

옥수수의 形態的 變化와 生長 發育 段階

朴炳勳 · 楊鍾成 · 姜正勳*

Growth Stages of Maize (*Zea mays*, L.)

Park, B. H., J. S. Yang and J. H. Kang*

ABSTRACT

The purpose of this paper is to define and describe a series of growth stages for maize cv. MTC-1 (early) and Suweon No. 19 (late) that are easily identifiable by both professional agronomists and farmers. Plants were grown at a density of 60cm row with plant spacing of 15cm at six different seeding times in 1980.

Leaf development indices with ten grades (LDI) were identified and defined in accordance with the development of a leaf blade. Leaf appearance rate (LAR) was ca. 3 days and it was not influenced by the variety or seeding time.

The elongation of the first internode above the ground level began in a month after emergence and it corresponded to the 8th or 9th leaf stage. Internodes elongated in regular sequence of node position. The morphological change of silks related closely with the development of kernel.

The duration of generative development was not influenced by varieties and seeding time but that of vegetative growth was influenced. A new scheme for the maize which was made by the developed leaves, visible nodes above ground level, morphological change of silks and development of kernel was proposed.

緒 言

作物의 生長發育을 여러 段階로 나누고, 이를 正確히 記述함은 試驗研究 分野에서는 물론 作物栽培 面에서도 有用할 것이다.

Feekes(1941), Keller et al.(1974), Large(1974), BBA(1979), BSA(1979), Waldren et al.(1979)은 小麥, Fehr et al.(1971)은 콩, Vanderlip et al.(1972)은 수수, Zadoks et al.(1974)은 벼, Jahn(1978)은 잡두, Park(1980)은 禾本科 牧草의 生長發育을 여러 Stage로 區分하고, 그 形態的 特性을 記述하였다.

한편 옥수수의 生育 Stage에 對해서는 Hanway(1963)가 報告한 바 있으나, 이는 옥수수의 全生育

期間을 一定한 日數로 나누어, 10 Stage로 區分한 바 實際 活用하는데 있어서는 多少 非合理的인 面이 있어 筆者들은 Stage의 區分을 生育日數에 依하지 않고 좀 더 正確하고 容易하게 識別할 수 있는 植物體의 形態的 特性으로서 區分하는데 重點을 두고 試驗한 바 그 結果를 여기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗은 早生種 MTC-1과 晩生種 水原 19 號를 供試하여 1980年 4月 25日부터 6月 24日까지 12日 間隔으로 6播種期를 두고 分割區配置法 3反覆으로 實施하였다.

播種은 畦幅 60cm, 株間 15cm로 2粒 點播하여 出

*畜産 試驗場

*Livestock Experiment Station, ORD, Suweon, Korea 170

現後 1葉期에 軟弱한 個體를 除去하고, 健全한 1 個體만을 完熟期까지 生育, 管理하였다.

施肥量은 窒素, 燐酸, 加里를 成分量으로 각각 20, 15, 15 kg/10a 施用하되 窒素는 50%를 基肥로, 나머지는 追肥로 2回 分施하였으며 其他 肥料는 全量 基肥로 施用하였다.

調査方法에 있어서는 幼苗出現後 生育이 中庸인 것을 每區當 10 個體씩 嚴選하여 調査 對象으로 하였고 生育하는 동안 障害을 받았다고 認定되는 個體나 中庸을 벗어나는 個體는 調査 對象에서 除外하였으며, 殘餘個體에서 出葉樣相, 莖의 發達 및 雌穗發達過程 등을 每週 2回 調査하였다.

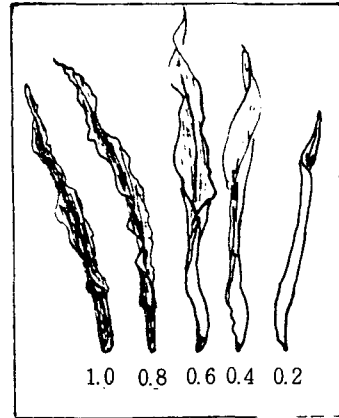


Fig. 1. Leaf development index of maize.

結果 및 考察

1. 葉發育指數(LDI : Leaf Development Index)

葉은 葉身과 葉鞘로 構成되어 있는데 植物體 속에서 葉身이 먼저 伸長하고 葉鞘는 나중에 伸長한다.

