



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0042143

(51)^{2020.01} C02F 1/66

(13) B

(21) 1-2021-01523

(22) 23/03/2021

(45) 25/12/2024 441

(43) 26/07/2021 400

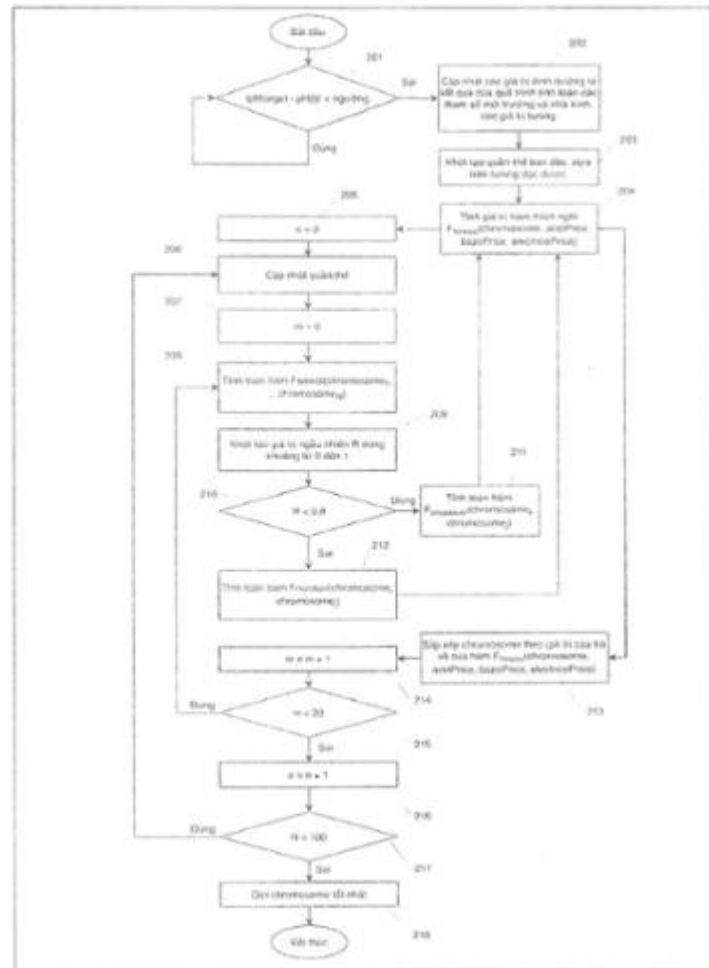
(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Ngô Quỳnh Thu (VN); Phạm Thị Hương Quỳnh (VN); Đỗ Xuân Tùng (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BỘ THAM SỐ VI TÍCH PHÂN TỶ LỆ CHO THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN ĐỘ PH SỬ DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VÀ GIẢI THUẬT DI TRUYỀN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ (Kp/Ki/Kd) cho thiết bị điều khiển độ pH sử dụng bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc và giải thuật di truyền. Đây là một giải pháp giảm chi phí khi điều khiển độ pH của bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc. Cụ thể sáng chế mô tả phương pháp xác định bộ tham số Kp/Kd/Ki, trong đó đề xuất đánh giá ảnh hưởng của thời gian hội tụ của bộ điều khiển PID đến lợi ích của người nông dân và kết hợp với hàm thích nghi của giải thuật di truyền thông qua chi phí điện/nước/axít/bazơ. Để tăng cường giảm thiểu các chi phí này, sáng chế đề xuất sử dụng các giá trị đủ tốt của bộ tham số khi tạo ra bộ quần thể mới và xác định giá trị độ pH tức thời dựa trên bộ tham số của môi trường dinh dưỡng áp dụng được tại tất cả các nhà màng/lưới/kính. Bằng cách thực hiện như vậy, sáng chế giải quyết được khó khăn và mang lại lợi ích cho người nông dân khi điều khiển độ pH tại: i) Tất cả các loại nhà màng/lưới/kính với tất cả kích thước nhỏ/vừa/lớn. ii) Với các phương pháp trồng là thủy canh/khí canh/tưới nhỏ giọt. iii) Với tất cả các loại rau khác nhau. iv) Với bất kỳ giá trị ngưỡng nào. Ưu điểm của phương pháp này không đòi hỏi nhiều bộ nhớ lưu trữ, khối lượng tính toán nhỏ và phù hợp để cài đặt triển khai và hoạt động theo thời gian thực trên các thiết bị công suất thấp, giá thành rẻ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực điều khiển độ pH của các bể dinh dưỡng trong nông nghiệp tại các nhà màng/lưới/kính. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ cho thiết bị điều khiển độ pH sử dụng bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc (Incremental Proportional Integral Derivative Controller).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điều khiển độ pH của các bể dinh dưỡng trong các hệ thống điều khiển nông nghiệp tại các nhà màng/lưới/kính hiện nay thường sử dụng bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc (Incremental Proportional – Integration – Derivative Controller) để điều khiển giá trị pH tức thời đạt đến giá trị pH ngưỡng. Tuỳ thuộc vào sự sai lệch giữa giá trị pH ngưỡng và giá trị pH tức thời và tuỳ thuộc vào giá trị của bộ tham số vi tích phân tỷ lệ, bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc sẽ liên tục điều chỉnh tăng hoặc giảm một lượng axit và bazơ phù hợp (bằng cách liên tục điều khiển việc đóng, mở van axit hoặc việc đóng, mở van bazơ) để giá trị pH tức thời đạt tới giá trị pH ngưỡng sau một thời gian hội tụ nhất định. Để có thể mang lại lợi ích cho người nông dân, bộ tham số vi tích phân tỷ lệ cần được điều chỉnh phù hợp tuỳ theo sự sai lệch giữa giá trị pH ngưỡng và giá trị pH tức thời.

