

황색종 담배(*Nicotiana tabacum*L.)의 토양중 유효인산의 이용과 그 평가 방법

박 수 준 · 최 정*

한국인삼연초연구소 경작시험장 대구지장 · 경북대학교 농화학과*

UTILIZATION AND EVALUATION OF AVAILABLE PHOSPHORUS IN SOILS FOR FLUE-CURED TOBACCO (*NICOTIANA TABACUM* L.) II. FIELD EXPERIMENT

Park Su-Jun, and Choi-Jyung*

Daegu Branch of Exp. Strn., Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

**Dept. of Agric. Chem., Kyungpook National University*

(Received for Publication, September 25, 1984)

Abstract

Field test were conducted to select the best method for soil phosphorus test and to obtain the critical levels of each method for P fertilizer recommendations based on tobacco production. Truog method was recognized to be the most suitable one for soil P test. N. Carolina, Bray No. 1 and Olsen methods were followed in order. Bray No. 2 and Lancaster methods showed the least satisfaction. The critical levels of available P by Lancaster, Bray No. 1, N. Carolina, Olsen, and Truog methods were 55ppm, 32ppm, 21ppm, 19ppm, and 22ppm, respectively. Below the critical level a large yield response can be expected with 10kg P₂O₅/10a, above critical level little or no response is expected. In soils the more the initial available P, the more available P was carried over, while the more the total amount of silt and clay, the less the residual P was found. The increase in residual P by 10kg of P₂O₅ was greater than that of 5kg/10a. The chemical composition and the price of the cured leaf were not affected by the P₂O₅ application, indicating that the increase in the rate of P₂O₅ application would not exert on the quality of tobacco.

서 론

각종 침출액에 의한 유효인산은 광범한 지역이 아닌 성상이 비슷한 토양에서는 Labile 인산과 상관이 있다(23,36). 이러한 관계가 각종 침

출액을 이용하여 인산의 양적 요인을 정량할 수 있도록 하는 명백한 이유가 제시된다. 또한 이 방법이 유효인산 정량에 보편적으로 이용되는 다른 큰 이유는 토양검정의 목적에 가장 적합하기 때문이다.

일반적으로 토양조건이 다양한 넓은 지역에서 사용할 때는 Olsen과 Bray No. 1법이 우수하였고 Morgan법이 가장 불량하였으며(18) 토양의 pH가 7.0이하인 지역에서는 N. Carolina 법이 우수하였다(42). Van Diest(38)에 의하면 토마토의 인산반응이 New Jersey에서 Egner 법이 가장 우수하였고, Morgan법이 가장 불량하였다. Blancher와 Caldwell (3)이 Minesota에서 행한 커피의 인산반응의 시험결과는 산성 및 알칼리성 토양에서 모두 Morgan법이 우수한 것으로 나타났다. Marten(22)은 Virginia 토양에서 인산반응은 Bray No. 1법이 우수하였다고 보고하였다. 그러나 Bingham(2)이 미국내 유효인산 정량법의 사용실태를 조사한 결과에 의하면 지역과 작물에 적합한 정량방법이 선택되어 사용되는 것이 아니라 그 방법이 만들어진 지역에서 우선적으로 사용되고 있음을 밝혀 유효인산 정량에 문제점이 있음을 지적하였다.

Critical level은 작물, 지역 및 정량방법 별로 모두 달라질 수 있다. Bray No. 1법으로 조사한 밀의 Critical level은 India에서는 11ppm, Mexico에서는 25ppm였으며 (11, 25) 옥수수와 Coastal bermuda의 Critical level은 N. Carolina 법으로 각각 15ppm과 25ppm으로 달라 나타나고 있다(16, 31).

인산 시비량은 토양중 유효인산 함량이 Critical level 이상이면 토양중 유효인산 함량을 유지시키거나 유식물과 이식묘의 활착을 촉진하는 범위에서 결정되고, Critical level 이하이면 수량과 품질에 제한요인이 되지 않도록 식물에 충분한 인산이 공급됨과 동시에 동일한 양을 수년동안 사용할때 토양중 유효인산이 약간 증가하도록 결정한다(18).

Peck (29)은 Medium textured Mollisol과 Alfisol에서 Bray No. 1법으로 유효인산을 1kg/ha 증가시키는데 인산 4kg/ha사용이 필요하다고 하였으며 Rouse(31)은 N. Carolina 법으로 유효인산을 1kg/ha 증가시키는데는 사질토에서는 5~6kg/ha, 점질토양에서 12kg/ha가 필요하였다고 보고하였다. 그러나 Kamprath (17)는 인산

사용량을 배수로 늘리면 최저 사용량에 비하여 잔류인산 함량은 3~6배로 크게 늘어난다고 하였다.

잎담배의 수량 및 품질에 미치는 인산사용의 효과는 양호하게 하였다는 결과(12, 39)와 영향을 미치지 않았다는 결과(1, 8)가 있는가 하면 오히려 저하시킨다는 결과(6, 32)도 있었다. 이와 같은 상이한 결론은 토양중 유효인산 함량을 무시하였거나 정량방법의 부적합성에 기인한 것으로 일반적으로 유효인산 함량이 낮을 때는 인산 사용 효과가 있었고 높은 경우에는 사용효과가 없었을 것이다.

Lolas들(20, 21)과 박, 최(27)는 인산 사용량은 토양중 유효인산 함량에 따라 잎담배에 상이한 효과를 미친다는 사실을 확인하였으나, 잎담배에 적합한 정량방법과 유효인산의 Critical level을 제시하지 않고 있다.

포트시험으로 잎담배에 적합한 정량방법과 토양중 유효인산의 Critical level이 구명되었으나 토양중 유효인산 함량을 기준으로 황색증의 인산시비량을 결정하는 방안을 확립하기 위해서는 포트시험의 결과만으로 충분치 못하므로 반드시 포장시험으로 확인되어야 하며 (35), 또한 토양중 유효인산과 시용인산이 잎담배 및 잔류인산에 미치는 영향이 구명되어야 하므로 본 시험이 수행되었다.

재료 및 방법

달성군 하빈면 현내동 소재 한국인삼연초연구소 대구지장 포장중에서 1981년에는 토양중 유효인산(Lancaster법) 함량이 42ppm~127ppm의 범위에 드는 포장 15개소를 선정하였고, 1982년에는 10ppm~175ppm범위에 드는 포장 18개소를 선정하였다. 선정된 포장에서 채취한 토양의 이화학성은 각각 Table 1 및 2와 같았다.

황색증 NC2326을 온실에서 육묘한것 중 생육이 균일한 것을 1981년 4월 24일과 1982년 4월 15일에 개량말칭으로 휴간거리 90cm 주간거리 45cm로 재식하였다. 제초는 멀칭전환과 동시에

Table 1. Some properties of field soils (1981).