葉身과 葉鞘의 區分은 植物體 속에서 葉鞘가 약 0.5 cm 정도 伸長하였을 때 肉眼으로 判別할 수 있는데(그림 1) 葉身과 葉鞘의 基部에 있는 部間分裂組

織(Intercalary meristem)에서 細胞數의 增加 및 細胞의 肥大 등으로 葉身의 先端이 밖으로 나오게 된다. 이와 같이 生長하는 葉身은 一定한 期間이 經過하면 外部로 葉身의 基部(葉舌)가 露出되어 生長을 完了한다(Klapp, 1971).

그런데 葉身의 先端이 出現할 때부터 葉身의 基部가 出現할 때까지 그 發育程度에 따라 表 1과 같이 10等級(LDI)으로 區分할 수 있다. 이와같은 LDI

Table 1. Leaf Development Index(LDI) of Maize.

LDI	Description
0.0	Tip of leaf blade is not visible yet.
0.1	Tip of leaf blade is visible but leaf blade rolled completely.
0.2	Tip of leaf blade is visible and unfolded. A little longer than stage 0.1
0.4	About 1/3 of leaf blade unfolded and longer than stage 0.3
0.6	1/2-2/3 of leaf blade unfolded and longer than stage 0.5
0.8	4/5-9/10 of leaf blade unfolded and longer than stage 0.7
0.9	Leaf blade unfolded completely but leaf base is not visible yet.
1.0	Leaf blade is completely developed and leaf base is visible.

를 적용하면 微微한 植物生長量 및 發育狀態를 調査할 수 있어 生育調査時 하나의 尺度로써 活用할 수 있었다.

2. 葉出現率(LAR : Leaf Appearance Rate)

前述한 LDI와 完全展開된 葉數로 植物體의 初期發育狀態를 正確히 表現할 수 있었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 第5葉이 完全展開되고 第6, 7, 8, 9葉이 各各 LDI 0.8, 0.6, 0.4, 0.2라면 이 植物體의 發育狀態를 5.8.6.4.2로 表記할 수 있다. 그리고 各葉位別로 發育中인 葉들의 相互關係를 보면 表 2와

같다.

即 發育中인 葉들은 伸長이 同時에 이루어지며 이들 葉中에서 오래된 葉이 完全展開됨과 同時에 次位新葉이 出現한다. 여기에서는 前葉의 先端이 出現하는 時點에서부터 次位葉의 先端이 出現할 때까지의 期間을 葉出現率(LAR)로 하고, 이를 調査한 바 그 結果는 表 3과 같다.

LAR은 平均 3.2日로써 品種間에는 差異가 없었으나, 栽培時期를 移動함에 따라서는 差異가 있어, 6月上旬까지는 播種期가 늦을수록 葉出現이 多少 빠른 傾向을 보였다.

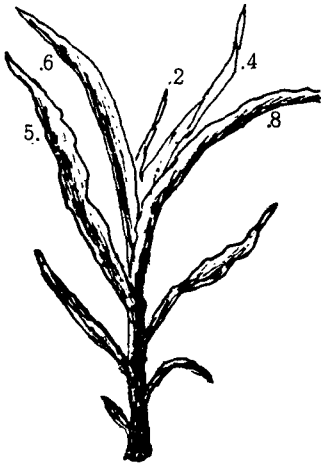


Fig. 2. Growth stage L₅; Maize plant with collar of 5th leaf visible and developing leaves of 6, 7, 8, and 9th.

Table 2. Indices of expanding maize leaves.

LDI	Indices Successive leaves										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
5.8.6.4.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	-	-
6.7.5.3.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	-	-
7.8.5.2.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.5	0.2	0.1	-

Table 3. Leaf Appearance Rate(LAR) in response to seeding times and varieties of maize

(1980)
unit: days

Variety Seeding time	MTC-1 (early)	Suweon No. 19 (late)	Mean
April 25	3.6	3.4	3.5
May 7	3.2	3.2	3.2
May 19	2.9	3.1	3.0
May 31	2.8	3.1	3.0
June 12	2.9	3.0	3.0
June 24	3.1	3.2	3.2
Mean	3.1	3.2	3.2

이와같이 一定한 間隔으로 出現하는 葉數와 現在 發育中인 葉身의 發育指數(LAI)를 適用하여 植物體의 生育程度를 表示할 수 있었으나, 全生育期間을 通해서는 不可能하였다. 즉 生育이 進展됨에 따라 下位葉은 消滅되어 그 形體를 識別할 수 없어 初期 發育調査에서는 葉이 하나의 좋은 形質이지만 全生育期間을 通해서는 不適合하였다.

