

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7703552号
(P7703552)

(45)発行日 令和7年7月7日(2025.7.7)

(24)登録日 令和7年6月27日(2025.6.27)

(51)国際特許分類		F I	
A 0 1 G	7/06 (2006.01)	A 0 1 G	7/06 A
A 0 1 G	22/15 (2018.01)	A 0 1 G	22/15
A 0 1 G	22/20 (2018.01)	A 0 1 G	22/20
A 0 1 G	22/40 (2018.01)	A 0 1 G	22/40
A 0 1 G	22/60 (2018.01)	A 0 1 G	22/60
請求項の数 20 (全12頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-549831(P2022-549831)	(73)特許権者	509319074
(86)(22)出願日	令和3年2月19日(2021.2.19)		パレント・バイオサイエンス・リミ
(65)公表番号	特表2023-515481(P2023-515481		テッド・ライアビリティ・カンパニー
	A)		Valent BioSciences
(43)公表日	令和5年4月13日(2023.4.13)		L L C
(86)国際出願番号	PCT/US2021/018782		アメリカ合衆国6 0 0 4 8イリノイ州リ
(87)国際公開番号	WO2021/168250		パティビル、イノベーション・ウェイ1
(87)国際公開日	令和3年8月26日(2021.8.26)		9 1 0、スウィート1 0 0
審査請求日	令和5年8月8日(2023.8.8)	(74)代理人	100145403
(31)優先権主張番号	62/979,138		弁理士 山尾 憲人
(32)優先日	令和2年2月20日(2020.2.20)	(74)代理人	100150500
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 森本 靖
前置審査		(74)代理人	100176474
			弁理士 秋山 信彦
		(72)発明者	シルバーマン, フランクリン ポール
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 植物における熱ストレス耐性を誘導する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

有効量の1 - アミノ - 1 - シクロプロパンカルボン酸 (ACC) を植物に適用することを特徴とする、植物における熱ストレス耐性を向上させる方法であって、前記植物が、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、セイヨウアブラナ、およびレタスからなる群から選択され、ここで、ACCは、コムギにおいては発芽から成熟まで、トウモロコシにおいては発芽から開花まで、ダイズにおいては発芽から開花まで、セイヨウアブラナにおいては発芽から開花まで、レタスにおいては発芽からロゼット形成まで、の植物の生育段階の間に植物に適用される、方法。

【請求項2】

前記植物が、コムギである、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記植物が、レタスである、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記植物が、ダイズである、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記植物が、セイヨウアブラナである、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記有効量が、約1から約1 0 0 0 ppmである、請求項1に記載の方法。

【請求項 7】

前記有効量が、約 10 から約 300 ppm である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記有効量が、約 30 から約 300 ppm である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記有効量が、約 30 から約 100 ppm である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記有効量が、約 10 から約 100 ppm である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記有効量が、約 10 から約 30 ppm である、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 12】

前記 ACC が、スプレーとして前記植物に適用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記 ACC が、葉面散布剤として前記植物に適用される、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記 ACC が、前記植物の発育期で前記植物に適用される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記 ACC が、Feekes ステージ 2 から Feekes ステージ 11 までの間、前記コムギに適用される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 16】

前記 ACC が、Feekes ステージ 5 で、前記コムギに適用される、請求項 2 に記載の方法。

20

【請求項 17】

前記 ACC が、Feekes ステージ 10.4 から Feekes ステージ 10.5 までの間、前記コムギに適用される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 18】

前記 ACC が、前記レタスのロゼット期に、前記レタスに適用される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 19】

前記 ACC が、V1 から V4 期までの間、前記ダイズに適用される、請求項 4 に記載の方法。

30

【請求項 20】

前記 ACC が、前記セイヨウアブラナ植物体の開花期に、前記セイヨウアブラナ植物体に適用される、請求項 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有効量の 1 - アミノ - 1 - シクロプロパンカルボン酸を植物に適用すること
を特徴とする、植物における熱ストレス耐性を向上させる方法を対象とする。

【背景技術】

40

【0002】

気温が世界中で上昇しており、今世紀の残りの間を通して上昇し続けることが予想されている。この気温の上昇は、コムギなどの作物に熱ストレスを引き起こすであろう。Tack J., et al., Effect of warming temperatures on US wheat yields Proc Natl Acad Sci U S A. 2015 Jun 2; 112(22): 6931 - 6 を参照されたい。ストレスが生殖期および登熟期の間に生じる場合、熱ストレスは、コムギの生産にとって特に脅威となっている。Ababaei B. and Chenu K., Heat shocks increasingly impede grain filling but have little effect on grain setting across the Australian wheat belt

