

夏季の高温条件における葉ネギの出芽促進のための 種子吸水処理技術

小熊光輝*・井手 治・石松敬章

本研究は、夏季の高温条件における葉ネギ種子の出芽促進を目的とし、簡易な種子吸水処理方法を開発するとともに、その有効性について検討した。水ポテンシャルを低く保つことができる粉碎もみ殻を利用したプライミング処理において、処理条件を検討し、その時の種子含水率を明らかにした。好適な処理条件は、15℃で8日間、20℃で6日間もしくは8日間であった。本処理後の種子含水率は66～69%であった。種子を20～24時間、20℃で浸水させると、処理中に発芽はほとんどみられなかった。その種子を風乾させた時の種子含水率は68～72%であった。これをポリ容器に入れて密封し、20℃に6日静置することにより、高温条件下での発芽促進効果が認められた。夏季のハウス栽培において、吸水処理は無処理に比べ、出芽が3日早かった。また、収穫日は10日早くなり、収量は13%増加した。吸水処理後の種子は冷蔵保存が可能であり、62日経過しても発芽促進効果は維持された。

[キーワード：葉ネギ，高温，出芽率，種子吸水処理，種子含水率]

Development of a pre-sowing hydration treatment to stimulate seedling emergence of leaf-bunching onion (*Allium fistulosum* L.) in summer. KOGUMA Mitsuteru, Osamu IDE and Takaaki ISHIMATSU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.*32: 59-62 (2013)

To stimulate seedling emergence of leaf-bunching onion (*Allium fistulosum* L.) in summer, we developed a simple method for a pre-sowing hydration treatment and confirmed the effectiveness of this method. The results obtained are summarized below. A preliminary study was conducted to identify optimum temperatures and periods for priming seeds. The seeds were kept in broken chaff that would retain a low water potential. The optimum conditions for priming seeds were 15℃ for 8 days and 20℃ for 6 or 8 days. The moisture contents of seeds treated in these methods ranged from 66 to 69%. Few radicular emergences were appeared when the seeds were soaked in water at 20℃ for 20 and 24 h. The moisture contents of these seeds after air drying subjected to these treatments ranged from 68 to 72%. After these seeds were kept in a sealed bottle for 6 days at 20℃, they successfully germinated at high temperatures. In a greenhouse experiment in summer, the pre-sowing hydration treatment could shorten the seedling emergence period for 3 days. The harvest time of leaf-bunching onion grown from pre-treated seeds was 10 days earlier than that of onions grown from untreated seeds. The yield of onion grown from pre-treated seeds increased 13%, compared with those grown from untreated seeds. Seeds that had received the pre-sowing hydration treatment retained a high germination rate after 62 days of storage in a refrigerator.

[key words : Leaf-bunching onion, high temperature, emergence rate, pre-sowing hydration treatment, water content]

緒 言

雨よけハウスを利用した葉ネギ栽培では、夏季の高温による出芽の不揃い、1本重の減少による収量低下が問題となっている。ハウス栽培における一般的な高温対策として、寒冷紗被覆、換気扇を利用した外気導入及び細霧冷房の利用といった環境制御が行なわれている。しかし、葉ネギ栽培では簡易な単棟パイプハウスの利用が主流であるため、1農家が管理するハウス数が多い。このため、寒冷紗の開閉には多大な労力がかかること、換気扇等の設備は高コストであることから高温対策技術の普及が進んでいない。

一方、高温環境下で発芽を促進させる種子処理技術として、種子プライミング処理がある。これは、水ポテンシャルを急激に増加させない資材を利用して、種子への水分供給を制御することにより、種子内部の生理状態を幼根突出直前まで進めておく手法であり、播種後の出芽を顕著に促進させる効果がある(三浦 2003)。

一般に、水分量を厳密に制御・維持するためには、リン酸カリウム(Suzukiら 1989)、ポリエチレングリコー

ル(Aliら 1990)等の化学溶液の浸透圧を利用する方法や多孔質な岩石資材(Taylorら 1988)の毛管力を利用する方法、あるいは、湿度制御できるドラム等の器材を利用する方法(Rowse 1992)がある。しかし、化学溶液を利用する手法は、溶液の粘性が高いため処理後の種子の取り扱いが難しく、溶液の保管や処分に配慮する必要がある。また、岩石資材を利用する手法は、種子との分離作業が必要となる。

