苜蓿, 菜種及棉の滲透壓に就いて*

石 川 潤 一

佐 藤 一 郎

(鳥取高等農業學校)

A. 苜蓿及菜種の滲透壓

1. 實驗材料及實驗法

(1) **實驗材料**——苜蓿は鳥取高等農業學校農場に於て栽培せる無刺苜蓿, 紫苜蓿, 大苜蓿, 小苜蓿の 4 種で十月上旬播種し 12 月 3 日移植せるものを用ひ, 菜種は鳥取縣立農事試験場にて 9 月 20 日播種し 10 月 25 日假植し 11 月 28 日定植せる *Napus* 系の大朝鮮, 小朝鮮, 農林 4 號, 農林 9 號の 5 品種と *Napus* 系と *Campestris* 系との種間雜種の農林 7 號の 6 品種を用ひた.

實驗開始は 11 月 25 日にして翌年 1 月 24 日の間に 1-2 週間置きに 6 回實驗を行つた.

材料採取の時間に就ては MUDRA¹⁾, 榎本氏²⁾等は 1 日の中に於ても時間に依り異りたる滲透壓及水分含量を示す事を述べ榎本氏は細胞液の滲透壓は氣温の如く週期的變化を示し最低は午前 6 時に最高は午後 3 時に表はれ而して最も外界の事情に影響せられざるは午前 6 時なりと云ひ, MUDRA は小麥に於て耐寒性の強い品種は一般に濃度高く正午頃最高値を示し耐寒性弱き品種は濃度低く最高値を示す時間は稍後れ午後 1-2 時に及ぶ場合ありと報告した.

著者等が一日中の變化に就き實驗せるところに依れば午前 8 時半, 11 時半, 午後 2 時半と次第に増加を示した. 而して午後 5 時半に至るも午後 2 時半と大差なし. 本實驗に於ては午後 1 時より 3 時の間に材料を採取した.

MUDRA は小麥に於ける實驗の結果, 細胞液濃度は葉身は葉鞘より上葉は下葉より葉身葉鞘共に大で而して上葉が品種間差異を顯著に示すと報告せり. 本實驗に於ては水分

* ISIKAWA, Jun'ichi and SATO, Itiro: On the Osmotic Pressure of Leaf Juice of Bur-clover, Rape and Cotton Plants.

昭和 16 年 4 月 6 日 第 51 回講演會に於いて發表.

日本作物學會紀事 第 13 卷 第 1 號

含有量測定及細胞液滲透壓の測定いづれに於ても苜蓿は葉柄部を着けた葉片と頂端の嫩芽の全部の全部を用いた。

(2) 細胞液滴透壓の測定——細胞液の滲透壓は搾出液に就きベツクマンの結氷點降下装置を用ひて結氷點降下度を測定し其實測値を Harris の公式を用ひて補正し更正降下度を出した。

$$\text{公式} \quad \Delta = \Delta' - 0.0125 n \Delta'$$

此の更正降下度から次の Lewis 補正に依る公式より算出された表に依り其滲透壓を知つた。

$$\text{公式} \quad P = 12.66 \Delta - 0.021 \Delta^2$$

汁液搾出のための豫措は結氷點降下装置の如く其搾出液を以て此が濃度を測定せんとする場合最も重要な問題であるが其豫措の方法は研究者に依りて種々である。著者等も本實驗上適當なる豫措を見出す目的にて 11 月 22 日茶種農林 7 號種を以て各種の處理を試みた。其結果は第 1 表の如くである。

第 1 表 各種豫措比較表

豫措の種類	採集量 (gr)	搾汁量 (cc)			搾汁割合 (%)			氷點降下度 (C°)			滲透壓 (氣壓)		
		1	2*4	計	1	2	計	1	2	混合液	1	2	混合液
無處理區	70.7	13.5	27.0	40.5	19.09	38.18	57.28	0.43	0.81	0.69	5.182	9.755	8.312
細切處理區	65.5	12.5	25.0	37.5	22.98	38.16	57.25	0.46	0.82	0.74	5.543	9.875	8.913
磨碎處理區	59.0	28.5	15.0	43.5	47.80	25.42	73.73	0.59	0.90		7.108	10.84	
*1 冷却處理區	45.0	14.0	12.0	26.0	33.37	26.66	57.77	0.52	0.91	0.79	6.266	10.96	9.514
*2 加熱處理區	56.5	28.0		28.0	49.55		49.55	0.68			8.191		
クロロフォルム*3 5 cc 處理區	50.5	35.3		35.3	70.50		70.50	0.71			8.552		
クロロフォルム 10 cc 處理區	56.0	37.0		37.0	66.07		66.07	0.73			8.793		