3. 莖의 發達

莖은 節과 節間으로 構成되는데 生育 初期에는 節間伸長이 없이 마디들이 地中 또는 地表面 부근에 集積되어있다가 어느 Stage에 到達하면 一定한 節位에 該當되는 節間이 伸長하여 위로 솟게된다. 그림 3에서 보는 바와 같이 出現後 18日齡에서는 아직 節間이 伸長되지 않고 節들이 서로 포개져 있는 狀態이지만 30日齡에서는 地上部 第1節間이 伸長되고 42日齡은 地上部 第1節間の 伸長이 完了되며 第2, 第3節間이 伸長中임을 볼 수 있다. 그리고 地上部 第1節間이 伸長하면 이미 이 植物體의 節數는 決定된다.

一般적으로 節間伸長은 地上部の 第1節間부터 始作하여 次上位 節間이 차례로 伸長하는데, 第 8~9 葉期에 到達하면 地上部の 第1節이 發達하여 外部에서 識別할 수 있다. 이와 같은 節의 露出은 그림 4와 같이 發育이 進行됨에 따라 節位別로 露出되는데 이는 發育 Stage를 定하는데 좋은 形質이 될 수



Fig. 3. 1st internode elongated, elongating internode of 2nd and 3rd, and inflorescence visible in 42 days old plant. Inset shows rudimentary ear(left).

Beginning of internode elongation and inflorescence visible in 30 days old plant (mid).

Before elongation of internode and growing point visible in 18 days old plant (right).

있었다.

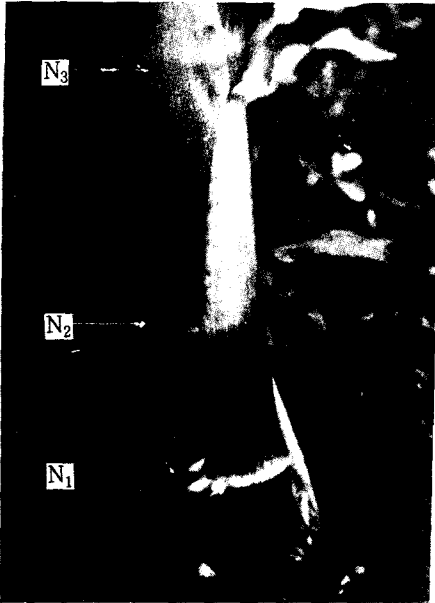


Fig. 4. Growth stage N₃ : Plant with 3rd node above ground level visible.

4. 雌穗의 發達

節間伸長이 開始되고 雄穗의 發達이 相當히 進展된 42日齡에서 이미 1~2個의 雌穗始原體가 形成되었다(그림 3). 形成된 雌穗는 植物體 속에서 發達하여 外部로 出現하는데 苞葉의 先端이 먼저 나오 고, 그 後에 出絲한다. 그리고 雌穗發育이 進展됨에 따라 암술(Silks)이 變色, 乾燥됨과 同時에 內部에 서는 種實이 發達하게 된다. 이와 같이 Silks의 變色 및 乾燥程度가 內部의 種實發達과 關係가 있었다(그림 5).

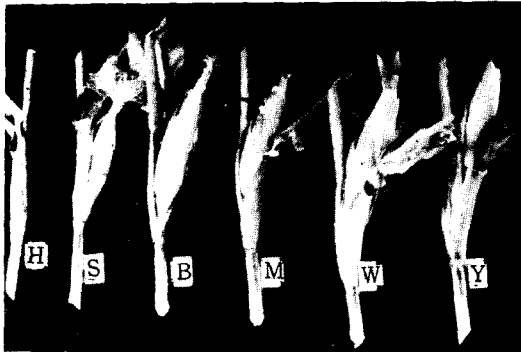


Fig. 5. Development process of ear ; H__, S__, B__, M__, W__ & Y__ stage(from left to right)

雌穗의 苞葉先端이 出現하는 時期에는 子房이 種實苞에 싸이며, 아직 受精이 되지않고 Silks가 모두 子房에 附着되어 있으며, 出絲期에는 子房이 肥大하기 始作하여 子房上部가 苞에서 露出되어 있고, Silks의 先端에 粘性物質이 있어 受精能力을 갖게 된다.