Giá trị pH ngưỡng sẽ thay đổi tuỳ thuộc vào yêu cầu của người nông dân đối với từng loại rau và các giai đoạn phát triển của loại rau đó. Hiện nay: i) Tại các nhà màng/lưới/kính có kích thước nhỏ và vừa (từ vài trăm mét vuông đến 2500 mét vuông) sử dụng phương pháp trồng thủy canh/khí canh/tưới nhỏ giọt, giá trị ngưỡng chỉ phụ thuộc một cách đơn giản vào từng loại rau và giai đoạn sinh trưởng của nó. Với một vụ rau 30 ngày, việc điều khiển độ pH (bằng tay hoặc bằng thiết bị điều khiển độ pH) được thực hiện từ 3 đến 10 lần. ii) Tại các nhà màng/lưới/kính có kích thước lớn, giá trị pH ngưỡng sẽ thay đổi một cách liên tục tuỳ thuộc vào nhiều loại rau khác nhau và kiến trúc của hệ thống thủy canh/khí canh/tưới nhỏ

giọt. Như vậy với các nhà kính lớn, giá trị pH ngưỡng sẽ thay đổi phức tạp hơn rất nhiều. iii) Với các yêu cầu điều khiển giá trị pH của các giải pháp điều khiển thông minh, giá trị pH ngưỡng có thể sẽ phải thay đổi không chỉ theo ngày mà còn theo nửa ngày hoặc theo giờ.

Giá trị độ pH tức thời của các bể dinh dưỡng tại từng nhà màng/lưới/kính cũng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau như: i) Kích thước, cấu trúc của hệ thống thủy canh/khí canh/tưới nhỏ giọt. ii) Các loại rau cụ thể. iii) Lượng tiêu thụ dinh dưỡng của các loại rau đó. iv) Lịch bơm nước vào bể dinh dưỡng và lịch bơm dinh dưỡng. Nếu chỉ xét cho một loại rau nhất định thì lượng tiêu thụ dinh dưỡng của nó cũng đã phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như khí hậu và kiến trúc của nhà màng/lưới/kính đó, các giai đoạn sinh trưởng của loại rau đó và phương pháp trồng (thủy canh/khí canh/tưới nhỏ giọt). Như vậy, không thể dự đoán được giá trị pH tức thời này.