*1 冷却處理區 = 直径 3~4 cm の硝子管中に材料を収め密閉し氷と鹽を 3:1 の割合に充せる槽中に挿入し冷蔵庫中に 3 時間保つ。

*2 加熱處理區 = 直径 3~4 cm の硝子管中に材料を収め密閉し沸騰水中に 20 分間保つ。

*3 クロロフォルム 5 cc 處理區 = 1 l 入廣口瓶に材料を収めクロロフォルムを材料 100 g に對し 5 cc 滴下し蠟で密閉し 1 晝夜保つ。

*4 無處理、細切處理、磨碎處理、冷却處理のものを搾汁後再び加熱處理して搾出せる汁液。

其成績を見るにクロホルム區は搾汁割合、滲透壓共に最大で、加熱區は之に次ぎ磨碎區、冷却區は稍劣り、細切區は殆んど無處理區に近い値を示した。磨碎區、冷却區、細切區、無處理區の四區は之を加熱處理して再び搾汁し之を前液に混合し滲透壓を測定せるに大體クロフォルム區、加熱區等に近い値を示した。故に本實驗に於ては比較的操作簡單にして而もその滲透壓の大なるクロフォルム燻蒸法を採用した。

即ち 1 立入廣口瓶に材料を入れ 100 gr 當り 5 cc の割合にクロフォルムを滴下し蠟にて密閉し 1 晝夜保ち翌日本棉袋に收めて手廻壓搾機を用ひて常に自己の最大力を用ひて壓搾せり。得た汁液はその量を測かり豫措前の重量で除し、その百分率で搾汁の割合を見た。此液を更にフネル氏漏斗を用ひ水流ポンプにて吸引濾過してその中の塵埃、土砂、組織片等を除去して本實驗に使用した。

2. 搾 汁 割 合

供試材料に付き其の新鮮量と壓搾滴液量より搾滴割合を算出した。

$$\text{搾汁割合} \% = \frac{\text{壓搾汁液量 cc}}{\text{新鮮量 gr}} \times 100$$

其結果は第 2 表の如くで苜蓿に於ては 26.20-68.80 %, 菜種にありては 53.00-69.78 % であつた。而して其割合は實驗中初めより次第に減少し就中苜蓿にありては 1 月下旬には相當の低下を示した。

此れが原因は不明なれど恐らく寒さの加はると共に自由水が減少し細胞中の膠質と結合せる結合水の増加せるに依るものと考へられる。LAUDE⁽²⁾ は冬期硬化植物を温室に入れた際結合水から自由水への變化顯著であり葉汁量の増加せる事を指摘せり。然し實驗中の誤差及氣象狀態等に基づく變化等も多いから此等の實驗結果からこれが判斷を直ちに下すことは出来ない様に思はれる。

第 2 表 搾汁割合表

1. 苜 蓿

品 種	12月6日	12月15日	12月22日	12月28日	1 月11日	1 月24日
無 刺 苜 蓿	68.29 %	56.02 %	53.91 %	44.70 %	43.00 %	42.61 %
紫 苜 蓿	61.72	52.51	59.40	49.52	48.48	38.46
大 苜 蓿	68.80	57.47	52.35	47.83	49.13	33.33
小 苜 蓿	65.12	58.32	47.10	46.13	48.50	26.20

2. 菜 種

品 種	11月25日	12月 5 日	12月15日	12月22日	12月28日	1 月11日	1 月24日
大 朝 鮮	67.13 %	52.63 %	62.99 %	59.67 %	57.52 %	54.54 %	53.90 %
小 朝 鮮	63.50	68.46	65.70	58.12	55.10	55.55	58.54
早 朝 鮮	60.31	69.78	65.28	61.50	57.25	56.37	53.46
農 林 4 號	57.55	66.66	65.75	61.90	61.48	56.91	63.91
農 林 5 號	65.29	63.05	67.28	58.82	64.53	60.83	54.53
農 林 9 號	58.90	64.61	61.36	60.68	60.80	58.82	53.00