Field No.	Text -ure	pH (1:2.5)	O.M (%)	C.E.C (me/100g)	Available P(ppm)					
					Lanca-ster	Bray No. 1	Bray No.2	N. Caro -lina	Olesen	Truog
1	SL	6.0	1.2	9.8	42	28	53	15	17	16
2	L	5.2	1.2	8.5	45	26	60	13	21	19
3	CL	5.9	1.7	21.0	48	62	52	16	25	32
4	SCL	6.1	1.9	15.4	68	65	81	27	35	32
5	SiL	6.3	0.9	13.6	68	50	88	28	26	32
6	SiL	6.0	0.6	10.3	70	62	91	31	27	33
7	SCL	6.1	1.6	17.4	71	38	93	18	15	29
8	CL	5.0	1.9	16.6	75	65	104	35	40	34
9	SiL	5.0	1.9	10.1	76	30	96	8	11	18
10	CL	5.5	2.3	16.4	86	48	130	42	32	32
11	SCL	6.0	1.4	13.3	102	70	150	38	44	42
12	C	5.8	1.7	18.1	119	75	187	64	42	45
13	SCL	6.0	1.0	14.4	120	87	167	50	43	58
14	L	6.2	1.9	11.1	125	90	162	54	57	60
15	CL	5.9	2.1	22.1	127	92	204	59	53	63

Table 2. Some properties of field soils (1982).

Field No.	Particle size (%)			pH (1:2.5)	O.M (%)	C.E.C (me/100mg)	Available p(ppm)						
	Sand	Silt	Clay				Lanca-ster	Bray No.1	Bray No.2	N. Caro -lina	Olesen	Truog	Water extr.*
1	61	23	16	5.7	1.6	13.1	10	7	9	12	12	24	1.59
2	46	17	37	5.4	0.9	15.6	15	8	9	6	6	7	0.19
3	47	35	18	5.7	1.5	16.1	28	12	45	11	10	14	0.24
4	55	18	27	7.0	1.5	15.6	31	37	43	25	21	27	0.45
5	72	9	19	5.4	0.9	9.7	42	27	55	15	15	18	0.29
6	62	3	35	5.6	1.7	12.5	60	36	72	24	20	26	0.66
7	69	2	29	5.3	1.4	9.4	64	50	81	48	30	44	1.05
8	53	33	14	4.8	1.5	12.2	70	40	97	35	32	28	2.46
9	81	42	15	5.7	1.5	9.2	76	55	123	16	24	28	1.49
10	62	22	16	6.3	1.6	10.0	77	62	119	40	38	32	1.45
11	71	13	26	5.6	1.3	10.3	79	80	101	36	45	29	0.91
12	32	3	65	5.1	2.2	13.1	100	67	150	32	33	28	1.65
13	56	3	41	5.8	1.6	8.3	110	101	148	48	46	54	3.07
14	68	5	27	5.2	1.6	10.0	154	135	178	57	54	63	3.37
15	75	7	18	6.2	1.8	9.2	159	123	182	62	50	65	3.32
16	72	2	26	4.9	1.9	12.5	168	71	285	45	40	39	2.04
17	63	6	31	5.7	1.9	10.8	168	120	268	65	67	72	2.62
18	75	3	22	6.5	1.4	9.7	175	135	258	76	73	80	3.50

* Watanabe, F.S., and S.R. Olsen.

1회 실시하였으며 병충해 방제를 위하여 살균제 1회, 살충제 2회 살포를 양년에 모두 실시하였다. 적심은 1981년 6월 25일과 1982년 6월 19일에 하였으며 액이는 수작업으로 제거하였다. 수확은 각각 4회에 하였으며 벌크건조실에서 건조하였다. 시비방법으로 인산은 0, 5, 10kg/10a 3수준으로 중과석을, 질소 및 칼리는 각각 10kg/10a, 20kg/10a씩 요소 및 황산칼리를 전량 기비로 준비하였다. 시험구 배치는 포장별로 구당면적 8.91m²의 세구로 나누고 3수준 인산 시비구를 난괴법 3반복으로 하였다. 시비방법과 시험구 배치법은 1981년과 1982년 동일하였다.

토양분석은 토양학 실험노트(5), 엽시료 채취 및 분석은 담배 성분 분석법(15)에 의하였다. 잎

담배의 수량 및 품질은 한국인삼연초연구소 담배 시험재배 기준표(13)와 관행방법에 준하여 조사하였으며 결주에 의한 수량의 보정은 Crews와 Jones법(7)에 의하였다. 유효인산의 정량방법은 풋트시험과 동일하였으며 Critical level은 Cate와 Nelson법(4)에 의하였다. 추천 시비량 결정은 Linear Response-and-Plateau(LR P)모델(40)에 의하여 결정하고, Critical level을 기준으로 좌측 토양군을 Low(토양 Category I), 우측 토양군을 High(토양 Category II)등급으로 구분하여 시비량을 추천하였다.

결과 및 고찰

1) 수량반응 ; 1981년과 1982년 인산 사용 수

Table 3. Effect of P-application on yield of tobacco.

Field No.	1981						1982					
	P ₂ O ₅ , kg/10a			Relative yield			P ₂ O ₅ , kg/10a			Relative yield		
	0	5	10	0/10kg	5/10kg	L.S.D 5%	0	5	10	0/10kg	5/10kg	L.S.D 5%
	- Yield, kg/10a -			- 10% -			- Yield, kg/10a -			- % -		
1	214	244	260	82.3	93.8	8.2	226	229	221	100.6	103.9	NS
2	215	255	257	83.7	99.2	6.8	123	140	185	66.7	75.5	23.0
3	173	188	192	90.1	97.9	NS	220	298	285	77.1	104.5	21.6
4	184	188	187	98.4	100.5	NS	240	246	267	90.0	92.1	NS
5	192	193	200	96.0	96.5	NS	148	175	205	72.2	85.0	17.1
6	153	152	165	92.7	92.1	NS	192	200	203	94.6	98.3	NS
7	217	207	261	83.1	79.3	16.2	218	217	225	96.8	96.2	NS
8	255	256	255	100.0	100.4	NS	257	267	252	102.1	106.2	NS
9	152	207	208	73.1	99.5	26.5	163	208	204	80.0	102.2	10.2
10	193	231	207	93.2	111.6	NS	258	264	270	95.3	97.6	NS
11	290	289	294	98.6	98.3	NS	247	261	250	99.0	104.2	NS
12	255	254	251	101.6	101.2	NS	194	203	207	93.8	98.0	NS
13	224	213	208	107.7	102.4	NS	208	217	203	102.5	106.9	NS
14	193	204	183	105.5	111.5	NS	285	280	275	103.5	101.6	NS
15	203	191	211	96.2	90.5	NS	241	244	241	100.2	101.3	NS
16							244	250	253	96.5	98.8	NS
17							251	251	245	102.6	102.3	NS
18							245	238	230	106.2	103.3	NS
Means	207.5	218.1	222.6	93.5	98.3		220.0	232.6	234.5	93.3	98.8	

준별로 잎담배의 수량을 조사한 결과는 Table 3과 같았다.