そこで、本研究では葉ネギにおける夏季の高温条件下での出芽を齊一に促進させることを目的としたプライミング処理について検討した。具体的にはTaylorら(1988)の手法を基に、水ポテンシャルを低く保つことができる固形物で、入手し易く取り扱いが容易な粉碎もみ殻を用いた処理条件を検討し、種子含水率を明らかにした。次に、簡易な手法である直接浸水による種子吸水処理方法について検討した。

材料及び方法

全ての試験において、葉ネギ品種は「FDH」を用いた。

1 粉碎もみ殻を利用したプライミング処理条件が高温条件下での発芽率に及ぼす影響

粉碎もみ殻は、3日間天日干したもみ殻をジュースーサーで5分間粉碎後、0.8mmの篩でふるって調整した。粉碎もみ殻の含水率は7.6%であった。プライミング処理として、135mLのポリ容器に粉碎もみ殻1.5gと蒸留水0.55mL及び種子0.5g（種子含水率7.8%）を混和し、密封後、後述の恒温器に静置した。処理条件として、温度15、20℃の2水準、処理日数を4、6、8日の3水準を組み合わせ、対照としてプライミング処理をせずに播種した区（以下、無処理区）を設けた。処理は2010年9月24日～10月1日に行い、1日1回水分の偏りが生じないようにポリ容器を上下に数十秒間振とうさせた。発芽試験は10月1日に、直径9cmのシャーレにろ紙2枚を敷き、蒸留水3mLで湿らせて播種した。その後、シャーレをアルミホイルで覆い35℃の恒温器に静置した。発芽調査は1区50粒、3反復とし、毎日、幼根が2mm以上突出したものを発芽種子として計数した。種子含水率はプライミング処理終了時に105℃で24時間乾燥させて乾重量を測定し、湿重量から乾重量を差し引いて求めた水分量を乾重量で除して算出した。

2 種子吸水処理の直接浸水時間の違いが高温条件下での発芽率に及ぼす影響

種子1.0gと蒸留水100mLをビーカーに入れ、0（対照）、6、20、24、30、48時間、20℃の恒温器に静置した。また、浸水終了後に浸水中の発芽率を調査した。浸水後の種子は水切り後、過剰な水分が種子に供給されないように、室内でフェルト上に広げ、種子が手に付着しない状態まで風乾させた後、上記1と同様に種子含水率を測定した。風乾した種子を135mLのポリ容器に入れて密封し、20℃の恒温器に6日間静置した。なお、処理期間中、上記1と同様に1日1回振とうした。本処理は2010年12月20日～12月26日に行い、12月27日に上記1と同様にシャーレに播種し35℃の恒温器に静置した。発芽調査は上記1と同様に行った。

3 吸水処理した種子の雨よけハウス栽培下での出芽率及び収量に及ぼす影響

試験は、福岡県農業総合試験場内に設置した間口6m、奥行15mの南北方向単棟パイプハウス1棟で実施した。外張り被覆材には厚さ0.1mmの農業用ビニルを用いた。パイプハウスの換気はサイドビニルを巻き上げて行い、その開口率は12%とした。開口部には0.4mm目合いの防虫ネットを被覆した。試験区として、種子吸水処理区及び無処理区（対照）を設けた。吸水処理は、種子100mLを蒸留水に20℃で24時間浸水した。浸水した種子は、水切り後室内でフェルト上に広げ、含水率68%まで風乾した。風乾した種子を500mLポリ容器に入れて密閉し、20℃の恒温器に6日間静置した。処理期間中、上記1

と同様、1日1回振とうした。処理は2011年7月20日に開始し、処理後の種子を7月27日に播種密度100粒/m、条間15cmで手播きした。基肥はN-P205-K20：30-30-12kg/10aを施用した。出芽調査は、毎日、子葉が地表1cm以上出芽したものを計測した。収穫は、各区50%以上の株がMサイズ（草丈50～59cm）に達した時点で順次行った。試験規模は1区1m²の4反復とした。