Với các thiết bị điều khiển độ pH đã có trên thị trường hiện nay, giá trị của bộ ba tham số vi tích phân tỷ lệ được đưa ra bởi các công ty sản xuất thiết bị điều khiển dinh dưỡng một cách mặc định. Tuy nhiên, do giá trị ngưỡng có thể thay đổi liên tục và do không thể dự đoán trước được giá trị dinh dưỡng tức thời, giá trị mặc định của bộ tham số vi tích phân tỷ lệ này có thể làm cho quá trình điều khiển dinh dưỡng không thể hội tụ hoặc chỉ hội tụ sau một thời gian rất dài, từ vài giờ cho đến vài ngày. Trong trường hợp này, các van bơm dung dịch axit, dung dịch bazơ và van bơm nước liên tục phải hoạt động mà giá trị dinh dưỡng tức thời vẫn không thể đạt đến giá trị ngưỡng. Đây chính là khó khăn của người nông dân khi phải điều khiển dinh dưỡng và ảnh hưởng lợi ích của họ.

Hiện nay không có nhiều nghiên cứu giải quyết vấn đề trên. Domingo Gomez-melendez và các cộng sự đã sử dụng bộ điều khiển logic mờ để thực hiện điều khiển giá trị của độ pH đạt đến giá trị hội tụ sau một khoảng thời gian ngắn qua đánh giá bằng mô phỏng nhưng họ chưa đưa ra được phương pháp triển khai cài đặt tại các nhà màng/lưới/kính thực tế cho người nông dân. Hơn nữa việc giá trị ngưỡng pH của cây có thể thay đổi liên tục theo ngày thậm chí là theo giờ dẫn đến việc phải cài đặt lại bộ điều khiển logic mờ liên tục mà việc này thì rất khó đối với người nông dân thậm chí là các kỹ sư nông nghiệp. Họ cũng chưa đánh giá được lợi ích mang lại cho người nông dân (xem tài liệu Domingo Gomez-

melendez và các cộng sự. 2011. “Fuzzy Irrigation Greenhouse Control System Based on A Field Programmable Gate Array”. Faculty Scholarship).

Nếu sử dụng bộ điều khiển dinh dưỡng PID đã có trên thị trường như của ARIATEC, ngay trong một mùa rau, tại một nhà màng có kích thước nhỏ và vừa (nhỏ hơn 2500 mét vuông) thì việc xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ giúp giá trị độ pH đạt đến mức ngưỡng trong khoảng thời gian hội tụ nhỏ là rất khó khăn. Trong khoảng thời gian dài hơn, khi trồng nhiều loại rau hơn với nhiều phương pháp trồng khác nhau, thì việc xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ giúp đảm bảo thời gian hội tụ thấp còn khó hơn rất nhiều. Tại các nhà màng/lưới/kính có kích thước lớn hơn hoặc với các yêu cầu điều khiển phức tạp hơn, người nông dân và ngay cả các công ty sản xuất ra các thiết bị điều khiển độ pH sử dụng bộ điều khiển PID rồi rạc cũng không thể dự đoán được sự biến thiên của giá trị ngưỡng và giá trị tức thời nên không thể xác định được bộ tham số vi tích phân tỷ lệ theo kịp được sự biến thiên này để giảm thời gian hội tụ.

Như đã phân tích ở trên, các giải pháp tối ưu để điều khiển độ pH do các nghiên cứu trước đưa ra và các thiết bị điều khiển độ pH đã có trên thị trường vẫn còn các nhược điểm sau: i). Chưa đánh giá được đầy đủ sự biến thiên của giá trị ngưỡng và giá trị độ pH tức thời tại tất cả các nhà màng/lưới/kính, với tất cả phương pháp trồng và với tất cả các loại rau như thế nào. ii). Chưa đánh giá được khó khăn của người nông dân khi điều khiển độ pH bằng các thiết bị dinh dưỡng tại tất cả các nhà màng/lưới/kính hiện nay. iii). Chưa phân tích được ảnh hưởng của thời gian hội tụ tới lợi ích của người nông dân như thế nào. iv). Chưa thể cài đặt triển khai để điều khiển độ pH trong thực tế.