50

t, Agr. For. Meteorol., 2020 Jan; 284, 107889を参照されたい。

【0003】

熱ストレスは、植物の代謝速度を制限し、葉緑体に損傷を与えることで、植物が光合成する能力を減少させると考えられている。この光合成能力の減少は、穀物生産量の減少をもたらす。穀物生産量の減少は、農家および全人口のどちらにとっても損害が大きい。世界人口の増加に伴い、作物生産の増加が必要となる。それゆえ、コムギなどの作物における熱ストレス耐性の向上は、世界人口の生存にとって有益であり、なおかつ必要である。

【0004】

1 - アミノ - 1 - シクロプロパンカルボン酸 (「ACC」) は、酵素 ACC シンターゼの生成物であり、植物におけるエチレンの生合成前駆体として作用する。エチレンは、ストレス、着果、落葉、開花、および老化などの、いくつかの植物応答に関与することが示されている。そのエチレン前駆体としての役割のために、ACC は、エチレン応答現象を誘導するために農業で使用されている。しかしながら、ACC は、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、トマト、マメ、レタス、セイヨウアブラナ (例えばキャノーラ、ナタネなど)、芝草および観賞植物など、様々な植物において、熱ストレス耐性を誘導することが示されていない。実際に、コムギ粒の発育における、熱ストレスにより誘導されるエチレン産生は、稔実不良および収穫量の減少を引き起こす。Hays D.B. et al., Heat stress induced ethylene production in developing wheat grains induces kernel abortion and increased maturation in a susceptible cultivar, Plant Sci, 2007, 172, 1113 - 1123 および Valluru R., et al., Phenotypic and genome-wide association analysis of spike ethylene in diverse wheat genotypes under heat stress, New Phytologist, 2016, doi: 10.1111/nph.14367, 1 - 13 を参照されたい。

【0005】

それゆえ、当技術分野において、作物における熱ストレス耐性を向上させる方法が必要とされる。

【発明の概要】

【0006】

本発明は、有効量の 1 - アミノ - 1 - シクロプロパンカルボン酸 (「ACC」) を植物に適用することを特徴とする、植物における熱ストレス耐性を向上させる方法であって、前記植物が、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、トマト、セイヨウアブラナ、マメ、レタス、芝草および観賞植物からなる群から選択される方法を対象とする。

【発明を実施するための形態】

【0007】

出願人は、1 - アミノ - 1 - シクロプロパンカルボン酸 (「ACC」) の植物への適用が、熱ストレス耐性を向上させ、穀物生産量の上昇をもたらすことを予期せず見出した。

【0008】

一度植えられた植物は、生長期、生殖期、成熟期および老化期などのライフステージを経る。植物は一般に、発育期、生長期および生殖期、特に開花期の間、熱ストレスを受ける。植物は、成熟期の間も熱ストレスを受けることがある。

【0009】

小麦は、特に、発芽から始まり、分げつ、出穂、開花、最後に成熟へと続く、いくつかの生活環ステージを経る。Miller T.D., Growth Stages of Wheat: Identification and Understanding Improve Crop Management, Texas A&M Agrilife Ext. SCS - 1999 - 16 を参照されたい。Feekees スケールは、コムギ植物体の生活環を体

10

20

30

40

50

系的に記述するために開発された。F e e k e s ステージ 1 は、コムギ植物体の土壌からの出芽を記述する。F e e k e s ステージ 2 - 3 は、分けつ期を記述する。分けつ期は、植物が、蘖として知られる腋芽または側芽を出す時期である。コムギ植物体は、F e e k e s ステージ 2 で蘖を出し始め、F e e k e s ステージ 3 で蘖を出すのを止める。F e e k e s ステージ 4 は、コムギ植物体の直立生長の開始を記述する。F e e k e s ステージ 5 は、低温期間の後に生じ、一穂あたりの小穂の数が決まる。穂は、それぞれの蘖の先端から伸び、複数の小穂をつけ、そのそれぞれが稔実する。ステージ 5 の後に形成される蘖は、穀物の収穫につながらない。F e e k e s ステージ 6 - 9 の間、節が生じ、葉が現れる。F e e k e s ステージ 10 で出穂し、開花が始まる。F e e k e s ステージ 10 は、複数のサブステージに分けられる。F e e k e s ステージ 10 . 1 は、穂の先端が現れることを記述する。F e e k e s ステージ 10 . 3 は、穂の半分が現れることを記述する。F e e k e s ステージ 10 . 4 は、穂の 4 分の 3 が現れることを記述する。F e e k e s ステージ 10 . 5 は、穂が完全に表れることを記述する。F e e k e s ステージ 10 . 5 . 1 で、開花が始まる。この後、F e e k e s ステージ 10 . 5 . 3 から F e e k e s ステージ 11 . 4 にかけて、受粉および穀粒（すなわち穀物）の成熟が続く。