Silk의 上端이 外形적으로 若干 黑褐色으로 變하고 乾燥되면 受精이 完了되고 子房이 肥大되어 種實의 1/2~1/3 部分이 種實苞에서 露出되며 種實의 內容物은 아직 乳色狀態가 아니었고, Silks의 大部分이 種實에서 分離되어 있다.

外部로 露出된 Silks가 完全히 黑褐色으로 變하였으면 種實內容物이 乳色(乳熟期)이며, 種實內에 三角柱 形態의 Embryo가 形成되고 黑層(Black layer)은 아직 肉眠으로 判別할 수 없었다.

Silks의 可視部位가 黑色에 가깝고 完全히 乾燥되면 種實內에는 固形物이 蓄積되어, 蜜蠟狀態이나 種實을 손톱으로 누르면 쉽게 눌러진다. 그리고 Embryo는 完全히 發達하였으나 黑層은 아직 肉眠으로 보이지 않는다.

Silks의 흔적만이 남고 雌穗의 苞葉이 黃色을 띠고 있으면 種實이 단단하게 되어 손톱으로 누르면 조금 밖에 눌러지지 않으나 黑層을 肉眠으로 볼 수 있어 生理的 熟期임을 알 수 있었다.

5. 生育 Stage

옥수수 的 生長發育 過程中 變化되는 形態는 生育 Stage를 定하는데 하나의 기준으로 삼을 수 있다. 그러나 生育 stage를 定하는데 利用되는 形質은 容易하게 識別할 수 있고 누구나 쉽게 活用할 수 있는 形質이어야 한다.

옥수수는 播種 後 發芽하여 生育 初期에는 第2項에서 提示된 바와 같이 規則적으로 葉이 出現하며 生育이 進展됨에 따라 節間이 伸長하여 地上部의 節이 時差를 두고 節位別로 露出되며 雌穗가 나오 고 雌穗가 發達하여 熟期에 이르는 過程으로 一生을 마 치게 된다.

이와 같은 生長發育 過程에서 Stage를 定하는데 是 前述한 條件에 알맞는 形質로서는 完全展開된 葉數, 地上部에 露出되는 節數, 雌穗의 外形의 인 變化 및 種實의 發達 等이었다.

한편 生育stage의 表記方法에 있어서는 Feekes (1941), Large (1954) 等은 아라비아 숫자로, Keller et. al. (1954), BBA (1979) 等은 Stage의 順位에 따

라 Alphabet 로, Zadoks et. al.(1974), BSA(1979) 등은 Code No. 로表記하였으나, 이들은 各各 長短點이 있어 筆者 등은 表 4 와 같이 兩者의 長點을 살려 折衷式을 擇하였다.

여기에서 Alphabet 는 Development phase 를 數字는 Development stage 를 뜻하며 Stage 를 더 細分할 必要가 있을 때는 1 - 9 의 數值로 두째자리까지 使用할 수 있다.

出現부터 地上部 第 1 節이 露出되기 直前까지를 葉形成期(L - Phase : Leaf), 地上部 第 1 節이 露出될 時期부터 雌穗의 苞葉先端이 出現되기 直前까지를 節肥大期(N-Phase : Node), 雌穗의 苞葉先端이 出現할 때부터 完熟期까지를 雌穗發育期(E - Phase : Ear) 등으로 區分하였다.

葉形成期 및 節肥大期에서는 完全展開된 葉數와

節이 肥大되어 外部에서 識別할 수 있는 節數 등으로 各 Stage 를 區分하였으며 雌穗發育期는 雌穗의 苞葉이 出現하는 時期를 苞葉期(H-Stage : Husks), Silks 가 나오는 때를 出絲期(S-Stage : Silks), Silks 의 形態的인 變化와 種質의 發達程度에 따라 水苞期(B-Stage : Blister), 乳熟期(M-Stage : Milk), 糊熟期(W-Stage : Wax), 黃熟期(Y-Stage : Yellow), 完熟期(R-Stage : Ripe) 등으로 區分하였다(表 4).