Do vậy, khó khăn của người nông dân khi điều khiển độ pH vẫn chưa được giải quyết, làm ảnh hưởng đến lợi ích của họ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ giúp mang lại lợi ích cho người nông dân khi điều khiển độ pH tại: i) Tất cả các loại nhà màng/lưới/kính với tất cả kích thước nhỏ/vừa/lớn. ii) Với các phương pháp trồng là thủy canh/khí canh/tưới nhỏ giọt. iii) Với tất cả các loại rau khác nhau. iv) Với bất kỳ giá trị ngưỡng nào. Cụ thể sáng chế mô tả phương pháp

xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ trong đó đề xuất đánh giá ảnh hưởng của thời gian hội tụ của bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc đến lợi ích của người nông dân và kết hợp với hàm thích nghi của giải thuật di truyền thông qua chi phí điện/nước/axit/bazơ. Để tăng cường giảm thiểu các chi phí này, sáng chế đề xuất sử dụng các giá trị đủ tốt của bộ tham số vi tích phân tỷ lệ khi tạo ra bộ quần thể mới và xác định chính xác giá trị độ pH tức thời dựa trên bộ tham số môi trường của độ pH áp dụng được tại tất cả các nhà màng/lưới/kính. Phương pháp này không đòi hỏi nhiều bộ nhớ lưu trữ, khối lượng tính toán nhỏ và phù hợp để cài đặt triển khai và hoạt động theo thời gian thực trên thiết bị công suất thấp, giá thành rẻ.

Để đạt được mục đích trên đây, theo khía cạnh chính, sáng chế đề cập đến phương pháp xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ ($K_p/K_i/K_d$) bao gồm các bước sau đây:

tính toán độ lệch chuẩn giữa pH_{target} và $pH(t)$ và so khớp với giá trị ngưỡng:

trường hợp không vượt ngưỡng, tiếp tục đợi và kiểm tra,

trường hợp vượt quá ngưỡng, cập nhật giá trị pH_{target} và các tham số môi trường độ pH (tổng lượng nước và tổng lượng mol H^+ có trong bể dinh dưỡng) và nhà màng, lưới, kính (giá điện, giá nước và giá axit, giá bazơ, công suất của van A, B và nước, thời gian lấy mẫu, nồng độ mol/lit(cm) của dung dịch axit A và bazơ B),

đọc giá trị chromosome đủ tốt cho trước để phục vụ cho việc tạo quần thể;

tạo ra quần thể các nhiễm sắc thể (chromosome) ban đầu, tính toán cho mỗi chromosome giá trị hàm thích nghi $F_{fitness}(\text{chromosome}, \text{giá axit}, \text{giá bazơ}, \text{giá điện})$;

tính toán hàm chọn lọc (theo phương pháp bánh xe Roulette) $F_{select}(\text{chromosome}_1, \dots, \text{chromosome}_N)$ với đầu vào giá trị hàm thích nghi của tất cả các chromosome trong quần thể, để xác định một chromosome;

lặp lại và chọn chromosome thứ hai;

xác định bước tiếp theo là lai ghép hay đột biến bao gồm các bước:

chọn một giá trị thực ngẫu nhiên R trong khoảng từ 0 đến 1,

trường hợp $R \leq 0,8$, tính toán hàm lai ghép $F_{\text{crossover}}(\text{chromosome}_i, \text{chromosome}_j)$ nhận đầu vào là 2 chromosome và trả về 2 chromosome mới,

trường hợp $R > 0,8$, tính toán hàm đột biến $F_{\text{mutation}}(\text{chromosome}_i, \text{chromosome}_j)$ nhận đầu vào là 2 chromosome và trả về 2 chromosome mới,

tính toán giá trị hàm thích nghi cho các chromosome mới,

sắp xếp các chromosome theo chỉ phí hàm thích nghi của các chromosome;

đếm số lần lai ghép hoặc đột biến, kiểm tra kết thúc quá trình cập nhật quần thể:

trường hợp tổng số lần lai ghép hoặc đột biến nhỏ hơn 20, tiếp tục thực hiện lai ghép hoặc đột biến,

trường hợp ngược lại, chuyển sang lần cập nhật quần thể mới;

đếm và kiểm tra số lần cập nhật quần thể:

trường hợp số lần cập nhật nhỏ hơn 100, tiếp tục cập nhật.

trường hợp số lần cập nhật lớn hơn 100, kết thúc quá trình cập nhật:
trả về kết quả là chromosome có chỉ phí tốt nhất để đạt được trạng thái hội tụ.

Tốt hơn là, thời gian lấy mẫu của tham số nhà kính nhỏ hơn 3 phút.