3. 水分含有量

苜蓿及菜種に於て 12 月上旬より翌 1 月下旬の間各々 5 回測定せる結果は第 3 表の如くである。

第 3 表 水分含有量

1. 苜 蓿

品 種	12月6日	12月15日	12月28日	1月11日	1月24日
無 刺 苜 蓿	83.99%	83.19%	80.64%	79.60%	76.41%
紫 苜 蓿	83.91	82.20	79.20	78.50	76.29
大 苜 蓿	84.33	82.90	79.25	78.58	76.20
小 苜 蓿	82.50	81.44	77.23	76.70	75.00

2. 菜 種

品 種	12月2日	12月15日	12月28日	1月11日	1月24日
大 朝 鮮	84.94%	84.13%	84.80%	86.63%	87.17%
小 朝 鮮	84.26	82.56	84.93	86.31	87.33
早 朝 鮮	84.70	84.00	86.00	85.55	85.48
農 林 4 號	85.49	84.40	86.10	86.88	86.70
農 林 7 號	84.42	81.80	84.20	86.13	85.06
農 林 9 號	85.89	84.00	84.30	86.07	86.21

實驗中苜蓿葉の水分含有量は 84.33%—75.00% であり、無刺苜蓿は 83.99%—76.41%、紫苜蓿は 83.91%—76.29%、大苜蓿は 84.33%—76.20%、小苜蓿は 82.50%—75.00% であつた。

各品種共寒氣の増すと共にその水分含有量は減少の傾向を示す。而して小苜蓿は各時期を通じて最も水分含有量少い。

菜種葉に於ける水分含有量は 87.33%—81.80% であり、大朝鮮は 87.17%—84.13%、小朝鮮は 87.33%—82.56%、早朝鮮は 86.00%—84.00%、農林 4 號は 86.88%—84.40%、農林 7 號は 86.13%—81.80%、農林 9 號は 86.21%—84.00% であつた。各品種共 12 月上旬にかけて次第に減少し、1 月には再び増加の傾向が見られる。大體農林 7 號は他の品種に比較して水分含有量多少少い様である。外界の事情に著しく左右されるものであるから更に數多く測定せねば品種間の差違を明かにすること出来ない様に思はれる。

4. 細胞液の滲透壓

苜蓿及菜種の氷點降下度より公式により滲透壓を求めた。其結果は第 4 表の如くであつた。

第4表 細胞液滲透壓

1. 苜 蓿

品 種	12月6日		12月15日		12月22日	
	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓
無 刺 苜 蓿	0.7235°	8.672氣壓	1.0831°	13.00氣壓	1.1490°	13.72氣壓
紫 苜 蓿	0.9210	11.08	1.1010	13.24	1.2130	14.56
大 苜 蓿	0.9457	11.44	1.1200	13.48	1.2451	14.92
小 苜 蓿	1.0520	12.64	1.1950	14.32	1.2954	15.52

	12月28日		1 月11日		1 月24日	
	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓
無 刺 苜 蓿	1.1500°	13.84氣壓	1.1340°	13.48氣壓	1.3420°	16.12氣壓
紫 苜 蓿	1.0888	13.12	1.0335	12.40	1.4330	17.20
大 苜 蓿	1.2000	14.48	1.1664	13.56	1.9250	23.08
小 苜 蓿	1.2250	14.68	1.1813	14.20	2.4020	28.82

2. 菜 種

品 種	11月25日		12月5日		12月15日	
	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓
大 朝 鮮	0.7140°	8.552氣壓	0.8108°	9.755氣壓	0.8110°	9.755氣壓
小 朝 鮮	0.7125	8.552	0.8482	10.12	0.8730	10.43
早 朝 鮮	0.6840	8.312	0.8410	10.12	0.8620	10.36
農 林 4 號	0.7220	8.672	0.8705	10.48	0.8525	10.24
農 林 7 號	0.7215	8.672	0.9940	11.92	0.8907	10.72
農 林 9 號	0.7100	8.552	0.9011	10.84	0.8172	9.755