1981년 선정된 15개 포장 가운데 인산 시용효과가 나타난 곳은 No. 1, No. 2, No. 7 및 No. 9 포장의 4개소로서 토양중 유효인산 함량은 No. 1 42ppm, No. 2 45ppm, No. 7 71ppm, No. 9 76ppm였다. 토양중 유효인산 함량이 86ppm 이상인 포장에서는 인산시용 효과가 없었다.

1982년 선정된 18개 포장가운데 인산 시용효과가 나타난 곳은 4개소로서 유효인산 함량은 No. 2 15ppm, No. 3 28ppm, No. 5 42ppm, No. 9 76ppm였다.

토양중 유효인산 함량이 77ppm 이상인 포장에서는 인산 시용효과가 없었다. Table 3의 결과를 보면 잎담배의 인산 시용효과는 풋트시험의 결과와 같이 유효인산 함량(Lancaster법)이 낮은 포장에서 유효인산 함량과 일정한 경향을 보이지 않아, 유효인산 함량이 비슷한 포장에서도 인산 시용효과가 있는 곳이 있는가하면 없는 곳도 있었다.

2) 수량과 유효인산 함량관계

Relative yield와 정량방법별 유효인산 함량(Table 1, 2)의 관계를 밝혀 잎담배에 적합한 정량방법을 선정하고 나아가 정량방법별 Critical level을 찾기 위하여 Table 3의 결과를 토대로 풋트시험과 같은 방법으로 Fig. 1, 2의 Scatter diagram을 작성하였다.

Lancaster와 Bray No. 1법에 대한 Scatter diagram은 Fig. 1과 같았다. Lancaster법(Fig. 1-B)은 1981년과 1982년에 선정된 33개 포장 가운데 6개 포장만은 잎담배의 인산 반응에 부합되지 않는 유효인산을 침출 하였으므로 이 정량방법으로 잎담배의 인산시용효과를 예측할 경우 82%의 적중율을 밖에 얻을 수 없으며 Critical level은 55ppm이었다. Bray No. 1법(Fig. 1-C)은 3개 포장에서 부합되지 않아 91%의 적중율을 보였으며 Critical level은 32ppm이었다.

Bray No. 2법(Fig. 2-C)의 적중율은 79%이

였으며 Critical level은 66ppm이었다. 또 Olsen법(Fig. 2-D)의 적중율은 91%였으며 Critical level은 19ppm이었다. Truog법(Fig. 2-A)의 적중율은 94%이었으며 Critical level은 22ppm이었다. N. Carolina법(Fig. 2-B)의 적중율은 Truog법과 동일한 값을 보였으나 Critical level은 21ppm이었다.

Fig. 1, 2의 결과를 종합하면 Truog와 N. Carolina법이 잎담배의 인산 시용효과를 가장 정밀하게 예측할 수 있는 유효인산 정량방법으로 판단되며 Bray No. 2와 Lancaster법이 가장 불량한 방법으로 보이며 Olsen과 Bray No. 1법은 중간정도 방법으로 생각된다. 이와같은 결론은 풋트시험의 결과와 거의 일치하는 경향을 보여주고 있다. 본 연구의 결과와는 달리 Truog법이 잎담배의 유효인산 정량에 사용된 보문은 찾아 볼 수가 없었다. 이러한 사실은 대부분의 경우, 지역 및 작물 특성에 적합한 정량방법들을 선정하여 사용하는 것이 아니고 그 방법들이 만들어진 지역에서 우선적으로 사용되고 있기 때문이다(2). N. Carolina법은 현재 미국 남부 황색종 지배지역에서 사용되고 이 방법도 잎담배를 위해 고안된 것이 아니고 이 지역에서 고안, 발표되었으므로 잎담배의 유효인산 정량에 사용되어 왔을 뿐이며, 우연히 잎담배의 인산시용효과를 예측하는데 큰 어려움이 없었기 때문에 현재까지 사용되고 있는 것이다. 한가지 흥미로운 사실은 본 연구에서 잎담배에 가장 우수한 것으로 밝혀진 두 방법은 모두 침출액에 황산의 희석액을 포함하고 있는 것이나, 이것이 어떠한 역할을 하는지에 관해서는 본 연구 결과만으로 알 수 없으므로 추후 검토할 가치가 있을 것으로 여겨진다. 현재 사용되고 있는 Lancaster와 Bray No. 2법이 잎담배 재배에 부적합으로 나타난 이유 역시 밝혀진다면, 잎담배를 위한 좋은 방법이 제안될 것으로 생각된다.

물침출법에 의한 Scatter diagram은 Fig. 1-A와 같았다. 잎담배의 인산시용 효과를 예측하는데 94% 적중율을 보이고 있으며 Critical level은 0.4ppm이었다. 이 방법은 유효인산 정

량방법이라기 보다 토양용액중의 인산과 Labile 인산가운데 수용성인산만을 침출 정량하는 것이다. 본 방법으로 정량된 인산 함량은 유효인산 정량방법에 비교하면 일반적으로 작물 생육과 상관성이 매우 높다고 알려져 있는데(10), 본 연구 결과도 일치된 경향이었다. 작물의 인산 시용효

과를 예측하는데 물침출법이 최근 활발하게 이용되고 있다. 그러나 이 방법은 아직도 표준방법이 정립되어 있지 않고, 또 토양인산의 완충력을 설명하기 어려운 점이 있어 Routine 법으로 채택되고 있지 않다. 잎담배의 토양용액중 인산농도의 Critical level은 일반작물의 것 (26)