10

【 0 0 1 0 】

出願人は、本出願全体を通して、ダイズ発育期を「V」ステージと呼んでいる。「V」ステージは、V 1、V 2、V 3、などのように、数字で指定される。この V (n) の識別システムにおいて、(n) は、開いている三小葉の数を表す。それぞれの葉ステージは、完全に広がっている最上部の葉によって定義される。

20

【 0 0 1 1 】

本明細書で使用されるとき、「熱ストレス」という用語は、24 以上の気温に植物が晒されることと定義される。好ましい実施形態において、「熱ストレス」という用語は、25 以上、26 以上、27 以上、28 以上、29 以上または 30 以上の気温に植物が晒されることを含むことがある。熱ストレスは、日中、または夜のいずれかに生じることがある。同じ植物について、夜間の熱ストレスは、日中の熱ストレスよりも低い温度で生じることがある。

【 0 0 1 2 】

本明細書で使用されるとき、「向上させる」という用語は、熱ストレスにさらされる植物の成長および / または収量の増加と定義される。成長および / または収量の測定には、これらに限らないが、バイオマスの新鮮重量、総繁殖分けつ数、繁殖分けつの割合、群落密度およびバイオマスの乾燥総重量といった、栄養成長期に行われる測定、ならびに、これらに限らないが、穂の総数、穂の重量、一穂あたりの収量、粒重および収穫指数といった、生殖期に行われる測定が挙げられるが、これらに限らない。

30

【 0 0 1 3 】

本明細書で使用されるとき、量、比率、重量パーセントおよび同類のものに関する全ての数値は、「約」それぞれの特定の値、プラスまたはマイナス 10 % として定義される。例えば、「少なくとも重量 5 . 0 % 」という言葉は、「少なくとも重量 4 . 5 % から 5 . 5 % 」として理解されるべきである。したがって、請求項にある数値の 10 % 以内の量が、特許請求の範囲に包含される。

40

【 0 0 1 4 】

「有効量」という用語は、熱ストレス耐性を向上させるであろう製剤の量を意味する。「有効量」は、数ある因子の中でも、治療を受ける植物の種類、熱ストレスの重症度、望ましい結果、および治療中の植物のライフステージによって異なるであろう。それゆえ、正確な「有効量」を明示することが、常に可能なわけではない。

【 0 0 1 5 】

「一つの (a)」、「一つの (an)」および「その (the)」という冠詞は、文脈上明白に別段の指示がない限り、複数形ならびに単数形を含むように意図される。例えば、本発明のいくつかの方法は、「コムギ」における熱ストレスを向上させることを対象とするが、これは複数のコムギ植物体（例えば 2 以上のコムギ植物体または 2 以上のコムギ種など

50

)の制御を包含し得る。

【0016】

一つの実施形態において、本発明は、有効量のACCを植物に適用することを特徴とする、植物における熱ストレス耐性を向上させる方法であって、前記植物が、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、トマト、セイヨウアブラナ、マメ、レタス、芝草および観賞植物からなる群から選択される方法を対象とする。

【0017】

セイヨウアブラナ (*Brassica napus*) は、これらに限らないが、一年生のアブラナ (annual rape)、アルゼンチンキャノーラ (*Argentine canola*)、キャノーラ、コルザ、ハノーバーサラダ (*Hanover-salad*)、ナタネ (oilseed rape)、アブラナ (rape)、ナタネ (rapeseed)、rape kale、ルタバガ、シベリアンケール (*Siberian kale*)、夏型アブラナ (summer rape)、スウェード (swede)、スウェードレイプ (*Swede rape*)、スウェーデンカブ (*Swedish turnip*) および冬型アブラナ (winter rape) といった、その全ての品種、亜種および変種を包含する。好ましい実施形態において、前記セイヨウアブラナの変種は、キャノーラである。

10

【0018】

好ましい実施形態において、前記植物は、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、トマト、セイヨウアブラナ、マメ、レタス、および芝草からなる群から選択される。より好ましい実施形態において、前記植物は、コムギ、トウモロコシ、ダイズ、ワタ、トマト、セイヨウアブラナ、マメ、およびレタスからなる群から選択される。さらにより好ましい実施形態において、前記植物は、コムギ、レタス、ダイズ、またはセイヨウアブラナである。

