體數가 減少하지만 10cm의 土深에서도 發芽하여 出芽되는 個體가 있었다. 0cm 보다 깊은 水深에서는 거의 差異가 없었으나 水深이 깊어 질수록 알아지는 傾向이었다. 處理後 35日에 皮의 平均草長은 處理間에 一率의인 差異를 보이지 않았으나 이것은 出芽量과 出芽深度 및 水深의 差異에 依하여 다른 影響을 받았기 때문이라 思料된다. 平均 出芽日數를 구해 보면 水深이 깊어 질수록 增加하는 傾向이었다.

湛水處理後 35日까지 出芽하여 生育한 皮의 草長

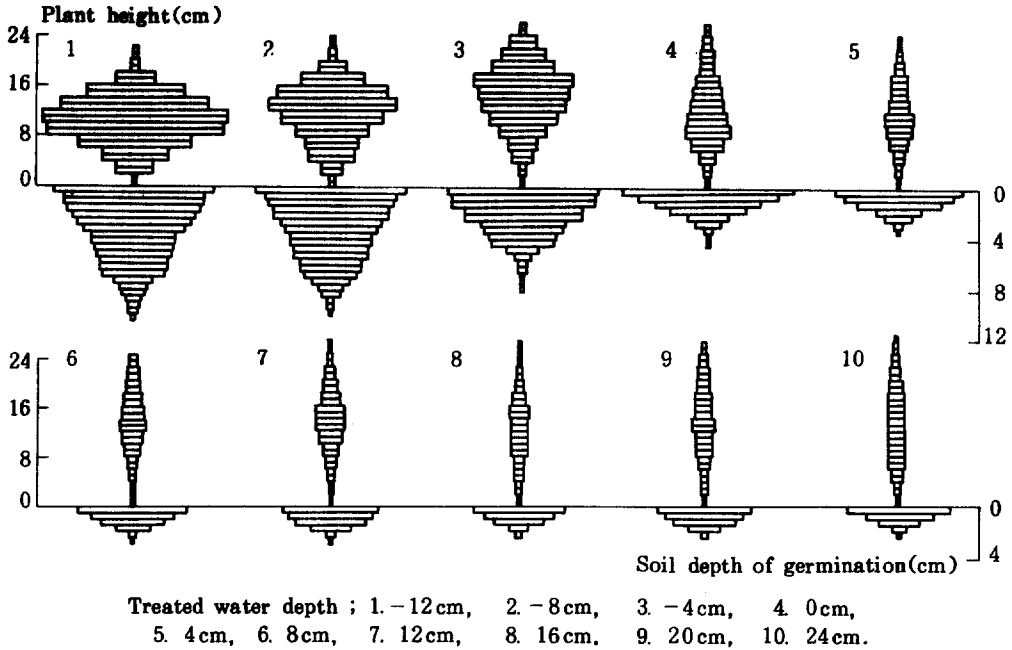


Fig. 2. Distribution of plant height of barnyardgrass and soil depth of germination in different water depth on 35 days after treatment.

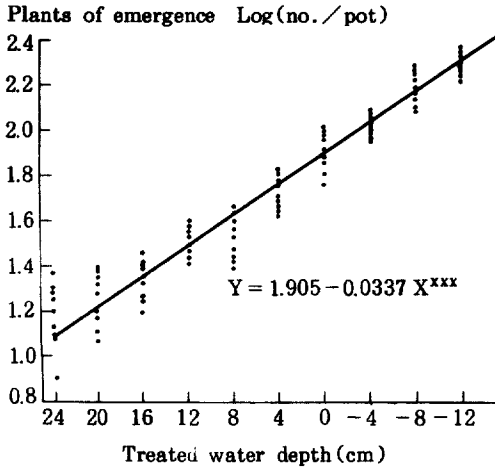


Fig. 3. Linear regression between logarithmic transformation of emerged plant number per pot and treated water depth on barnyardgrass.