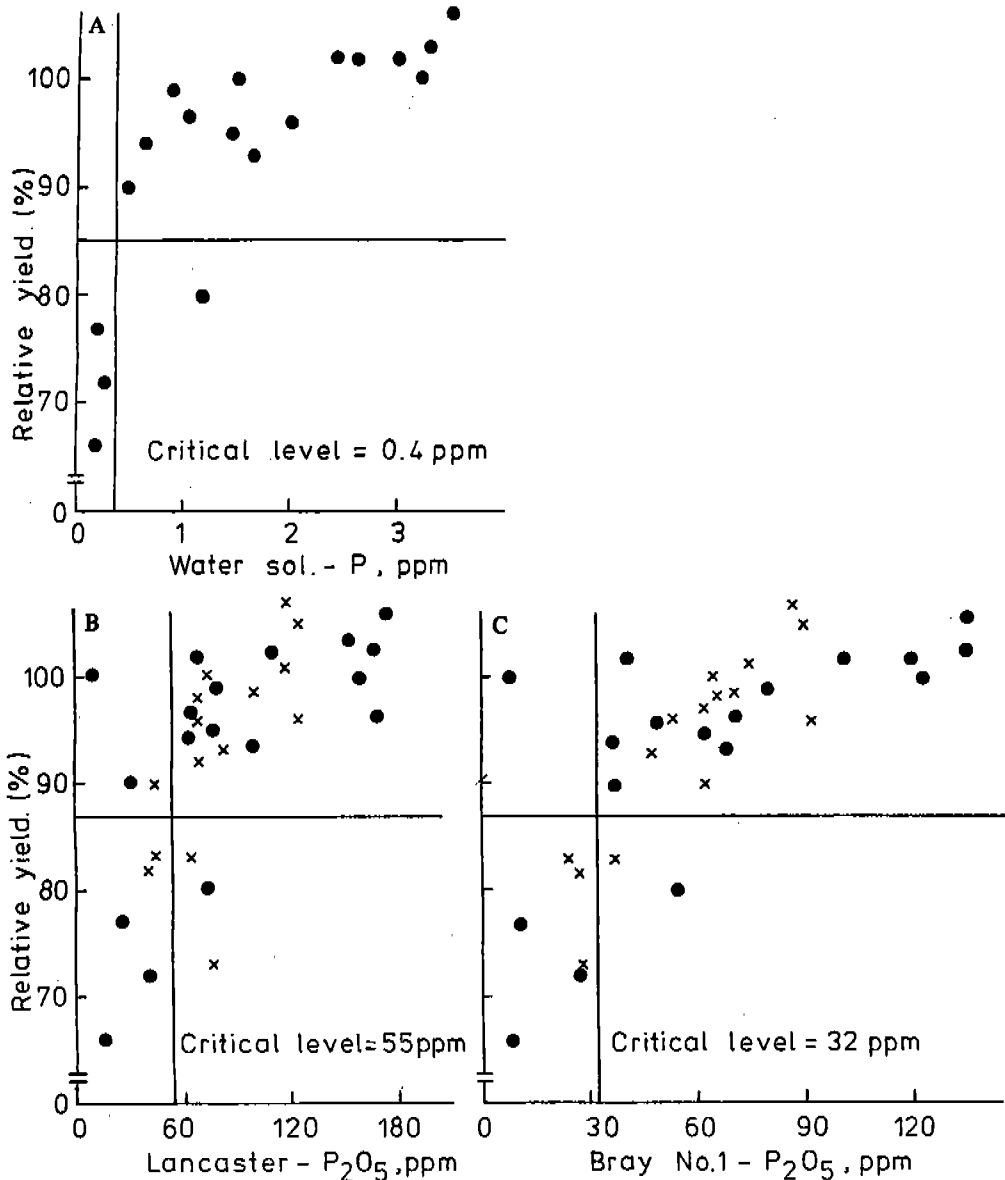


Fig. 1. Scatter diagram of relative yield of tobacco vs. soil test value for Lancaster and Bray No. 1.
X: 1981 ●: 1982

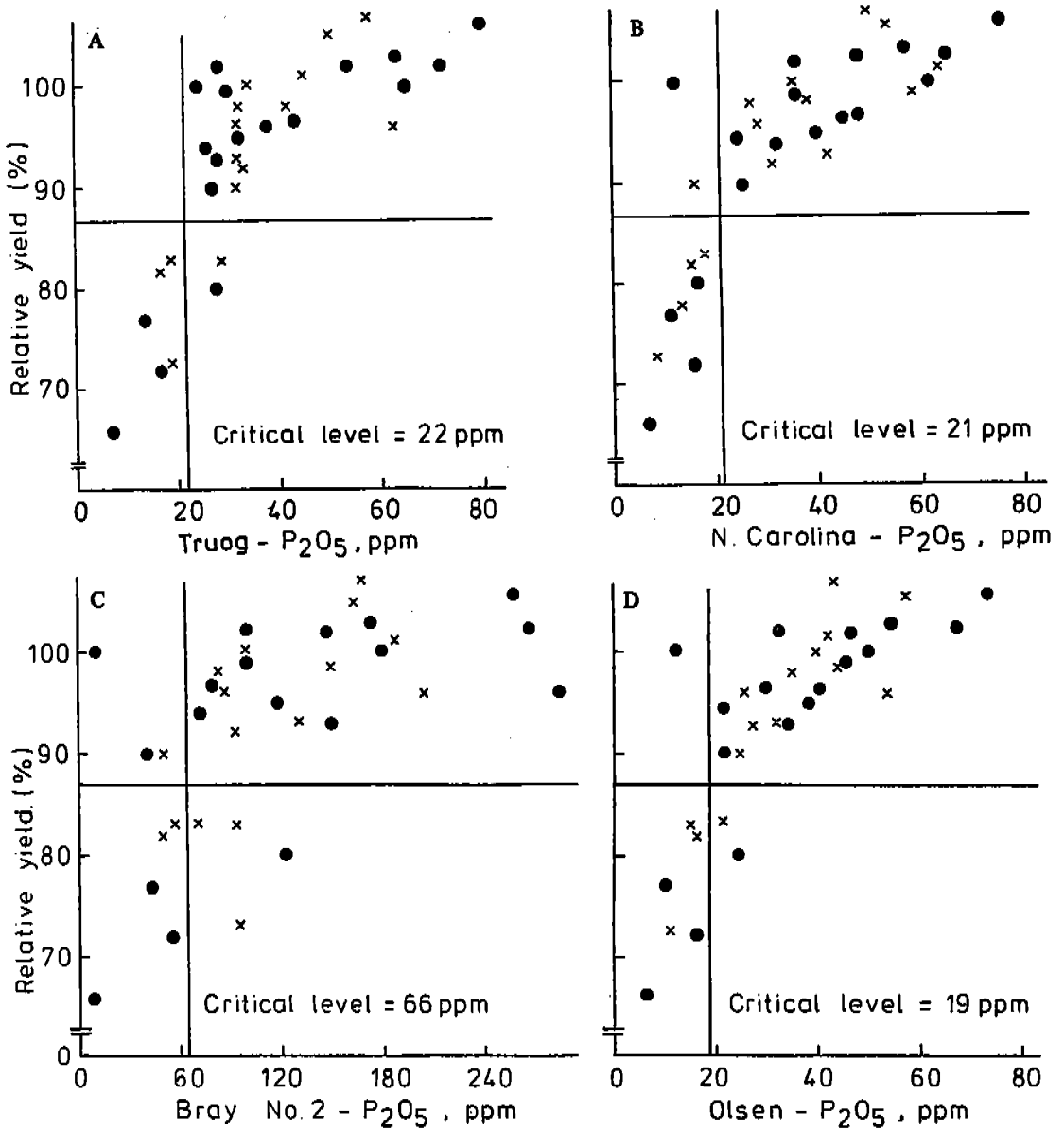


Fig. 2. Scatter diagram of relative yield of tobacco vs. soil test value for Bray No. 2 and Olsen.
X: 1981 ●: 1982

에 비하여 낮은 수치를 보였다. 우리나라에서는 비닐 멀칭을 이용하여 잎담배를 재배하기 때문에 이로 인한 잎담배의 인산이용이 상이한데 기인될 것으로 보여진다. 포장 및 풋트시험을 통하여 밝혀진 정량방법별 유효인산의 Critical level을 비교하기 위하여 종합하여 표시하면 Ta-

ble 4와 같았다.