4 種子吸水処理終了後の冷蔵保存日数が発芽率に及ぼす影響

吸水処理した種子をポリ容器に入れたまま、家庭用冷蔵庫（平均温度3.6℃）で保存し、冷蔵期間の違いが発芽に及ぼす影響を検討した。保存期間は0日（対照）、28日、62日とし、無処理を加えた4試験区設けた。種子吸水処理方法は上記2と同様に行った。種子吸水処理期間は、62日保存は試験2と同じ、28日保存は2011年1月25日～1月31日、0日保存は2011年2月21日～2月27日とした。播種は2011年2月28日に行い、播種方法及び発芽調査は上記1と同様とした。

結果

1 粉碎もみ殻を利用したプライミング処理条件が高温条件下での発芽率に及ぼす影響

プライミング処理を行わない種子（以下、無処理とする）の発芽率は、播種後6日目に61%、13日目に71%であった。これに対し、プライミング処理を行ったいずれの区も無処理に比べ発芽が促進された。発芽率が80%に達するのに要した日数は、処理温度・日数が15℃・8日、20℃・6日及び20℃・8日の場合に1.0～1.3日と短かった（第1表）。また、効果が高いこれらの区では、プライミング処理後の種子含水率は66～69%であった。なお、いずれの区もプライミング処理中に発芽はみられなかった。

第1表 プライミング処理の処理条件と高温条件下でのネギの発芽率が80%に達した日数および処理後の種子含水率

処理温度 (°C)	処理日数 (日)	80%以上発芽率に達した播種後日数(日)	プライミング処理後の種子含水率(%)
15	4	6.3 a ¹⁾	65
	6	3.3 b	68
	8	1.3 bc	69
20	4	4.3 ab	65
	6	1.0 c	69
	8	1.0 c	66

1) Tukey-Kramerの多重検定により、異なる文字の処理区間に5%水準で有意差あり。

2) プライミング処理をせずに播種した種子（無処理）の発芽率は、播種後13日目で71%であった。

2 種子吸水処理の直接浸水時間の違いが高温条件下での発芽率に及ぼす影響

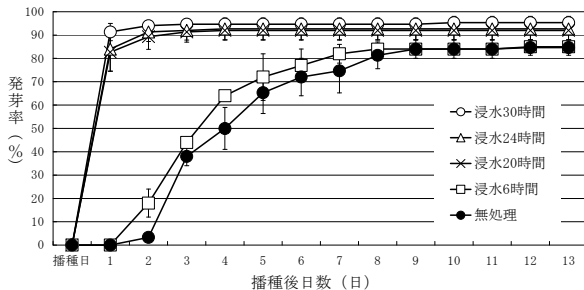
浸水時間の違いによる種子含水率について検討した結果、6時間では49%、20時間及び24時間は68、72%であった。30、48時間の浸水では74%、82%の含水率となり、

浸水中の発芽が各々 7%, 36%発生した (第 2表)。次に, 高温条件下での発芽率について検討した結果, 無処理が80%に達するのに要した日数は 8日であった。浸水 6時間も無処理と同様の推移を示した。これに対し, 浸水20時間, 24時間及び30時間の種子は, 無処理に比べ発芽が促進され, 播種 1日後には発芽率が80%に達した (第 1図)。以上より, 発芽が促進し, 浸水中の発芽がほとんどみられなかった浸水時間は20時間及び24時間であり, それらの種子含水率は68~72%であった。

第 2 表 葉ネギ種子の浸水時間が種子含水率および浸水中の発芽に及ぼす影響

浸水時間 (時間)	種子含水率 (%)	浸水中の発芽率 (%)
6	49 a ¹⁾	0 a ¹⁾
20	68 b	1 a
24	72 b	1 a
30	74 b	7 b
48	82 c	36 c