Tốt hơn là, giá trị ngưỡng mặc định là 0,5.

Tốt hơn là, lượng nước bơm vào từ van nước phải dựa trên thể tích của bể dinh dưỡng và nồng độ mol/lit của dung dịch axit và bazơ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là ví dụ minh họa kiến trúc hệ thống điều khiển của một nhà màng, trong đó phương pháp xác định tham số vi tích phân tỷ lệ ($K_p/K_i/K_d$) bằng giải thuật di truyền cho bộ điều khiển độ pH PID được tích hợp và triển khai.

Hình 2 là lưu đồ phương pháp xác định bộ tham số $K_p/K_i/K_d$ bằng giải thuật di truyền.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong bản mô tả sáng chế, thuật ngữ “pHtarget” được hiểu là giá trị độ pH mục tiêu hướng đến của dung dịch độ pH, thuật ngữ “pH(t)” là giá trị độ dẫn điện của dung dịch dinh dưỡng đo được tại thời điểm t.

Trong bản mô tả sáng chế, thuật ngữ “chromosome” được hiểu là nhiễm sắc thể được tạo ra từ giải thuật di truyền.

Hình 1 là ví dụ minh họa kiến trúc hệ thống điều khiển độ pH của một nhà màng, lưới, kính trong đó giải thuật di truyền để xác định bộ tham số Kp/Ki/Kd cho bộ điều khiển độ pH vi tích phân tỷ lệ PID được tích hợp và triển khai. Bể dinh dưỡng 101 được nối với van A 104, van B 105 và van nước 106. Giá trị độ pH tức thời pH(t) được đo bởi đầu đo pH 103 được đưa vào thiết bị điều khiển độ pH sử dụng bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ PID 111. Thiết bị 111 liên tục cập nhật các giá trị độ pH với giải thuật di truyền 112. Dinh dưỡng từ bể dinh dưỡng được bơm ra giàn thủy canh, khí canh 102 hoặc vườn tưới nhỏ giọt 103 thông qua van dinh dưỡng 107. Từ giàn thủy canh, khí canh, dung dịch dinh dưỡng sẽ được đưa trở về bể dinh dưỡng 101. Phương pháp đề xuất có thể được tích hợp dưới dạng phần mềm trên thiết bị công suất thấp, giá thành rẻ 112 riêng biệt hoặc được tích hợp với thiết bị điều khiển độ pH 111.

Tiếp theo, Hình 2 là lưu đồ chi tiết của phương pháp đề xuất, trong đó bước 201 tiến hành kiểm tra độ lệch chuẩn giữa pHtarget và pH(t) có vượt ngưỡng quy định đặt ra. Trong trường hợp độ lệch chuẩn giữa pHtarget và pH(t) không vượt ngưỡng quy định, tiếp tục đợi và kiểm tra lại. Trường hợp độ lệch chuẩn vượt quá ngưỡng quy định, chuyển sang bước 202 cập nhật các giá trị độ pH tính toán được từ các tham số môi trường và nhà kính và các giá trị điều chỉnh. Bước 202 cũng thực hiện tự hiệu chỉnh. Thời gian lấy mẫu của tham số nhà kính nhỏ hơn 3 phút. Giá trị ngưỡng mặc định là 0,5 và lượng nước bơm vào từ van nước phải dựa trên thể tích của bể dinh dưỡng và nồng độ mol/lit của dung dịch axit A và bazơ B.

Bước 203 tiến hành tạo ra quần thể các chromosome ban đầu cho giải thuật di truyền. Bước 204 tính toán giá trị hàm thích nghi $F_{fitness}$ (chromosome, giá axit, giá bazơ, giá điện) với đầu vào là chromosome, giá axit, giá bazơ, giá điện. Tiếp theo tính toán quá trình hội tụ của dung dịch dinh dưỡng từ đó có được lượng, điện, axit và bazơ tiêu thụ, sau đó tính toán đầu ra là chi phí điện, axit, bazơ mà

người nông dân cần để đạt được trạng thái hội tụ đến pHtarget cho dung dịch dinh dưỡng đối với chromosome đầu vào.