포장시험의 결과로서 찾아낸 Critical level치는 풋트시험의 결과치에 비하여 정량방법 모두 일률적으로 적었으며 그 차이는 고도의 유의성이 인정되었다. 이러한 사실은 풋트시험결과를 포장에 그대로 적용할 수 없다는 연구결과

Table 4. Comparison of the critical levels of available soil P on pot test with those of field test for flue cured tobacco.

Exp.	Methods					
	Lancaster	Bray No. 1	Bray No. 2	N. Carolina	Oldrn	Truog
	P ₂ O ₅ , ppm					
Pot	62	41	74	28	27	29
Field	55	32	66	21	19	22

Pot vs. field : significantly different at P = 1%

(35)와 일치되고 있다.

정량방법별 Critical level을 Fitts의 High, Medium, Low의 구분방법(9)에 대비하여 보면, Bray No. 1과 N. Carolina법은 Low에 해당되어 인산시용 효과의 확율이 높은 유효인산 함량의 범위에 들게 된다. 따라서 Fitts의 구분에 따라 잎담배의 인산 시용효과를 예측하면 실제 보다 많은 인산을 시용하게 된다. Olsen의 Critical level은 Fitts의 구분으로는 Medium에 속하게 되어 양자가 비슷한 경향이나 Medium의 성격상 Critical level을 사용할 때에 비하여 인산 시용량이 다소 많아지게 된다. Bray No. 2, Truog 및 Lancaster법에 의한 유효인산은 현재까지 인산 시용 효과를 기준으로 구분된 바가 없다.

3) 추천시비량 ; 1982년 포장시험 결과를

Lancaster와 Truog법에 따라 포장들을 토양 Category I과 II(Critical level을 중심으로 좌측 토양군은 I, 우측 토양군은 II)로 구분하고 LRP모델(40)로 인산 시용 효과를 나타낸 결과는 Fig. 3과 같았다.

토양 Category I에서는 인산을 10kg/10a까지 증비함에 따라 수량이 증가되었기 때문에 인산 시비의 필요성이 큰 토양으로 나타났다. 정량 방법별로 보면 Lancaster법은 인산 시용효과가 없는 포장이 포함되어 있는 반면 Truog법에서는 모두 인산 5kg/10a내지 10kg/10a까지 시용효과를 보였으므로 잎담배의 인산 요구

도를 예측하는 방법으로 Truog가 Lancaster법보다 훨씬 효과적이란 것을 간접적으로 나타내고 있다. 토양 Category II에는 Lancaster와 Truog법 모두 단 한 포장에서만 5kg/10a까지 시용효과가 있고 나머지 포장에서는 인산 시용효과가 없었다. 그러나 유효인산을 본 상태로 유지하고 인산의 초기생육 촉진효과를 동시에

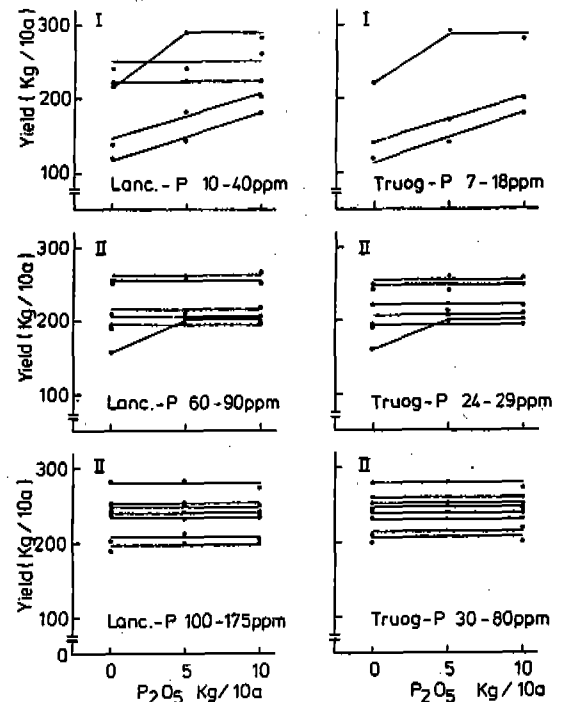


Fig. 3. Variation of yield responses to P-application among soils with various available soil-P (field, 1982).

고려하면 인산 시용효과가 없었던 포장에서도 인산을 시용할 필요성이 인정되므로 5 kg/10a 정도의 시용은 바람직 하다고 생각된다. 우리나라 전토양과 잎담배 산지의 유효인산 함량이 각각 평균 114ppm(24) 및 172ppm(14)이므로 Fig. 3의 결과에 의하면 현재 잎담배 재배를 위해 시용되고 있는 것이 얼마나 과량인가를 쉽게 알 수가 있을 것이다.

4) 잔류인산 ; 잎담배의 수확이 종료된 후 인산 시용량별로 토양에 잔류된 유효인산 함량을 분석한 결과는 Table. 5과 같았다.

포장토양의 유효인산 함량은 잎담배 재식 직 전 Lancaster 법으로 평균 88.1ppm 였던 것이 무인산구는 83.3ppm으로 다소 감소하는 경향

이었으나, 5 kg/10a시용구는 117.7ppm 이었고 10kg/10a시용구에서는 152.1ppm으로 크게 증가하였다. 시비수준별로 잔류인산의 순수한 증가율을 보면 5 kg/10a 및 10kg/10a시용구에서 각각 33% 및 73%가 증가되었으므로 인산 시용량이 많을수록 잔류인산의 증가비율은 더욱 높아지는 결과를 보여준다. 이러한 사실은 Kamp-rath(17)의 보분과 일치되는 경향이였다. 포장별로 보면 잎담배 재식전 유효인산 함량이 Critical level 이하의 포장에도 인산 10kg/10a 시용구에서 대부분 잔류인산 함량이 Critical level 을 넘고 있어 익년에는 잎담배의 인산 시용효과가 거의 없을 것으로 예상되었다. Table 5의 결과를 실제에 바로 적용하기 위해서는 재해와 같은 위험부담을 극소화하는 몇가지 선결되어야

Table 5. Residual ava.-P influenced by P-application (field, 1982).