20

【0019】

好ましい実施形態において、有効量のACCは、約1から約1,000百万分率 (「ppm」)、より好ましくは約1から約500ppm、さらにより好ましくは約10から約300ppm、さらにより好ましくは約30から約300ppm、最も好ましくは約30から約100ppmである。

【0020】

別の好ましい実施形態において、ACCは、約0.001から約1,000グラム・パー・ヘクタール (「g/Ha」)、より好ましくは約0.028から約281g/Ha、さらにより好ましくは約0.28から約28g/Haの割合で、前記植物に適用される。

30

【0021】

本発明の方法は、前記植物の任意の成長段階で、ACCを前記植物に適用することを企図する。好ましい実施形態において、ACCは、開花期を含む、前記植物の発育期、生長期および/または生殖期で、前記植物に適用される。

【0022】

別の好ましい実施形態において、ACCは、Feekesステージ2からFeekesステージ11まで、さらにより好ましくはFeekesステージ2からFeekesステージ5まで、またはFeekesステージ10からFeekesステージ11まで、さらにより好ましくはFeekesステージ5で、またはFeekesステージ10.4から10.5まで、前記コムギ植物体に適用される。

40

【0023】

別の好ましい実施形態において、ACCは、生長期で、より好ましくはロゼット期としても知られる結球形成期で、前記レタス植物体に適用される。

【0024】

別の好ましい実施形態において、ACCは、生長期で、より好ましくはV1からV4期まで、前記ダイズ植物体に適用される。

【0025】

別の好ましい実施形態において、ACCは、生殖期で、より好ましくは開花期で、前記セイヨウアブラナ植物体に適用される。

【0026】

50

本発明のＡＣＣは、任意の簡便な手段によって適用され得る。当業者は、これらに限らないが、噴霧、ブラッシング、浸漬、インファロー処理、点滴灌漑、ドレンチング（drenching）、スプレッチング（sprencing）、散粉（dusting）、散粉（powdering）、散粒、種子処理、加圧液体（エアロゾル）、フォギング（fogging）または側条施肥といった適用方法を熟知している。好ましい実施形態において、ＡＣＣは、スプレーとして、さらにより好ましくは葉面散布剤として、前記植物に適用される。

【００２７】

これらの代表的な実施形態は、決して制限的ではなく、本発明のいくつかの態様を説明するためだけに記述される。

【００２８】

さらに、以下の実施例は、実例として提供されるにすぎず、制限を目的としない。

【実施例】

【００２９】

実施例１－開花期でのＡＣＣ適用後のコムギにおける熱ストレス耐性

方法

２４ポットのＡｐｏｇｅｅコムギを温室で、３連続の生育条件下で栽培した。初めに、コムギをＰｒｏＭｉｘ（登録商標）栽培培地に植え、約６週間、グロースキャビネット内で、２４／１８ の日中／夜間温度、１６／８時間の明／暗光周期下で栽培した。最初の一連の生育条件の後、植物体はＦｅｅｋｅｓステージ１０．４－１０．５（開花期）であった。次に、タンク噴霧器を用いて、０、３０または１００ｐｐｍ ＡＣＣ（ｎ＝８）のスプレー塗布を行った。次に、処理の２日後に、植物体を３６／３０ の日中／夜間温度、１６／８時間の明／暗光周期下で７日間、グロースチャンバーに移した。これらの条件は、著しい熱ストレスを成す。最後に、植物体をその後、２４／１８ の日中／夜間温度、１６／８時間の明／暗光周期下でさらに約５週間、グロースチャンバーに戻した。植物体を次に破壊的に収穫し、穂の総数、穂の重量、粒重、一穂あたりの収量、Δ穂数および収穫指数を測定した。Δ穂数は、収穫時の繁殖分けつ数から処理時の繁殖分けつ数を差し引いて算出される。繁殖分けつの増加は、繁殖成功の増加を示す。収穫指数は、穀物のポンド数を地上バイオマスの総ポンド数で除することで算出される。結果は以下の表１に示される。

【表１】

表１

n＝８	A I (ppm)	穂の総数	穂の重量 (グラム)	粒重 (グラム)	一穂あたりの収量 (グラム)	Δ穂数	収穫指数
コントロール	０	５.８８	４.９７	２.６８	０.４５	１.５	０.２９
ＡＣＣ	３０	６.２５ (６.３%)	５.３９ (８.５%)	３.１ (１５.７%)	０.５ (１１.１%)	１.７５ (１６.７%)	０.３２ (１０.３%)
ＡＣＣ	１００	６.５ (１０.５%)	５.６９ (１４.５%)	３.３７ (２５.７%)	０.５３ (１７.８%)	２.１３ (４２.０%)	０.３４ (１７.２%)