Bước 205, 207 khởi tạo 2 biến đếm số lần lặp cập nhật quần thể và biến đếm số lần lai ghép hoặc đột biến. Bước 206 bắt đầu tiến hành cập nhật quần thể. Bước 208 tính toán hàm F_{select} (chromosome₁, ... chromosome_N) là hàm chọn lọc theo bánh xe Roulette với đầu vào là toàn bộ các chromosome và giá trị hàm thích nghi của chromosome trong quần thể, đầu ra là chromosome được chọn cho quá trình đột biến hoặc lai ghép. Bước 209 và 210 thực hiện chọn một giá trị thực ngẫu nhiên R trong khoảng từ 0 đến 1 để xác định bước tiếp theo thực hiện lai ghép hay đột biến. Trường hợp $R < 0,8$, thực hiện bước 211 tính toán hàm lai ghép $F_{\text{crossover}}$ (chromosome_i, chromosome_j) nhận đầu vào là 2 chromosome là đầu ra của bước 208 và trả về 2 chromosome mới. Trường hợp $R \geq 0,8$ thực hiện bước 212 tính toán hàm đột biến F_{mutation} (chromosome_i, chromosome_j) nhận đầu vào là 2 chromosome được chọn từ bước 208 và đầu ra là 2 chromosome mới.

Đầu ra của 2 bước 211 và 212 đều được đưa vào để tính toán giá trị hàm thích nghi mới cho 2 chromosome mới được tạo ra. Sau đó sắp xếp các chromosome theo chi phí hàm thích nghi của các chromosome (bước 213).

Bước 214 và 215 thực hiện đếm số lần lai ghép hoặc đột biến và kiểm tra kết thúc quá trình cập nhật quần thể. Trường hợp tổng số lần lai ghép hoặc đột biến nhỏ hơn 20, tiếp tục thực hiện lai ghép hoặc đột biến. Trường hợp ngược lại, chuyển sang lần cập nhật quần thể mới.

Bước 216 và 217 thực hiện đếm và kiểm tra số lần cập nhật quần thể. Trường hợp số lần cập nhật nhỏ hơn 100, tiếp tục cập nhật. Trường hợp, kết thúc quá trình cập nhật và trả về kết quả là chromosome có chi phí tốt nhất để đạt được trạng thái hội tụ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tại một nhà kính trồng cây bằng phương pháp thủy canh với các thông số như sau. Thời gian lấy mẫu giá trị tham số dinh dưỡng là 30s. Bể dung dịch dinh dưỡng tối đa 5.000l. Nồng độ mol của dung dịch axit và bazơ là 0,01M. Lượng nước một van điện từ bơm vào bể là 0,1lít/phút, công suất tiêu thụ 1.000W. Giá trị ngưỡng của mỗi loại cây khác nhau yêu cầu là khác nhau: cây rau cải là 5,5 đến

6,5 nên giá trị ngưỡng điều chỉnh là 6, hành tây từ 6 đến 7 nên giá trị ngưỡng điều chỉnh là 6,5. Giá điện hộ kinh doanh là 2.666VND/1kWh. Giá tiền nước hộ kinh doanh là 13.357VND/m³. Giá tiền dung dịch HCl 0,1M là 300.000VND/1 lít. Giá tiền dung dịch KOH 0,01M là 16.000 VND/1 lít.

Với các tham số như trên, phương pháp xác định bộ tham số vì tích phân tỷ lệ $K_p/K_i/K_d$ với 3 mức ngưỡng yêu cầu để trồng các loại rau bằng thủy canh:

Với cây rau cải, giá trị ngưỡng là pH=6, lượng nước trong bể là 3.000L, giá trị dinh dưỡng tức thời là 0, xác định được bộ tham số $K_p=67$, $K_i=104,1$, $K_d=143,112$ với thời gian hội tụ là 180s và chi phí là 9.600VND.

Với hành tây, giá trị ngưỡng là 6,5, lượng nước trong bể là 3.000L, giá trị dinh dưỡng tức thời là 0, xác định được bộ tham số $K_p=2,26$, $K_i=10,47$, $K_d=66,65$ với thời gian hội tụ là 56,9s và chi phí là 3.246VND.