Field No.	Silt + Clay %	Lancaster				Truog			
		Initial	0	5	10	Initial	0	5	10
		ppm							
1	39	10	5	28	49	24	22	43	59
2	54	15	14	33	59	7	4	20	44
3	53	28	21	43	61	14	13	28	42
4	45	31	30	55	87	27	26	52	81
5	28	42	35	71	103	18	16	20	78
6	38	60	57	88	132	26	28	52	78
7	31	64	62	112	150	44	43	74	120
8	47	70	54	99	134	28	31	43	53
9	19	76	71	106	147	28	21	53	88
10	38	77	74	106	133	32	29	55	82
11	39	79	69	109	151	29	27	53	80
12	68	100	103	120	151	28	29	53	68
13	44	110	105	128	164	54	50	78	101
14	32	154	157	194	242	63	61	93	132
15	25	159	146	197	239	65	61	105	143
16	28	168	168	216	258	39	38	59	74
17	37	168	169	215	246	72	73	110	140
18	25	175	160	199	232	80	74	117	160
Means		88.1	88.3	117.7	152.1	37.7	34.8	61.6	90.2

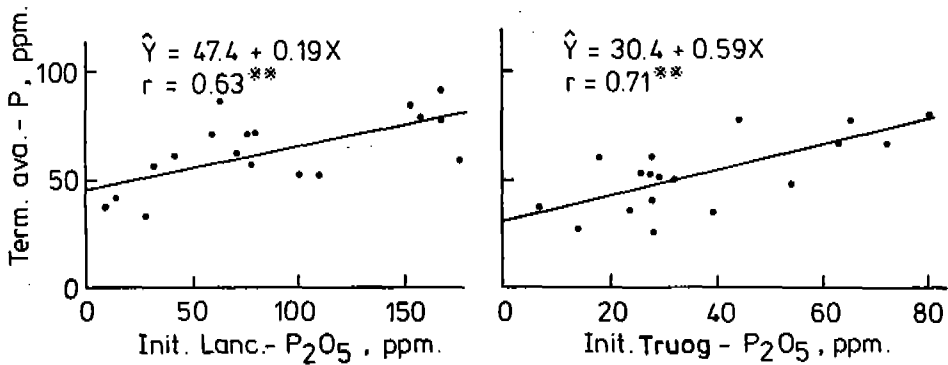


Fig. 4. Relationship between initial soil test-P and increase in terminal available soil-P after P₂O₅ 10kg/10a application.

할 문제가 있기는 하겠지만 이 결과는 잎담배의 인산시용을 격년으로 실시할 것을 신중히 고려해 볼 수 있는 명확한 근거를 제시하는 것으로 여긴다. 인산 무시용구에서도 수확후 유효인산 함량이 현저히 감소하지 않았으며, 유효인산 함량이 현저히 감소하지 않았으며, 유효인산 정량방법간에 절대치는 차이가 있었으나 그 경향은 비슷하였다. 이는 토양의 Buffering Capacity에 기인되는 것으로 보여진다.

Fig. 4에서는 1982년 재식전 유효인산 함량과 수확후 10kg/10a시용구에 잔류된 유효인산 함량과의 관계를 나타내었다.

Lancaster와 Truog법은 모두 재식전 토양 중 유효인산 함량이 높아질수록 잔류된 유효인산 함량이 높아지는 경향을 보여 주었으며 상관계수는 Lancaster법 0.63, Truog법 0.71로서 고도의 유의성이 있는 관계를 보였다.

인산시용량은 유효인산 함량을 미리 분석하여 결정해야 하겠지만 매 필지를 매년 검정한다는 것은 실제로 어려운 일이므로 포장의 유효인산 함량에 따라 시용된 인산이 어느 정도의 잔류인산을 생성할 것인가를 정확히 예측한다면 토양 검정을 생략하고도 시비량을 결정할 수가 있을 것이다.

1982년 포장시험에서, 인산 10kg/10a 시용구에서 수확후 잔류되는 유효인산 함량과 토양중 미사 및 점토 함량과의 관계를 나타낸 것은 Fig

.5와 같았다.

Lancaster와 Truog법 모두 미사와 점토 함량이 증가할수록 잔류되는 유효인산 함량은 점차 감소하는 경향이었으며 상관계수는 Lancaster -0.60, Truog법 -0.64로 나타나 고도

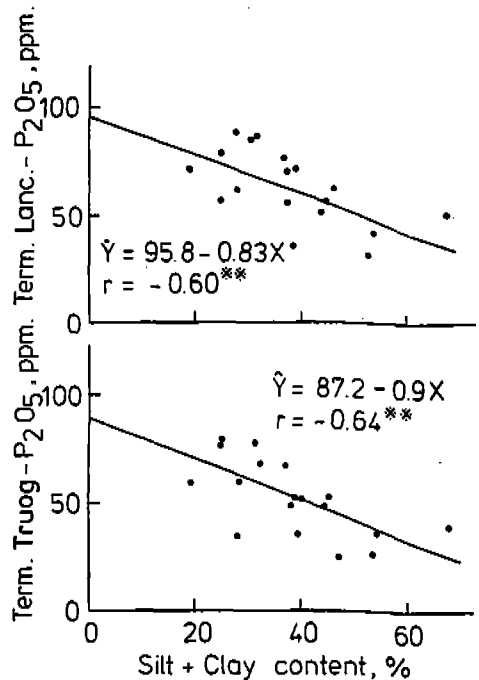


Fig. 5. Relationship between silt+clay content and increase in terminal ava. soil-P after P₂O₅ 10kg/10a application.

의 유의성이 있는 역상관 관계를 보였다. 인산은 토양중 점토 및 점토광물에 흡착되거나 (43) 토양중 성분과 결합하여 인화합물로 침전함으로써 (34) Non labile의 인으로 행동하게 된다. 잎담배의 범위가 좁으므로 이러한 사실은 크게 고려될 사항이 아닐 것으로 보여지겠으나, 우리나라의 경우 실제적으로 산간지 및 개간지에 잎담배가 많이 재배되고 있음으로 이러한 지역에서 유효인산 함량을 기준으로 하여 시비량을 결정하는데 고려되어야 될 것이다.