- 1) Tukey-Kramer の多重検定により, 異文字の処理区間に 5%水準で有意差あり。
- 2) 無処理の種子含水率は7.7%であった。



第 1 図 葉ネギの種子吸水処理の浸水時間が高温条件 (35°C) での発芽に及ぼす影響

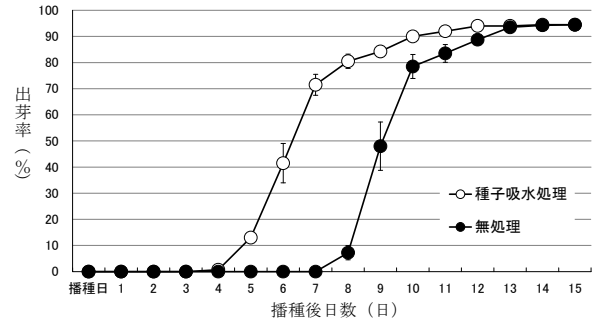
1) エラーバーは標準誤差を示す。

3 吸水処理した種子の雨よけハウス栽培下での出芽率及び収量に及ぼす影響

播種後15日間の地表下 3cm の日中 (8時~18時) の平均地温は32.9°Cであった。種子吸水処理区の出芽率が80%以上に達したのは播種後 8日であり, 無処理に比べ 3日早かった (第 2図)。収穫日は10日早くなり, 在圃日数が短縮した。また, 1本重が 4%重くなり, 収量が13%増加した (第 3表)。

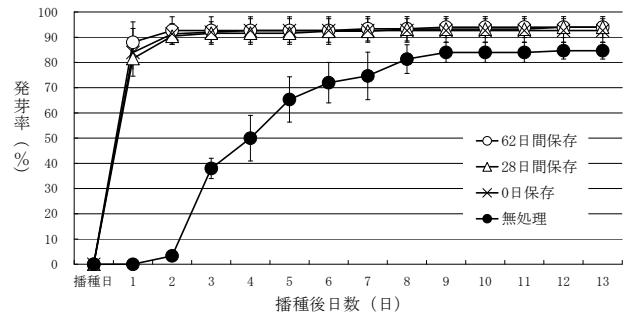
4 種子吸水処理終了後の冷蔵保存日数が発芽率に及ぼす影響

種子吸水処理後に62日, 28日及び 0日冷蔵保存した種子は, いずれも播種 1日後に発芽率が80%以上となり, 無処理の種子に比べて高い発芽率で推移した。また, 62日及び28日冷蔵保存した種子は, いずれも 0日保存した種子と同程度の発芽率を示し, 冷蔵保存による発芽率の低下は認められなかった (第 3図)。



第 2 図 葉ネギの種子吸水処理とハウス栽培における出芽率 (2011年度)

1) エラーバーは標準誤差を示す。



第 3 図 葉ネギの種子吸水処理後の保存日数が高温条件での発芽に及ぼす影響

1) エラーバーは標準誤差を示す。

考 察

粉碎もみ殻の毛細管力を利用して水ポテンシャルを低く保つことができるプライミング処理について, 発芽促進効果が高い処理温度及び処理日数を検討し, その種子含水率を調査した。その結果, 効果の高かった15°C・8日, 20°C・6日及び20°C・8日のプライミング処理終了時の種子含水率は66~69%であった。種子の発芽過程における吸水様式は 3 相に大別される (鈴木2003)。A 相は急速に吸水が進む吸水期。B 相は吸水が緩やかになるかほぼ停滞し, 種子内でさまざまな生化学反応が進行する発芽準備期。C 相は幼根が突出し, 再び吸水が増加する生長期である。プライミング処理は種子が発芽を開始しない含水率で幼根突出直前まで生理状態を進める手法であるため, ネギ種子では66~69%の種子含水率により, C相に移行せずにB相を持続できると推察された。また, 15°C・6日間処理では種子含水率が68%であるにもかかわらず, 発芽率が80%以上に達する日数は20°C・6日間処理に比べ長かった。イネ種子では処理温度の低下に伴い B相が時間的に長くなることが認められており (高橋1960), 本試験でも15°C処理ではB相の進行が20°C処理に比べ緩慢となり, 6日間処理では幼根突出直前まで進んでいなかったものと推察された。

プライミング処理では種子が吸収する水量を制御するために何らかの資材を使用する。そのため, 処理後には資材と種子との分離作業が必要となり, 普及性が劣ることが危惧される。そこで, 資材を使わない直接浸水による吸水処理方法を検討するため, まず, プライミング処

第3表 葉ネギの種子吸水処理と収量 (2011年度)

試験区	収穫日 ¹⁾	商品収量 ²⁾ (調製重, kg/10a)	平均1本重 (g)	収穫本数 (本/m)	草丈 (cm)
種子吸水処理	10月20日 (-10日) ³⁾	3,611 (113)	8.6	86.3	57.3
無処理	10月30日	3,184	8.3	83.3	57.3
t検定 ⁴⁾	**	*	*	n. s.	n. s.