Trong trường hợp sử dụng bộ tham số ngẫu nhiên và mặc định cho các loại rau khác nhau ta có:

Với cây rau cải, giá trị ngưỡng của pH là 6, lượng nước trong bể là 3.000L, giá trị dinh dưỡng tức thời là 0, bộ tham số ngẫu nhiên khởi tạo là $K_p=6,29$, $K_i=41,24$, $K_d=92,44$, thì thời gian hội tụ sẽ là 180s và tổng chi phí là 9.904 VND.

Với hành tây, giá trị ngưỡng là 6,5, lượng nước trong bể là 3.000L, giá trị dinh dưỡng tức thời là 0, bộ tham số ngẫu nhiên mặc định $K_p=3,59$, $K_i=39,16$, $K_d=54,94$ thì thời gian hội tụ sẽ là 589s và tổng chi phí là 1.682.490VND.

Như vậy, bộ tham số ngẫu nhiên so với ba bộ giá trị $K_p/K_i/K_d$ được tạo bởi giải thuật di truyền, thì với cây rau cải, chi phí thay đổi không đáng kể, với hành tây bộ giá trị được tạo bởi giải thuật giúp tiết kiệm 1.679.243VND.

Hiệu quả đạt được

Về phương diện kỹ thuật, phương pháp này không đòi hỏi nhiều bộ nhớ lưu trữ, khối lượng tính toán nhỏ và phù hợp để cài đặt triển khai và điều khiển độ pH tự động theo thời gian thực trên thiết bị công suất thấp, giá thành rẻ.

Về phương diện kinh tế, sáng chế này mang lại lợi ích cho tất cả người nông dân, cụ thể là giúp giảm chi phí điện, nước, axit và bazơ bằng các thiết bị giá thành

rẻ khi điều khiển độ pH tại: i) Tất cả các loại nhà màng, lưới, kính với kích thước nhỏ, vừa, lớn. ii) Với các phương pháp trồng là thủy canh, khí canh, tưới nhỏ giọt. iii) Cho tất cả các loại rau khác nhau. iv) Với bất kỳ yêu cầu nào của giá trị pH ngưỡng.

Về mặt xã hội, sáng chế này giúp người nông dân tiết kiệm sức lao động, tăng thu nhập nên có thể nâng cao chất lượng cuộc sống của người nông dân. Sáng chế cũng giúp đảm bảo được chất lượng của rau nên giúp nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân nói chung.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định bộ tham số vi tích phân tỷ lệ cho thiết bị điều khiển độ pH sử dụng bộ điều khiển vi tích phân tỷ lệ rời rạc và giải thuật di truyền bao gồm các bước sau:

bước (1): liên tục kiểm tra các điều kiện ngưỡng của giải thuật di truyền, các yêu cầu điều khiển của người nông dân để xác định kích hoạt giải thuật di truyền;

bước (2): liên tục cập nhật các yêu cầu điều khiển của người nông dân và các giá trị độ pH bao gồm các bước:

tính toán độ lệch chuẩn giữa pH_{target} và $pH(t)$ và so khớp với giá trị ngưỡng,

trường hợp không vượt ngưỡng, tiếp tục đợi và kiểm tra,

trường hợp vượt quá ngưỡng, cập nhật giá trị pH_{target} và các tham số môi trường (tổng lượng nước và tổng lượng mol H^+ có trong bể dinh dưỡng) và nhà màng, lưới, kính (giá điện, giá axit, giá bazơ, công suất của van A, B và nước, thời gian lấy mẫu, nồng độ mol/lit(cm) của dung dịch axit A và bazơ B),

đọc giá trị chromosome đủ tốt cho trước để phục vụ cho việc tạo quần thể;

bước (3): tạo ra quần thể các nhiễm sắc thể (chromosome) ban đầu, tính toán cho mỗi chromosome giá trị hàm thích nghi $F_{fitness}(\text{chromosome}, \text{giá axit}, \text{giá bazơ}, \text{giá điện})$ dựa trên đánh giá ảnh hưởng của thời gian hội tụ đến lợi ích của người nông dân thông qua các tham số đầu vào là chromosome, giá điện, giá axit, giá bazơ và các tham số yêu cầu điều khiển của người nông dân được cập nhật tại bước (202);

bước (4): tính toán hàm chọn lọc $F_{select}(\text{chromosome}_1, \dots, \text{chromosome}_N)$ theo phương pháp bánh xe Roulette với tham số cần thiết là giá trị hàm thích nghi $F_{fitness}(\text{chromosome}, \text{giá axit}, \text{giá bazơ}, \text{giá điện})$ của tất cả các chromosome trong quần thể, để xác định một chromosome;

lặp lại và chọn ra một chromosome thứ hai;

bước (5): xác định bước tiếp theo là lai ghép hay đột biến bao gồm các bước:

chọn một giá trị thực ngẫu nhiên R trong khoảng từ 0 đến 1.