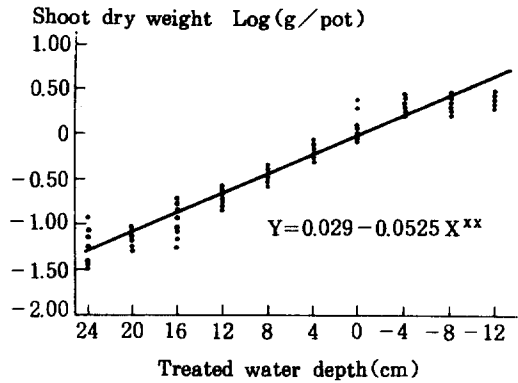


Fig. 4. Linear regression between logarithmic transformation of shoot dry weight per pot and treated water depth on barnyardgrass.

과 出芽土深의 分布를 그림 2에서 보면 모든 處理에서 草長은 平均値를 上·下로 하여 거의 正規分布를 나타내고 있으나, 피의 發芽量은 表土에 가까울수록 많았고 土深이 깊어 질수록 적어졌으며 處理間에는 水深이 깊어질수록 出芽量도 적어지고 發芽

深度도 알아지는 傾向이 뚜렷하였다. 水深에 따른 피의 草長은 表 1에서처럼 거의 差異가 없었으나 出芽量이 적은 處理에서도 分布는 비슷한 傾向이었다.

그림 3, 4에서 보는 바와 같이 pot 당 地上部 乾物重·토양의 出芽深度 등을 logarithm으로 變型시켜 나온 값과 處理水深과의 回歸直線을 求하였더니 高度의 有意性이 있었다. 以上과 같은 本試驗의 結果를 考察해 보면 湛水狀態인 논에서 피의 發

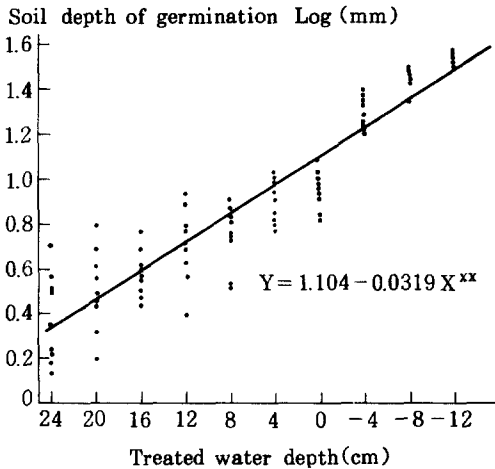


Fig. 5. Linear regression between logarithmic transformation of germinated Soil depth and treated water depth on barnyardgrass.

芽深度는 2cm 정도까지이지만 土壤通氣가 좋은 밭에서는 피의 發芽土深이 10cm 이상까지도 내려갈 것으로 思料된다. 그리고 논狀態라 하더라도 移秧前에 整地狀態가 不良하여 灌水時에도 水面위로 突出한 흙덩이가 있는 圃場에서나 移秧後에 가뭄으로 因하여 灌溉狀態가 不良한 논에서는 피의 發生樣相이 크게 相異할 것으로 思料된다. 논에서는 벼나 피 및 다른 雜草에 生理的인 水分缺乏狀態까지는 이르지 않지만 논에서 물관리가 不良하면 피의 發生이 蔓延할 것으로 생각된다. 一般的으로 벼를 栽培하는 논에서는 피가 아무리 많이 發生하더라도 피의 種內競合(intraspecific competition)은 일어나지 않는다. 水稻를 栽培할 때는 灌水深이 깊어도 벼의 生育에는 큰 影響이 없으나 피의 發生과 生育은 크게 抑制되므로 灌水處理를 하면 特히 벼의 生育初期에 灌水處理를 하면 피에 依한 被害를 減少시킬 수 있다. 한편 水稻栽培에서도 灌溉가 不良하여 피의 發生과 生育이 旺盛해지면 벼와 피의 種間競合(interspecific competition)이 크게 일어남으로 피에 依한 벼의 被害가 增加할 것이다. 本試驗의 結果에 依하면 8cm 以上の 灌水深에서는 피의 發生도 적지만 發生한 피의 生育狀態도 극히 軟弱하므로 充分한 물이 있어 灌溉를 圓滑히 할 수 있다면 移秧栽培를 主로 하는 우리나라의 水稻作에서는 물이 公害 없는 除草劑의 役割을 할 수 있을 것이다.