5) 엽중화학성분 ; 잎담배에는 많은 화합물이 함유되어 있어 꺾연시 이들이 연소하여 복합적으로 서로 작용하여 담배 맛을 결정할 것으로 예견되나 (33) 실용적인 함량과 그들 상호간의

비율로 추정되고 있다(37). 따라서 엽중의 전질소, 니코틴, 환원당 및 인산 함량을 조사하여 Table 6에 나타내었다.

전질소 함량은 1.45%~2.63%, 니코틴은 1.44%~4.05%, 환원당은 6.3%~13.0%, 인산은 0.28%~0.49% 범위에 들고 있었으며 포장별로는 이들의 함량에 차이가 있었다. 인산 시용량이 증가될수록 전질소와 니코틴이 감소하는 경향이이며 반대로 환원당과 인산 함량은 증가하는 경향이였다. 그러나 조사된 모든 엽중 화합물의 함량은 동일포장의 경우 인산 시용량의 차이에 따라 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 Lolos(21)의 연구결과와 일치하는 것으로 보아 인산 시용량이 조사된 엽중 화학성분에는 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 포장

Table 6. Effect of P-application on chemical composition of leaf lamina after curing (field, 1982).

Field No.	T-Nitrogen			Nicotine			Red. sugar			Phosphate		
	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	5	10
P ₂ O ₅ , kg/10a												
%												
1	2.26	2.14	2.04	4.05	4.02	3.98	6.5	6.3	6.4	0.33	0.30	0.33
2	2.40	2.17	2.15	2.99	2.71	2.46	8.0	8.0	8.9	0.30	0.28	0.32
3	1.87	1.80	1.63	2.74	2.74	2.45	12.0	11.8	12.6	0.35	0.39	0.37
4	2.27	2.26	2.24	1.57	1.44	1.45	10.5	10.5	11.1	0.30	0.31	0.32
5	2.51	2.45	2.39	2.78	2.85	2.62	9.1	9.4	9.9	0.32	0.32	0.33
6	2.11	2.17	2.08	2.99	2.98	2.92	12.2	12.1	13.4	0.32	0.32	0.37
7	2.31	2.22	2.35	3.35	3.29	3.24	11.4	11.5	11.0	0.30	0.32	0.31
8	1.85	1.88	1.78	2.73	2.43	2.38	10.7	10.8	11.2	0.39	0.41	0.39
9	1.77	1.72	1.75	3.90	4.00	3.91	11.1	11.7	11.9	0.32	0.32	0.31
10	2.25	2.38	2.29	2.33	3.30	3.21	11.0	12.1	12.5	0.33	0.30	0.31
11	2.63	2.38	2.35	2.62	2.40	2.52	10.9	11.1	11.9	0.39	0.40	0.39
12	1.89	1.86	1.91	3.90	3.73	3.85	12.1	12.5	12.8	0.43	0.43	0.46
13	1.93	1.90	1.97	3.91	3.75	3.80	12.6	12.7	13.1	0.41	0.41	0.43
14	1.56	1.49	1.5	3.18	3.10	3.05	12.1	12.0	12.8	0.41	0.43	0.43
15	1.52	1.45	1.52	2.29	2.34	2.27	11.8	12.7	12.8	0.45	0.43	0.49
16	1.84	1.73	1.84	3.04	2.95	2.85	11.8	11.5	11.0	0.47	0.46	0.48
17	2.20	2.04	2.11	3.90	3.73	3.76	12.7	11.9	13.0	0.47	0.47	0.48
18	1.85	1.81	1.71	2.96	2.94	2.69	12.8	12.7	13.0	0.46	0.47	0.48

Differences among treatment are not significant at P = 5%.

의 유효인산 함량별로 조사된 엽중 화학성분의 함량변화를 보면 포장의 유효인산 함량이 높아 질수록 질소 및 니코틴 함량은 감소하고, 환원 당 함량은 증가하는 경향이었으나 분명하지는 않았다. 한편 인산 함량은 포장의 유효인산 함량이 증가함에 따라 증가되었으며 그 경향은 뚜렷하였다. 잎담배 재배시험중 유일하게 하위엽에서 인산 결핍증상을 보였듯 잎담배중의 인산 함량은 0.28%였다. Peterson(30)은 담배엽 중 인산함량이 3.0%이하이면 인산 결핍증상이 나타난다고 보고하였다.

6) 품 질; 1981년과 1982년에 건조가 완료된 후 잎담배의 품질을 kg당 가격으로 표시하였을

때 품질에 미치는 인산 시용효과를 나타낸 결과는 Table 7과 같았다.

건조된 잎담배의 kg당 가격은 1981년 1,191 원~1,909 원이었고, 1982년은 1,208~2,050 원으로 가격이 약간 상승하였으며, 포장별로 가격 차이가 현저하였다. 전체적으로 보아 인산 시용량의 증가에 따라 kg당 가격은 높아지는 경향이었으나 유의성은 없었으며 1981년과 1982년은 동일한 경향이였다. 포장별로 kg당 가격의 차이가 나타난 이유에 대하여 본 연구 결과만으로는 명확히 설명할 수 없으나 동일한 재배조건에서 품질의 차이가 현저하게 나타난 것으로 미루어 볼때 결국 토양조건이 품질 결정에 가장 중요한 요인으로 작용하였음을 시사한다. Table

Table 7. Effect of P-application on the quality of tobacco.

Field No.	1981			1982		
	P ₂ O ₅ , kg/10a			P ₂ O ₅ , kg/10a		
	0	5	10	0	5	10
	----- Won/kg -----			----- Won/kg -----		
1	1,871	1,823	1,909	1,555	1,661	1,520
2	1,456	1,461	1,557	1,421	1,614	1,561
3	1,364	1,387	1,421	1,961	2,050	1,918
4	1,316	1,318	1,326	1,376	1,484	1,517
5	1,418	1,438	1,503	1,208	1,282	1,290
6	1,431	1,468	1,503	1,655	1,751	1,689
7	1,219	1,245	1,263	1,505	1,532	1,583
8	1,501	1,455	1,530	1,923	1,857	1,874
9	1,181	1,219	1,191	1,895	1,949	1,967
10	1,500	1,493	1,550	1,463	1,489	1,584
11	1,540	1,519	1,616	1,580	1,685	1,613
12	1,259	1,348	1,327	1,703	1,728	1,793
13	1,456	1,457	1,477	1,643	1,572	1,657
14	1,338	1,327	1,333	1,681	1,771	1,704
15	1,727	1,756	1,763	1,878	1,906	2,052
16				1,713	1,802	1,894
17				1,587	1,630	1,584
18				1,815	1,960	1,962
Means	1,438.5	1,447.6	1,484.6	1,642.3	1,706.8	1,709.0

Differences among treatment are not significant at P = 5%.

7의 결과에 나타난 것과 마찬가지로 토양중 유효인산의 증가는 잎담배의 품질향상에 크게 영향을 미치지 않는 것 같았다.