6. Stage 別 生育期間

다른 作物에서와 마찬가지로 옥수수도 營養生長期間과 生殖生長期間이 있는데, 生殖生長 初期는 解剖하지 않고서는 肉眼으로 識別할 수 없으며 따라서 營養生長期와 生殖生長期를 雌穗의 苞葉先端이 出現하는 時點을 基準하여 區分하였는 바 이 時期는 營養

Table 4. A descriptive scheme for the growth stages of maize.

Growth - phase , - stage	Identifying characteristics for field use
L -	<u>formation of leaves</u>
L ₁	The collar of the 1st leaf is visible.
L _{1.5}	The collar of the 1st leaf is visible and the 2nd leaf is half developed.
L ₂	The collar of the 2nd leaf is visible.
⋮	⋮ ⋮
N -	<u>thickening of nodes</u>
N ₁	The 1st node is visible.
N ₂	The 2nd node is visible.
⋮	⋮ ⋮
E -	<u>development of ear</u>
H	husk stage: The tip portion of husk or of silk is just visible (3-4cm). Ovules are completely in glumes, not yet fertilized. Silks are attached at all ovules of ear in husks. tasseling time.
S	silking stages: Silks are showing, clammy and cohered each other when squeeze with a hand. Top of young kernels in husk is visible.
B	blister stage: The tip portion of silks are brown color and dried(carotin contents high). 1/3-1/2 portion of young kernels at middle of ear is visible. Contents of kernels is watery.
M	milk stage(prephase): Contents of kernels is thick fluid/milky. The visible portion of silks is completely dark brown color and dried. Glumes between kernels are invisible. Color of husks is still green. Triangular embryo is built but small.
W	wax stage(postphase of milk stage): Contents of kernel become fast but still pappy or doughy. Color of husks is light green. Kernels are easily pressed with finger nail. Triangular embryo is full developed. Black layer is not yet visible with naked eyes.
Y	yellow ripe stage: Husks are yellowish. Contents of kernels become hard. Black layer is clear with naked eyes. Kernels are still pressed with finger nail.
R	ripe stage: Contents of kernels is hard. Black layer is clear. All kernels are fully dented.

生長期間과 重複되어 있다.

營養生長期間은 表 5 와 같이 早生種에서 41日, 晩生種에서 56日이었으며, 栽培時期가 늦어짐에 따라 早生種, 晩生種 모두 營養生長期間이 短縮되었다.

그러나 生殖生長期間(雌穗發育期)은 早生種에서는 41日, 晩生種에서는 53日으로써 晩生種의 生殖生長期間이 길었지만 栽培時期의 移動에 따라서는 早生種, 晩生種 모두 큰 差가 없었다.

Table 5. Duration of each development stage in corn plant(1980).

Phase or stage Seeding date	Vegetative			Generative							Total
	L-phase	N-phase	Sum	H-stage	S-	B-	M-	W-	Y-	Sum	
<u>MTC-1(early)</u>	*										
April 25	33	19	49	9.0	4.0	6.0	11.0	6.0	6.0	42.0	91.0
May 7	30	13	43	5.0	5.1	5.4	9.1	6.0	7.3	37.9	80.9
May 19	24	16	40	5.8	4.8	4.0	9.0	9.9	6.3	39.8	79.8
May 31	25	14	39	7.8	6.1	4.9	6.8	7.6	6.9	40.1	79.1
June 12	24	14	38	6.1	4.7	5.2	8.4	7.8	8.2	40.4	78.4
June 24	25	13	38	7.0	6.5	7.2	9.7	6.7	7.7	44.8	82.8
Mean	27	15	41	6.8	5.2	5.5	9.0	7.3	7.1	40.8	82.0
<u>Suweon #19(late)</u>											
April 25	36	32	68	4.7	7.3	8.7	14.5	11.4	10.1	56.7	124.7
May 7	29	29	58	5.2	6.0	6.6	13.4	7.2	10.7	49.1	107.1
May 19	27	28	55	5.5	11.3	9.1	9.4	8.9	8.6	52.8	107.8
May 31	27	25	52	4.2	6.5	9.6	13.6	6.7	8.3	49.4	101.4
June 12	28	23	51	4.3	5.3	6.0	12.2	14.2	12.2	54.2	105.2
June 24	26	24	50	5.8	5.5	9.6	11.0	15.2	9.4	56.4	106.4
Mean	29	27	56	5.0	7.0	8.3	12.4	10.6	9.9	53.1	108.8

* days after emergence

營養生長期間을 L- 및 N-Phase로 區分하여 보면 L-Phase는 早生種에서 27日, 晩生種에서는 29日으로써 早·晩生種에 큰 差가 없었으나 栽培時期의 移動에 따라서는 늦을수록 이 期間이 短縮되고 N-Phase는 早生種에서는 15日, 晩生種에서는 27日으로써 큰 差가 있으며 栽培時期의 移動에 따라서는 L-Phase와 같이 早生種, 晩生種 모두 栽培時期가 늦을수록 短縮되었다.