()はコントロールに対する増加率を示す

【００３０】

結果

上記の表１に示すように、熱ストレスに先立つＡＣＣの適用は、穂数、穂の重量、粒重、一穂あたりの収量、分けつ数および収穫指数の増加をもたらした。これらの増加は、用量依存的であった。具体的に言うと、３０ｐｐｍ ＡＣＣの適用は、穂数を６．３％、穂の重量を８．５％、粒重を１５．７％、一穂あたりの収量を１１．１％、分けつ数を１６．７％、収穫指数を１０．３％、コントロールと比較して増加させた。１００ｐｐｍ ＡＣＣの適用は、穂数を１０．５％、穂の重量を１４．５％、粒重を２５．７％、一穂あたりの

収量を 17.8%、分げつ数を 42.0%、収穫指数を 17.2%、コントロールと比較して増加させた。それゆえ、コムギの開花期での ACC の適用は、コムギを後の熱ストレスから保護し、収量および繁殖成功を、ACC で処理していないコムギと比較して増加させた。

【0031】

実施例 2 - F e e k e s ステージ 5 での ACC 適用後のコムギにおける熱ストレス耐性方法

A p o g e e コムギを P r o M i x B X (P r e m i e r H o r t i c u l t u r e) 中に播き、グロースキャビネットで、以下の条件で栽培した：24/18 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期。2019 年 1 月 15 日の最初の一連の生育条件の後、植物体を F e e k e s ステージ 5 で評価した。次に、トラック噴霧器 (t r a c k s p r a y e r) を用いて、0、0 または 100 p p m A C C (n = 8) のスプレー塗布を行った。次に、処理の 2 日後に、1 組のコントロール植物体 (「 処理コントロール」) および 100 p p m A C C 植物体を 34/28 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期下で 4 日間、第 2 のグロースキャビネットに移した。これらの条件は、著しい熱ストレスを成す。もう 1 組のコントロール植物体 (「 ストレスコントロール」) は、第 1 のグロースキャビネットの中に放置した。最後に、植物体を次に第 1 のグロースキャビネットに約 14 日間戻し、植物体を F e e k e s ステージ 10.1 (出穂) に到達させた。植物体を次に破壊的に収穫し、穂の総数、新鮮重量、総繁殖分げつ数、繁殖分げつの割合、Δ 群落密度および乾燥総重量を測定した。繁殖分げつの割合は、繁殖分げつ数を収穫時の穂の総数で除することで算出される。Δ 群落密度は、収穫時の群落密度から処理時の群落密度を差し引いて算出される。結果は以下の表 2 に示される。

【表 2】

表 2

n = 8	A I (ppm)	穂の総 数	新鮮重量 (グラム)	総分げつ 数	%繁殖分 げつ	Δ 群落 密度	乾燥総重 量 (グラム)
スト レス コン トラ ール	0	3.5	11.3	3.13	90.60%	1.08	2.55
処理コ ントロ ール	0	3.25 (-7.1%)	7.7 (-31.9%)	2 (-36.1%)	62.50% (-31.0%)	1.07 (-0.9%)	1.97 (-22.7%)
A C C	100	3.13 (-7.1%) [-3.7%]	9.18 (-18.8%) [19.2%]	2.75 (-12.1%) [37.5%]	89.60% (-1.1%) [43.4%]	1.52 (40.7%) [42.1%]	2.12 (-16.9%) [7.6%]

() はストレスコントロールに対する増加率を示す

[] は処理コントロールに対する増加率を示す

【0032】

結果

上記の表 2 に示すように、熱ストレスに先立つ ACC の適用は、新鮮重量、総分げつ数、% 分げつ、Δ 群落密度および乾燥総重量の増加を、熱ストレスにさらされたが、ACC で処理されていないコムギ植物体と比較してもたらした。% 繁殖分げつは、理想的な条件 (すなわちストレスコントロール) 下で栽培されたコムギ植物体の 1.1% 以内に戻された。さらに、Δ 群落密度は、ACC で処理したコムギ植物体において、理想的な条件下で栽培されたコムギ植物体と比較して、42.1% 増加した。それゆえ、コムギの栄養成長期での ACC の適用は、コムギを後の熱ストレスから保護し、収量および繁殖成功を、A