	12月28日		1 月11日		1 月24日	
	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓	氷點降下	滲透壓
大 朝 鮮	0.7885°	9.514氣壓	1.0313°	12.40氣壓	1.1878°	14.20氣壓
小 朝 鮮	0.9481	11.44	1.0674	12.76	1.0987	13.12
早 朝 鮮	0.9430	11.44	1.0098	12.04	0.9888	11.80
農 林 4 號	0.8120	10.60	0.9383	11.20	0.9855	11.80
農 林 7 號	0.9718	11.68	1.1115	13.36	1.0511	12.64
農 林 9 號	0.7353	9.514	0.9120	10.96	0.9945	11.92

苜蓿及菜種共に 11 月下旬或は 12 月上旬より 1 月下旬にかけて其の滲透壓が増加した。Gail⁽⁴⁾ が數種の常綠樹につき試みた實驗も 12 月より 1 月の間にその滲透壓は急激に増すことを示した。志村氏⁽⁵⁾ が茶樹につき實驗せるところに依ると 12 月中旬と 1

月中旬の間ではその滲透壓は殆んど倍加して居る。然し本實驗に於ては夫れ程著しい變化は見られない。これ木本植物と草本植物の差異に依るものと思はれる。Levitt⁽⁶⁾は氷形成量を減少する滲透壓の効果は細胞容積の半分が滲透的に活動性ある溶液で占めて居る木本植物に於て大であると述べてる。

本實驗に於ける苜蓿葉の滲透壓は 8.672 氣壓-28.82 氣壓であつて無刺苜蓿は 8.672-16.12, 紫苜蓿は 11.03-17.20, 大苜蓿は 11.44-23.08, 小苜蓿は 12.64-28.82 であつた。各時期を通じて小苜蓿はその滲透壓最大で大苜蓿これに次ぎ無刺苜蓿及紫苜蓿は稍低き値を示した。1 月 24 日に使用した材料は下葉多く枯損し或は葉の周縁部褐變したもの多く、頂端の嫩芽が多く用ひられた。此れは當日の滲透壓の高い値に對しその原因をなすものと思はれる。殊に大苜蓿及小苜蓿に於てそれは甚だしい。茶種葉の滲透壓は 8.312 氣壓-14.20 氣壓であつた。即ち大朝鮮は 8.552-14.20, 小朝鮮は 8.552-13.12, 早朝鮮は 8.312-12.04, 農林 4 號は 8.672-11.80, 農林 7 號は 8.672-13.36, 農林 9 號は 8.552-11.92 であつた。各品種間の關係は嚴密には云へないが 1 月上旬迄は大體農林 7 號が常に最大を示した。而して此の六品種中最も晩生たる大朝鮮は 11 月下旬-12 月下旬が最も低い値を示したが 1 月に入るや漸次増加して 1 月下旬には六品種中最大の値を示した。他の四品種は此の農林 7 號と大朝鮮の間に於ける變化を示した。榎本氏⁽²⁾も稻に於ける實驗に於て葉汁濃度は品種の早晩に依り差異ありとし、生育の初期(移植後 10 日目迄)は早稻最も高く、中稻之に次ぎ、次ぎ晚稻は最も低い順序を示したが生育の進むにつれて濃淡の順序に變化を來し晚稻、中稻、早稻の順序を示するに至ると述べて居る。斯様な品種間に於ける差違については更に小野寺氏⁽⁷⁾の水稻と陸稻に就て、志村氏⁽⁵⁾の茶樹各品種に就て、佐藤及中島氏⁽⁸⁾の大麥各品種に就ての研究がある。本實驗に於て用ひた品種は大體北陸及山陰地方に栽培されてる性狀類以のものであつた。更に各系統の多くの品種を用ふる事に依り此等の事實は益々判然する事と思はれる。

5. 水分含有量と滲透壓との關係

水分含有量と滲透壓との關係は實驗數少く相關係數を求めることは出来なかつた。然し苜蓿に於ては負の相關係数があるものゝ如く即水分含有量少い小苜蓿に於て滲透壓も大なるが如くである。又水分含有量少い 1 月下旬には其の滲透壓も大なるが如くである。

茶種にありては品種間に於て見ると大體水分含有量の小なる農林 7 號に於てその滲透壓も大なるが如くである。然し季節的に水分含有量と滲透壓との間の相關は見られなかつた。

B. 棉の滲透壓

1. 實驗材料及實驗方法

(1) 實驗材料 棉に於て日本内地に栽培される在來種及朝鮮, 滿洲, 支洲支那に栽培される在來種即東亞棉とそれとは種を異にする陸地棉との細胞滲透壓比較の目的を以て鳥取高等農業學校實驗農場に於て數年來栽培し居る棉諸品種のうち日本内地在來種 11 品種, 朝鮮, 滿洲, 支那在來種 10 品種及陸地棉 5 品種を實驗材料に選んだ. 實驗期間は九月十日より同月卅一日迄で上部葉の充分發育して而も老熟しない葉を實驗に供した.