生殖生長期間에 있어서는 H-stage, S-stage, B-stage, M-stage, W-stage, Y-stage 모두 早生種에 比하여 晩生種이 多少 긴 傾向이었으며, 栽培時期의 移動에 따라서는 早生種, 晩生種 모두 큰 差異를 認定할 수 없었다. 이는 Shaw *et al.* (1951)의 報告와 一致하였다.

摘 要

옥수수 生長發育의 한 Scheme을 作成하기 위하여 早生種 MTC-1과 晩生種 水原 19號를 供試하여 19

80年 4月 25日부터 6月 24日까지 12日 間隔으로 6播種期를 두고, 畦幅 60cm에 株間 15cm로 播種하여 本試驗을 實施하였다.

여기에서는 植物體의 主要器官 즉 葉, 莖, 雌穗의 形態의 變化를 主要 調査하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 葉身의 發育을 그 展開程度에 따라 10等級으로 區分하여 Leaf Development Index (LDI)를 定義하였다.

2. 葉出現率(LAR)은 平均 3日으로써 品種間, 栽培時期間 큰 差가 없었다.

3. 出現後 약 1個月 後에 節間이 伸長하기 始作하여 節位別로 伸長하며 地上部 第1節이 露出되는 時期는 第8~9 葉期에 該當되었다.

4. Silks의 形態의 變化는 種實의 發達과 密接한 關係가 있었다(表 4 참조).

5. 營養生長期間은 品種間 및 栽培時期間에 差異가 顯著하였지만 生殖生長期間은 別差異가 없었다.

6. 完全展開된 葉數, 肥大된 節數 그리고 Silks의

形態的變化 및 種實發達 등으로 옥수수의 Scheme
을 提示하였다.

引用 文 献

1. Biologische Bundesanstalt für Land-und Forstwirtschaft. 1979. Entwicklungsstadien bei Getreide-außer Mais-Merkblatt Nr. 27:1.
2. Bundessortenamt. 1979. Hinweise auf das vom Bundessortenamt verwendete System zur Feststellung der Entwicklungsstadien bei Getreide außer Mais. Blatt für Sortenwesen, H:78-79.
3. Feekes, W. 1941. De Tarwe en haar milieu. Vers. 17 Tech. Tarwe Comm. Groningen. 560-561.
4. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood, and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* L. Merrill. Crop Sci. 11:929-931.
5. Hanway, J. J. 1963. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). Agronomy J. 55:487-492.
6. Jahn, K. 1978. Vorschlag zur Einschätzung der Entwicklungsstadien der Futtererbse (*Pisum arvense* L.). Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR. H. 7:139-140.
7. Keller, C., and M. Baggidlini. 1954. Les stades repérés dans la végétation du blé. Rev. romande Agric., Vitic et Arbori, Lausanne 10:17-20.
8. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. 4. Auflage P. 93. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
9. Large, E. C. 1954. Growth stages in cereals: Illustration of the Feekes scale. Plant Pathology 3:128-129.
10. Park, B. H. 1980. Untersuchungen zum Entwicklungsverlauf im Primäraufwuchs von perennierenden Futtergrasern. Dissertation, Giessen.
11. Shaw, R. H., and Thom, H. C. S. 1951. On the phenology of field corn, silking to maturity. Agronomy J. 43:541-546.
12. Vanderlip, R. L. and H. E. Reeves. 1972. Growth stages of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.). Agronomy J. 64:13-16.
13. Waldren, R. P. and A. D. Flowerday. 1979. Growth stages and distribution of dry matter, N, P, and K in winter wheat. Agronomy J. 71:391-397.
14. Zadoks, J. C., T. T. Chang, and C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Eucarpia Bulletin No. 7:42-52.