ＣＣで処理していない、熱ストレスを受けたコムギと比較して増加させた。

【 0 0 3 3 】

実施例 3 - F e e k e s ステージ 5 での A C C 適用後のコムギにおける熱ストレス耐性方法

A p o g e e コムギを P r o M i x B X (P r e m i e r H o r t i c u l t u r e) 中に播き、グロースキャビネットで、以下の条件で栽培した：24/18 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期。最初の一連の生育条件の後、植物体は F e e k e s ステージ 5 であった。次に、トラック噴霧器 (t r a c k s p r a y e r) を用いて、2019 年 10 月 4 日に、0、0、100 または 300 p p m A C C (n = 8) のスプレー塗布を行った。次に、処理の 2 日後に、1 組のコントロール植物体 (「 処理コントロール」) および 100 p p m A C C 植物体を 34/28 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期下で 4 日間、第 2 のグロースキャビネットに移した。これらの条件は、著しい熱ストレスを成す。もう 1 組のコントロール植物体 (「 ストレスコントロール」) は、第 1 のグロースキャビネットの中に放置した。最後に、植物体を次に第 1 のグロースキャビネットに約 14 日間戻し、植物体を F e e k e s ステージ 10 . 1 (出穂) に到達させた。植物体を次に破壊的に収穫し、穂の総数、新鮮重量、総繁殖分げつ数、繁殖分げつの割合、Δ 群落密度および乾燥総重量を測定した。繁殖分げつの割合は、繁殖分げつ数を収穫時の穂の総数で除することで算出される。Δ 群落密度は、収穫時の群落密度から処理時の群落密度を差し引いて算出される。結果は以下の表 3 に示される。

【 表 3 】

表 3

n = 8	A I (ppm)	穂の総 数	新鮮重量 (グラム)	総分げつ 数	%繁殖分 げつ	Δ 群落 密度	乾燥総重 量 (グラム)
スト レス コン トロ ール	0	5.63	17.16	4	72.10%	2.56%	4.56
処理 コ ント ロ ール	0	6.25 (11.0%)	16.97 (-1.1%)	3.88 (-3.0%)	64.30% (-10.8%)	2.52% (-1.6%)	3.88 (-14.9%)
A C C	100	7 (24.3%) [12.0%]	17.95 (4.6%) [5.8%]	4.38 (9.5%) [12.9%]	63.80% (-11.5%) [-0.8%]	2.65% (3.5%) [5.2%]	4.31 (-5.5%) [11.1%]
A C C	300	6.38 (13.3%) [2.1%]	16.74 (-2.4%) [-1.4%]	3.88 (-3.0%) [0%]	63.10% (-12.5%) [-1.9%]	2.36% (-7.8%) [-6.3%]	4.33 (-5.0%) [11.6%]

() はストレスコントロールに対する増加率を示す

[] は処理コントロールに対する増加率を示す

【 0 0 3 4 】

結果

上記の表 3 に示すように、熱ストレスに先立つ 100 p p m A C C の適用は、穂数、新鮮重量、総分げつ数、Δ 群落密度および乾燥総重量の増加を、熱ストレスにさらされたが、A C C で処理されていないコムギ植物体と比較してもたらしめた。熱ストレスに先立つ 300 p p m A C C の適用は、穂数および乾燥総重量の増加をもたらしめた。それゆえ、コムギの栄養成長期での A C C の適用は、コムギを後の熱ストレスから保護し、収量を、A C C で処理していない、熱ストレスを受けたコムギと比較して増加させた。

【 0 0 3 5 】

実施例 4 - ロゼット期での A C C 適用後のレタスにおける熱ストレス耐性

方法

バターヘッドレタスを P r o M i x B X (P r e m i e r H o r t i c u l t u r e) 中に播き、温室で栽培した。播種後 3 週間で、レタスをグロースキャビネットに以下の条件下で移した：24/18 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期。最初の一連の生育条件の後、植物体は結球形成（ロゼット）期であった。移動の 4 日後に、群落密度を算出した。次に、トラック噴霧器（track sprayer）を用いて、2020 年 9 月 21 日に、0、10、30 または 100 ppm A C C (n = 5) のスプレー塗布を行った。次に、処理の 2 日後に、植物体の半数を 34/30 の日中/夜間温度、16/8 時間の明/暗光周期下で 9 日間、第 2 のグロースキャビネットに移した。これらの条件は、著しい熱ストレスを成す。植物体を次に破壊的に収穫し、新鮮重量、大きさ、群落密度および Δ 群落密度を測定した。Δ 群落密度は、収穫時の群落密度から処理時の群落密度を差し引いて算出される。結果は以下の表 4 に示される。