1) 収穫は各区, Mサイズ (草丈50~59cm) に達した時点でを行った。

2) 調製は本葉1.5~2.5枚で行った。

3) 収穫日および商品収量の () は, 各品種の「種子処理なし」に対する日数および割合。

4) **, *, はそれぞれ 1%, 5%水準で有意差あり, n. s. は有意差なし。

理中の種子含水率の変化を調査した。その結果, 処理直後から急速に吸水が進み, 処理 2日目にはB相で見られる平衡状態に達した (データ略)。このことから, 種子を直接浸水して種子含水率を急速に上昇させる種子吸水処理でも, C相に移行せずにB相を持続できる含水率に調節し, その水分量を保つよう密閉して発芽準備を進めさせることで, プライミング処理と同等の効果が得られる可能性があると推察された。そこで, 本手法について検討した結果, 20℃で20~30時間浸水後に風乾し, 含水率が68~72%となった種子を20℃・6日間密閉しておくことで, もみ殻を利用したプライミング処理と同程度に発芽率を向上させることが可能であった。浸水時間が6時間と短い場合は種子の吸水量が十分でないため, 発芽促進効果は得られなかった。一方, 種子の浸水時間が30時間以上と長い場合は浸水中の発芽が増加した。葉ネギは一般に機械播種が行われており, 幼根が突出すると播種時に損傷する恐れがある。これらのことから, 発芽促進効果が高い葉ネギの種子吸水処理方法は, 種子を20~24時間浸水後風乾させ, 種子含水率をおよそ68~72%とし, その後20℃で6日間密閉処理する方法であることが明らかになった。

また, 種子吸水処理が雨よけハウスでの発芽促進, 在圃日数, 1本重及び収量に与える影響について検討した。その結果, 本処理は出芽促進効果が高いことが確認された。発芽が早くしかも斉一化されたことで, 在圃日数が短縮された。また, 1本重の増加により収量の増加が認められた。これは, 本処理により根の発生と発達が進められたことにより, 葉身径が太くなったためと推察されるが, 今後さらに検討する必要がある。

種子吸水処理の実施に際しては, 市販されているネギ種子の含水率が8%前後に調整されていることから, 浸水後の種子重量は, 浸水前の1.5~1.55倍とすることで, 含水率をほぼ68~72%に調節することが可能である。密閉処理時の温度維持については, 玄米貯蔵庫などの利用が考えられる。また, 処理した葉ネギ種子は慣行の播種機で問題なく播種できるが, 種子の容積が約1.3倍に増加するため, 目標収穫本数の約100本/mを確保するために播種ベルトの穴径を1段階大きいものと交換する等の

調整が必要であった (データ略)。

プライミング処理したタマネギ種子が9週間経過後も処理直後の効果を維持していたとの報告 (堀田ら 2006) がある。本試験でも, 吸水処理後の葉ネギ種子は62日間の冷蔵保存 (平均3.6℃) が可能であった。このことは, 周年栽培体系である葉ネギ栽培では, あらかじめ吸水処理して保存した種子を利用することにより, ハウスを効率的に利用できると思われる。

以上より, 高温条件下での雨よけハウスを利用した葉ネギ栽培において, 出芽促進の効果が得られ, 収量増加が期待できる簡易な種子処理方法が明らかになった。

引用文献

- Ali A, Machado Souza and Hamill AS (1990) Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *Scientia Hort.* 43:213-224.
- 堀田 実・猿山晴夫 (2006) トレハロース, ラフィロースによるタマネギ種子の発芽促進. *園学研* 5 (1) :75-78.
- 三浦周行 (2003) 種子の処理技術. 施設園芸ハンドブック 5 訂 (日本施設園芸協会 (編)). 園芸情報センター, 東京, p. 338-340.
- Rowse (1992) Methods of priming seed. *United State Patent* 5, 119, 589.
- 鈴木善弘 (2003) 種子生物学. 東北大学出版会, 宮城, p. 191-193.
- Suzuki H, Obayashi S and Huiming Luo (1989) Effects of Salt Solution on the Priming of several vegetable seeds. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58 (1) : 131-138.
- 高橋成人 (1960) 稲種子の発芽過程における水分吸水様相特に発芽遅速よりみた各相の意義について. *日作紀* 29 (1) : 1-3.
- Taylor AG, Klein DE and Whitlow TH (1988) SMP:Sol-id Matrix Priming of seeds. *Scientia Hort.* 37:1-11