(2) 實驗方法 0.02 モルの差のある種々の濃度の蔗糖液を作つた. 液が古くなると微生物の爲に轉化が起き轉化糖が形成されて滲透壓に變化を來たす恐あるから液は日毎に取換へた. 葉の裏面の中肋表皮は棉に於ては剥ぎ取りにくいからして葉の表面の中肋表皮をを安全剃刀の齒を以てなるべく薄い長さ 2 mm, 幅 1 mm 位の細片を作つた. BRAUNER⁽⁹⁾ が行つた如く細片を時計皿に盛つた蔗糖液に一時間入れてからそれを取り出して手早く檢鏡した. 各品種三個の細片を作つて入れたのであるが原形質分離狀態に關し三個の細片の間に殆んど差を認め得なかつた.

棉には三刀屋在來の如く葉に濃紫色の色素を有するものもあるがこれを缺くものが多い. 色素を有するものは原形質分離が起きたか否か極めて見易いがこれを缺いてるものでも見分けが左程困難でない. 檢鏡せる葉細片の細胞の約半數が原形質分離を起こした時にそれを Grenzplasmolyse とみなし, 其時の蔗糖溶液の濃度を Morse and Berkeley の表に依つて氣壓に換算した.

2. 實驗結果

第 5 表に示すが如く所謂陸地棉に屬する Kings improved, Lightning express, Stone ville, 山東脫字棉, 關農號一は滲透壓何れも低く殊に Kings improved と Lightning express は甚しくこれを所謂東亞棉の諸品種に較べれば著しい差がある. 東亞棉に屬する朝鮮, 滿洲, 支那在來種は正常大棉より圓城に至る迄品種によりて差あるが何れも同じく東亞棉たる日本内地在來種の極端に滲透壓高いものと陸地棉の極端に低いものととの中間にある. 日本在來種は滲透壓一般に高く殊に會津在來, 三刀屋在來に於ては何れも 28 氣壓に達し, それを陸地棉の Kings improved 及 Lightning express が何れも 17 氣壓なるに較べれば 11 氣壓の差ある. 山田登氏⁽¹⁰⁾ が陸地棉 1 品種, 東洋棉に於て日本内地在來種 2 品種, 朝鮮在來種 1 品種の汁液滲透價を求め前者が後の三者に較べて低い實驗結果を得て居る.

第 5 表 陸地綿及東亞綿の滲透壓

モル	氣壓	陸 地 綿	東 亞 綿			
			支那	滿洲	朝鮮	日 本
0.58	17.1	Kings improved				
0.60	17.8	Lightning express				
0.62	18.5					
0.64	19.2					
0.66	20.0		正常大綿			
0.68	20.7		南通鷄脚綿			
0.70	21.5		遼陽一號			御河綿
0.72	22.3	Stone ville	南通常蔭綿			茨木地綿
0.74	23.1	山東脫字綿	咸州當成綿種			大四ツ咲, 森岡綿
0.76	23.8	關農一號	豐饒縣在來			大篠津
0.78	24.7		滿洲在來黑種, 茶綿			紫蘇綿, 夜見屋
0.80	25.5		肅縣大滿花			青木二九號, 赤木黑種
0.82	26.4		圓城			
0.84	27.2					
0.86	28.0					會津在來
0.88	28.8					三刀屋在來

摘 要

1. 11 月下旬より 1 月下旬の間苜蓿, 茶種の氷點降下法に依る細胞滲透壓, 水分含有量並びに其等の間の關係につき實驗した.

2. 冬期葉汁搾出のための豫措としてはクロホルム處理加熱處理, は搾汁量及滲透壓共に大で氷と鹽の寒劑により凍結せるものより効果多い.

3. 搾汁割合は苜蓿, 茶種共季節の進むと共に漸次減少した.