【表 4】

表 4

n = 5	A I (ppm)	新鮮重量 (グラム)	群落密度	Δ 群落密度
ストレス コントロール	0	102.72	17.60	6.82
処理 コントロール	0	84.14 (-18.1%)	14.71 (-16.4%)	3.50 (-48.7%)
A C C	10	93.94 (-8.5%) [11.6%]	15.58 (-11.5%) [5.9%]	5.12 (-24.9%) [46.3%]
A C C	30	115.11 (12.1%) [36.8%]	16.65 (-5.4%) [13.2%]	5.08 (-25.5%) [45.1%]
A C C	100	97.51 (-5.1%) [15.9%]	15.80 (-10.2%) [7.4%]	4.11 (-39.7%) [17.4%]

() はストレスコントロールに対する増加率を示す

[] は処理コントロールに対する増加率を示す

【0036】

結果

上記の表 4 に示すように、熱ストレスに先立つ 10、30 または 100 ppm A C C の適用は、新鮮重量、群落密度および Δ 群落密度の増加を、熱ストレスにさらされたが、A C C で処理されていないレタス植物体と比較してもたらした。それゆえ、レタスの栄養成長期での A C C の適用は、レタスを後の熱ストレスから保護し、収量を、A C C で処理していない、熱ストレスを受けたレタスと比較して増加させた。

【0037】

実施例 5 - A C C 適用後のダイズにおける熱ストレス耐性

方法

W i l l i a m s 8 2 ダイズを P r o M i x B X (P r e m i e r H o r t i c u l t u r e) 中に播き、温室で栽培した。ダイズ植物体が、完全に広がった第 1 三出葉（V1 成長段階）を見せたとき、ダイズの群落密度を測定し、相対的な大きさに基づいて、処理および再現にグループ分けした。次に、トラック噴霧器（track sprayer）を用いて、2020 年 10 月 9 日に、0、10、30 または 100 A C C (n = 5) のスプレー塗布を行った。スプレー後、植物体をグロースキャビネットに、以下の条件下で移した：24/

18 の日中夜間温度、16/8時間の明暗周期。次に、処理の3日後に、植物体の半数を34/30 の日中/夜間温度、16/8時間の明/暗光周期下で6日間、第2のグロースキャビネットに移した。これらの条件は、早期熱ストレスを成す。植物体を次に破壊的に収穫し、新鮮重量、群落密度、Δ群落密度、乾燥総重量および高さを測定した。結果は以下の表5に示される。

【表5】

表5

n = 5	A I (ppm)	新鮮重量 (グラム)	群落密度	Δ群落密度	乾燥総重量 (グラム)	高さ (cm)
ストレス コントロール	0	14.95	7.2	2.18	2.65	31.58
処理 コントロール	0	18.64 (24.7%)	11.66 (61.9%)	6.35 (191.3%)	2.95 (11.3%)	38.05 (20.5%)
A C C	10	19.85 (32.8%) [6.5%]	13.24 (83.9%) [13.6%]	7.77 (256.4%) [22.4%]	3.15 (18.9%) [6.8%]	41.07 (30.1%) [7.9%]
A C C	30	20.33 (36.0%) [9.1%]	12.68 (76.1%) [8.7%]	7.19 (229.8%) [13.2%]	3.25 (22.6%) [10.2%]	38.25 (21.1%) [0.5%]
A C C	100	19.25 (28.8%) [3.3%]	10.90 (51.4%) [-6.5%]	5.36 (145.9%) [-15.6%]	3.08 (16.2%) [4.4%]	37.95 (20.2%) [-0.3%]

()はストレスコントロールに対する増加率を示す

[]は処理コントロールに対する増加率を示す

【0038】

結果

上記の表5に示すように、熱ストレスに先立つ10および30ppm ACCの適用は、新鮮重量、群落密度、Δ群落密度、乾燥総重量および高さの増加を、熱ストレスにさらされたが、ACCで処理されていないダイズ植物体と比較してもたらした。熱ストレスに先立つ100ppm ACCの適用は、乾燥総重量の増加をもたらした。それゆえ、ダイズの栄養成長期でのACCの適用は、ダイズを後の熱ストレスから保護し、収量を、ACCで処理していない、熱ストレスを受けたダイズと比較して増加させた。