인산 시용량이 잎담배의 엽중 화학성분 함량에 영향을 미치고 (28, 41) 품질에 관여 한다거나 (6, 12, 39) 화학성분 함량 및 품질에 전혀 관계가 없다는 결과 (1, 8, 19)로 상반되어 있는 것은 토양중 유효인산 함량에 따라 차이가 있었든 것으로 보여진다.

결 론

토양중 유효인산 함량을 기준으로 황색종 담배의 인산 시비량을 결정하기 위한 유효인산 정량방법은 Truog법이 우수 하였으며 Lancaster 및 Bruog No. 2법은 불량하게, N. Carolina법은 이들의 중간정도로 나타났다.

정량방법별 Critical level은 Lancaster 55 ppm, Bray No. 1 32ppm, No. Carolina 21ppm, Olsen 19ppm, Truog 22ppm으로 나타나 콧트시 험 보다 모두 낮게 나타났다. 토양중 유효인산 함량이 Critical level 이하인 포장에서는 인산 시용 효과가 크고 Critical level 이상 이면 거의 인산 시용효과가 없었다.

유효인산이 증가되는 양은 토양의 기존 유효인산 함량이 높을수록 크고 미사와 점토 함량이 높을수록 크고 미사와 점토 함량이 높을수록 낮게 나타나는 경향이며, 인산 시용량이 증가 될수록 더욱 높은 비율로 잔류되었다.

인산 시용량이 증가함에 따라 건조엽의 전질소와 니코틴 함량은 감소하고, 환원당과 인산 함량은 증가하는 경향이나 유의한 차이는 없었으며 품질(원/kg)도 동일한 경향이었다.

참 고 문 헌

- Anderson, P.J., M.F. Morgan, and N.T. Nelson., Conn. Agric. Exp. Stn. Bull., 7:1-13 (1927).
- Bingham, F.T., Soil Sci., 94:87-95 (1962).
- Blanchar, R.W., and A.C. Caldwell., Agron. J., 56:218-221 (1964).
- Cate, R.B., and L.A. Nelson., Int. Soil Fert. Eva. Impro. (NC. State Univ.) Tech. Bull., 1:1-77 (1965).
- 최정, 토양학 실험노트, 경북대학교 농과대학 토양학 교실 (1978).
- Chouteau, J., Inst. Exp. Tob. Bergerac. Ann., 4:297-318 (1963).
- Crews, J.W., and G.L. Jones., Tob. Sci., 6:114-118 (1962).
- Elliot, J.M., The Lighter, 44:13-18 (1974).
- Fitts, J.W., and W.L. Nelson., Adv. Agon., 8:241-282 (1956).
- Fox, R.L., and E.J. Kamprath., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 34:902-907 (1970).
- Fried, M., and R.E. Shapiro., Ann. Rev. Plant Physiol., 12:91-112 (1961).
- Gattani, P.D., and S.P. Seth., J. Ind. Soc. Soil Sci., 21:373-375 (1973).
- Gopalachari, N.C., G. Nagaraj, and Ch. Screeramamurthy., Ind. J. Agric. Sci., 42:814-818 (1972).
- 한국인삼연초연구소, 시험연구계획서 (경작 분야), p. 15-34 (1978).
- 한국인삼연초연구소, 담배연구보고서 (경작 분야환경편), p. 188-188 (1978).
- 한국인삼연초연구소, 담배성분 분석법, p. 11-60 (1979).
- Jordan, C.W., C.E. Evans, and R.D. Rouse., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30:477-480. (1966).
- Kamprath, E.J., Plant Food. Rev., 10: 4-6 (1964).
- Kamprath, E.J., and M.E. Watson., The role of phosphorus in agriculture p. 431-470

- Soil Sci. Soc. Am. (1980).
19. Lockman, R.B., *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 1:353-365 (1970).
 20. Lolas, P.C., W.K. Collins, G.S. Miner, S.N. Hawks, Jr., and G.F. Peedin., *Tob. Sci.*, 22:112-115 (1978).
 21. Lolas, P.C., W.K. Collins, S.H. Hawks, Jr., H. Seltmann, and W.W. Weeks., *Tob. Sci.*, 23:31-34 (1979).
 22. Martens, D.C., J.A. Lutz, and G.D. Jones., *Agron. J.*, 61:616-621 (1969).
 23. Moser, U.S., W.H. Sutherland, and C.A. Black., *Plant Soil*, 10:356-374 (1959).
 24. 농업기술연구소, 토양분석법, p. 158 - 159 (1966).
 25. Otraga, E., *J. Ind. Soc. Soil Sci.*, 19:147-153 (1971).
 26. Ozanne, P.G., and T.C. Shaw., *Aust. J. Agric. Res.*, 18:601-612 (1967).
 27. Park, S.J., and J. Choi., *J. Kor. Soc. Tob. Sci.*, 2:68-77 (1980).
 28. Parups, E.V., K.F. Nelson, and S.J. Bourger., *Can. J. Plant Sci.*, 40:516-523 (1960).
 29. Pack, T.R., L.T. Kurtz, and H.L.S. Tandon., *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 35:595-597 (1971).
 30. Petersen, E.L., *Agron. J.*, 60:26-29 (1968).
 31. Rouse, R.D., *Auburn Univ. Agric. Exp. Stn. Bull.*, 375:1-35 (1968).
 32. Rybachenko, V.G., *Tob. Abstr.*, 19:529 (1974).
 33. Steadman, R.L., *Chem. Rev.*, 68:153-207 (1968).
 34. Taylor, A.W., and E.W. Gurney., *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29:18-22 (1965).
 35. Terman, G.L., *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 5:115-121 (1974).
 36. Thompson, E.J., A.L.F. Oliverira, U.S. Moser, and C.A. Black., *Plant Soil*, 13:28-38 (1960).
 37. Tso, T.C., *Physiology and biochemistry of tobacco plant* p. 305-356, Hutchinson & Ross Inc. (1972).
 38. Van Diest, A., *Soil Sci.*, 96:261-266 (1963).
 39. Volodarski, N., N. Gelen, and Ch. Vrachev., *Tsent. Nauch. Ruzv. "Bulg. Tiutinuni"*, 4:246 (1974).
 40. Waugh, D.L., R.B. Cate, and L.A. Nelson., *Int. Soil Fert. Eva. Impro. (NC. State Univ.) Tech. Bull.* 7:1-13 (1973).
 41. Whitty, E.B., C.B. McCants, and L. Shaw., *Tob. Sci.*, 10:17-22 (1966).
 42. Williams, E.G., and A.H. Knight., *Sci. Food Agroc.*, 14:555-563 (1963).
 43. Woodruff, J.R., and E.J. Kamprath., *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29:148-150 (1965).