4. 水分含有量は苜蓿にありては 84.33—75.00 % であつて實驗中季節の進むと共に減少した. 而して各時期を通じて小苜蓿は最も少い. 茶種にありては 87.77 %—81.80 % で各品種共 12 月上旬より中下旬に於て次第に減少し 1 月には再び増加を示した. 各時期を通じて農林 7 號は他品種に比較して多少少い傾向ある.

5. 細胞液の滲透壓は苜蓿, 茶種共實驗中季節の進むと共に増加の傾向あり, 苜蓿は 8.672—28.82 氣壓で各時期を通じて小苜蓿最大で大苜蓿これに次ぎ無刺苜蓿, 紫苜蓿は稍低い. 茶種は 8.312—14.20 氣壓で 11 月下旬から 12 月下旬頃迄は農林 7 號最大, 大朝鮮最小を示した. 然るに 1 月上旬より下旬にかけて大朝鮮は急激に増加し遂に農林 7 號を遙かに凌駕した.

6. 水分含有量と細胞液滲透壓の間の關係は苜蓿に於ては大體負の相關々係認められる. 茶種に於ては品種間にありては多少認められるが季節的には認められない.

7. 原形質分離法に依り棉の滲透壓を求めんとし9月10日より同月31日迄蔗糖液を用ひ棉の葉について實驗を行つた。

8. 實驗材料として陸地棉5品種, 東亞棉26品種を選んだ。東亞棉のうち朝鮮, 滿洲, 支那在來種は10品種で日本内地在來種は11品種であつた。

9. 其等の棉のうち最も滲透壓の低いのは陸地棉で17.1-23.8氣壓であり, そのうちでもKings improvedとLightning expressとは甚しく低い。日本在來種は一般に滲透壓が高く21.5-26.4氣壓であつて, そのうちでも三刀屋在來と會津在來は極めて高い。朝鮮, 滿洲, 支那在來種は20.0-26.4氣壓で日本在來種の滲透壓最も高いものと陸地棉のうちの滲透壓最も低いものとの中間にある。

10. 陸地棉ではKings improved 17.1氣壓, Lightning express 17.8氣壓であり, 東亞棉のうち日本在來種では會津在來が28.0氣壓, 三刀屋在來28.8氣壓であり前二者と後二者との差は10氣壓以上に及ぶ。朝鮮, 滿洲, 支那在來種のうちにはKings improved及Lightning expressの如く滲透壓低いものなく又在來三刀屋及會津在來の如く高いものがなかつた。

本實驗は文部省自然科學獎勵費に依りてなされたるものなり, 文部省に對し謝意を表す。

引 用 文 獻

- (1) MUDRA, A. Untersuchungen über Zellsaftkonzentration beim Weizen. Zeit. Züchtung, Reihe A Pflanzenzüchtung Heft 20: 62-71, 1933.
- (2) 榎本中衛 稻に於ける葉汁濃度に就て 日本作物學會紀事 第1卷, 第1號, 1926.
- (3) LAUDE, H. H. Cold resistance of winter wheat, rye, barley and oats in transition from dormancy to active growth Jour. Agr. Res. Vol. 54: 899-917, 1937.
- (4) GAIL, F. W. Osmotic pressure of cell sap. Bot. Gaz. Vol. 81: 434-444, 1926.
- (5) 志村基 茶樹の耐寒性に就て 日本作物學會紀事 第12卷, 第2號, 1940.
- (6) LEVITT, J. and G. W. SCARTH. Frost hardening studies with living cells I, II. Canadian Jour. Res. Vol. 14, No. 7, sect C: 267-284 No. Sect C: 285-305, 1936.
- (7) 小野寺二郎 稻品種間の耐旱性と土壤水分缺乏に對する形態的及び生理學的特性並びに收量の變化に就いて日本作物學會紀事 第3卷, 第2號, 1928.
- (8) 佐藤健吉 中島三郎 大麥春播性及秋播性に關する研究 第四報 耐寒性乾燥物質含有量細胞液汁の物理的性質に就いて 朝鮮總督府農事試驗場彙報 第6卷, 第4號, 1931.
- (9) BRAUNER, L. Pflanzenphysiologisches Praktikum II. Teil, 1932.
- (10) 山田登 東亞棉と陸地棉間の交配に於ける花粉管の行動に就て (豫報) [2]. 植物及動物 第7卷, 第4號, 1939