【0039】

実施例6 - ACC適用後のセイヨウアブラナにおける熱ストレス耐性

方法

セイヨウアブラナのキャノーラ変種の実験モデルとして一般に使用されるセイヨウアブラナの矮性種をPromix BX (Premier Horticulture) 中に播き、温室で栽培した。次に、トラック噴霧器 (track sprayer) を用いて、セイヨウアブラナ植物体が開花し始めてから6日後に、0、10、100または300ppm ACC (n = 10) のスプレー塗布を行った。スプレー後、植物体をグロースキャビネットに、以下の条件下に移した：24/18 の日中夜間温度、16/8時間の明暗周期。次に、処理の2日後に、植物体の半数を36/30 の日中/夜間温度、16/8時間の明/暗光周期下で7日間、第2のグロースキャビネットに移した。これらの条件は、早期熱ストレスを成す。常に花および鞘を剪定し、鞘の数を約10に保った。植物体を次に破壊的に収穫し、種子収量、種子数、1鞘あたりの種子収量、1鞘あたりの種子数および1粒種子重を測定した。結果は以下の表6に示される。

10

20

30

40

50

【表 6】

表 6

n = 1 0	A I (ppm)	1 鞘あたりの 種子収量(グラム)	1 鞘あたりの 種子数	1 粒種子重 (グラム)
処理コントロール	0	0.029	13.9	0.0021
A C C	10	0.029 [0%]	14.8 [6.5%]	0.0019 [-9.5%]
A C C	30	0.033 [13.8%]	15.1 [8.6%]	0.0021 [0%]
A C C	100	0.036 [24.1%]	17.4 [25.2%]	0.0020 [-4.8%]
A C C	300	0.030 [3.4%]	15.6 [12.2%]	0.0019 [-9.5%]

[]は処理コントロールに対する増加率を示す

【 0 0 4 0 】

結果

上記の表 6 に示すように、熱ストレスに先立つ 3 0、1 0 0 または 3 0 0 p p m A C C の適用は、1 鞘あたりの種子収量および 1 鞘あたりの種子数の増加を、熱ストレスにさらされたが、A C C で処理されていないセイヨウアブラナ植物体と比較してもたらした。熱ストレスに先立つ 1 0 p p m A C C の適用は、1 鞘あたりの種子数の増加をもたらした。それゆえ、セイヨウアブラナ矮性種の生殖成長初期での A C C の適用は、植物体を後の熱ストレスから保護し、収量を、A C C で処理していない、熱ストレスを受けたセイヨウアブラナ矮性種と比較して増加させた。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

A 0 1 G	22/50	(2018.01)	A 0 1 G	22/50
A 0 1 N	37/44	(2006.01)	A 0 1 N	37/44
A 0 1 P	21/00	(2006.01)	A 0 1 P	21/00
A 0 1 N	25/02	(2006.01)	A 0 1 N	25/02

アメリカ合衆国 6 0 0 4 8 イリノイ州リバティビル、イノベーション・ウェイ 1 9 1 0、スウィート 1 0 0、バレント・バイオサイエンス・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー

(72)発明者

レディ, シュリラマ クリシュナ

アメリカ合衆国 6 0 0 4 8 イリノイ州リバティビル、イノベーション・ウェイ 1 9 1 0、スウィート 1 0 0、バレント・バイオサイエンス・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー

審査官 小林 謙仁

(56)参考文献

中国特許出願公開第 1 0 1 5 8 5 8 7 0 (C N , A)

特開昭 5 6 - 0 4 5 4 4 3 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 1 4 9 9 5 8 (J P , A)

特表 2 0 1 7 - 5 0 5 7 6 5 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 1 9 2 5 3 4 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 3 0 8 4 9 1 (J P , A)

JANE LARKINDALE; ET AL , THERMOTOLERANCE AND ANTIOXIDANT SYSTEMS IN AGROSTIS STOLONIFERA: INVOLVEMENT OF 以下備考, JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY(J. P LANT PHYSIOL) , 2004年 , VOL:161 , PAGE(S):405-413 , <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161704706021?via%3Dihub> , SALICYLIC ACID, ABSCISIC ACID, CALCIUM, HYDROGEN PEROXIDE, AND ETHYLENE

DUNLAP J R ET AL. , Seed coat-mediation of lettuce germination responses to heat and sodium chloride , Journal of the rio grande valley horticultural society , 1990年 , Vol.43 , pp. 55-61

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

A 0 1 G 5 / 0 0 - 7 / 0 6

A 0 1 N 1 / 0 0 - 6 5 / 4 8

A 0 1 P 1 / 0 0 - 2 3 / 0 0