摘 要

土壤의 水分狀態가 피의 發生과 生育에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 完全히 休眠이 打破된 피種子가 高르게 섞인 砂壤土를 使用하여 灌水深을 -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24cm 等の 10段階로 處理한 後 每日의 出芽個體數, 出芽深度, 乾物重 等を 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 灌水深이 깊어질수록 피의 發生量은 減少하였고 生育도 軟弱해 졌으며 水深 24cm까지도 出芽가 可能하였으나 正常的으로 生育이 되지 않았다.
2. 水深이 얇은 處理에서 發生한 피의 生育이 좋았으나 8cm 以上の 水深에서 發生한 피는 生育이 극히 軟弱하여 水面위에서 直立이 되지 않았다.
3. 灌水狀態下에서는 피의 發芽深度가 대부분 2cm 程度였으나 土壤의 水分이 飽和狀態 以下가 되면 發芽深度가 깊어지고 10cm 以上の 土深에서도 出芽가 可能하였다.
4. 土壤의 水分狀態가 피의 發生과 生育에 크게 影響을 미치는 것은 酸素含量의 差異때문이라 思料된다.

引 用 文 獻

1. Ahmadi, M. S., L. C. Haderlie and G. A. Wicks. 1980. Effect of growth stage and water stress on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and on glyphosate absorption and translocation. *Weed Sci.* 28 : 277-282.
2. 荒井正雄. 1962. 水田雜草의 生態と其의 防除法. *雜草研究* 1 : 15-22.
3. 荒井正雄·大規誠. 1951. 水深と水田野生稗의 發芽生育との 關係. *農及園.* 26(3) : 367.
4. 千坂英雄. 1966. 水稻と雜草의 競爭. *雜草研究* 5 : 16-22.
5. Dawson, J. H. and V. F. Bruns. 1975. Longevity of barnyardgrass, green foxtail, and yellow foxtail seeds in soil. *Weed Sci.* 23 : 437-440.
6. DeDatta, S., J. Park and J. Hawes. 1968. Granular herbicides for controlling grasses and other weeds in transplanted rice. *Int. Rice Commission Newsletter.* 17(4) : 21-29.
7. 具然忠·吳潤鎮·李鍾薰. 1982. 灌水深에 따른 雜草發生 狀態와 除草劑 效果에 미치는 影響. *韓雜草誌.* 2 : 47-52.

8. IRRI Annual report. 1968. Effect of water management practice on the growth characteristics and grain yield. Agronomy Dept : 206-208.
9. 金吉雄·安壽奉. 1975. 除草劑에 對한 水稻 品種間 反應. I. 水深 및 溫度處理가 除草劑의 作用에 미치는 影響. 韓作誌. 20 : 148-151.
10. 金昭年·片岡孝義. 1978. 主要雜草種子의 發芽時 酸素要求. 韓作誌. 23 : 145-149.
11. 吳潤鎮·具然忠·李鍾薰·咸泳秀. 1981. 最近 韓國의 는 雜草分布에 關하여. 韓雜草誌. 1 : 21-29.
12. 박진구·손양·정규용. 1973. 관수깊이 정도가 잡초의 발생 및 벼 생육에 미치는 영향. 농시보 15 : 61-68.
13. 佐藤康. 1952. 野生稗に關する研究概觀. 農及園. 26(10) : 1047-1050.
14. 杉谷文之. 1953. 水稻の深水直播栽培法. 農及園. 28(1) : 17-20.
15. 田中稔. 1951. 水田における野生稗の被害と防除法. 農及園. 26(7) : 747-750.
16. West, L. D., J. H. Dawson and A. P. Appleby. 1980. Factors influencing barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control with diclofop. Weed Sci. 28 : 366-371.