trường hợp $R \leq 0,8$, tính toán hàm lai ghép $F_{\text{crossover}}(\text{chromosome}_i, \text{chromosome}_j)$ nhận đầu vào là 2 chromosome nêu trên và trả về đầu ra là 2 chromosome mới,

trường hợp $R > 0,8$, tính toán hàm đột biến $F_{\text{mutation}}(\text{chromosome}_i, \text{chromosome}_j)$ nhận đầu vào là 2 chromosome nêu trên và trả về đầu ra là 2 chromosome mới,

tính toán giá trị hàm thích nghi cho các chromosome mới,

sắp xếp các chromosome theo chỉ phí hàm thích nghi của các chromosome;

bước (6): đếm số lần lai ghép hoặc đột biến, kiểm tra kết thúc quá trình cập nhật quần thể:

trường hợp tổng số lần lai ghép hoặc đột biến nhỏ hơn 20, tiếp tục thực hiện lai ghép hoặc đột biến,

trường hợp ngược lại, chuyển sang lần cập nhật quần thể mới;

bước (7): đếm và kiểm tra số lần cập nhật quần thể:

trường hợp số lần cập nhật nhỏ hơn 100, tiếp tục cập nhật,

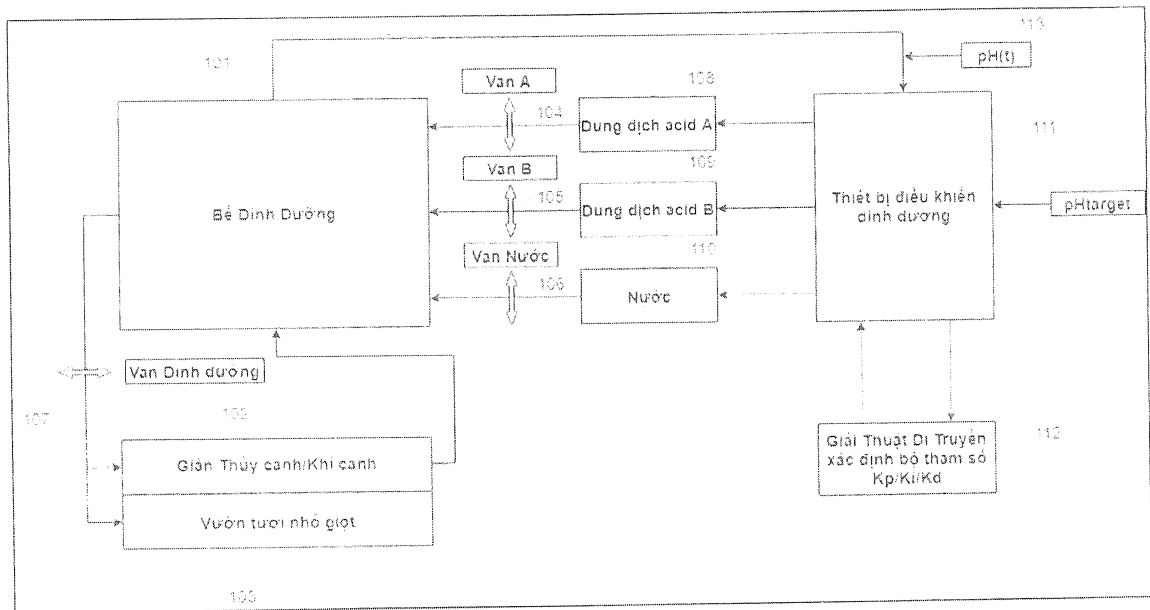
trường hợp số lần cập nhật lớn hơn 100, kết thúc quá trình cập nhật;

trả về kết quả là chromosome có chỉ phí tốt nhất để đạt được trạng thái hội tụ.

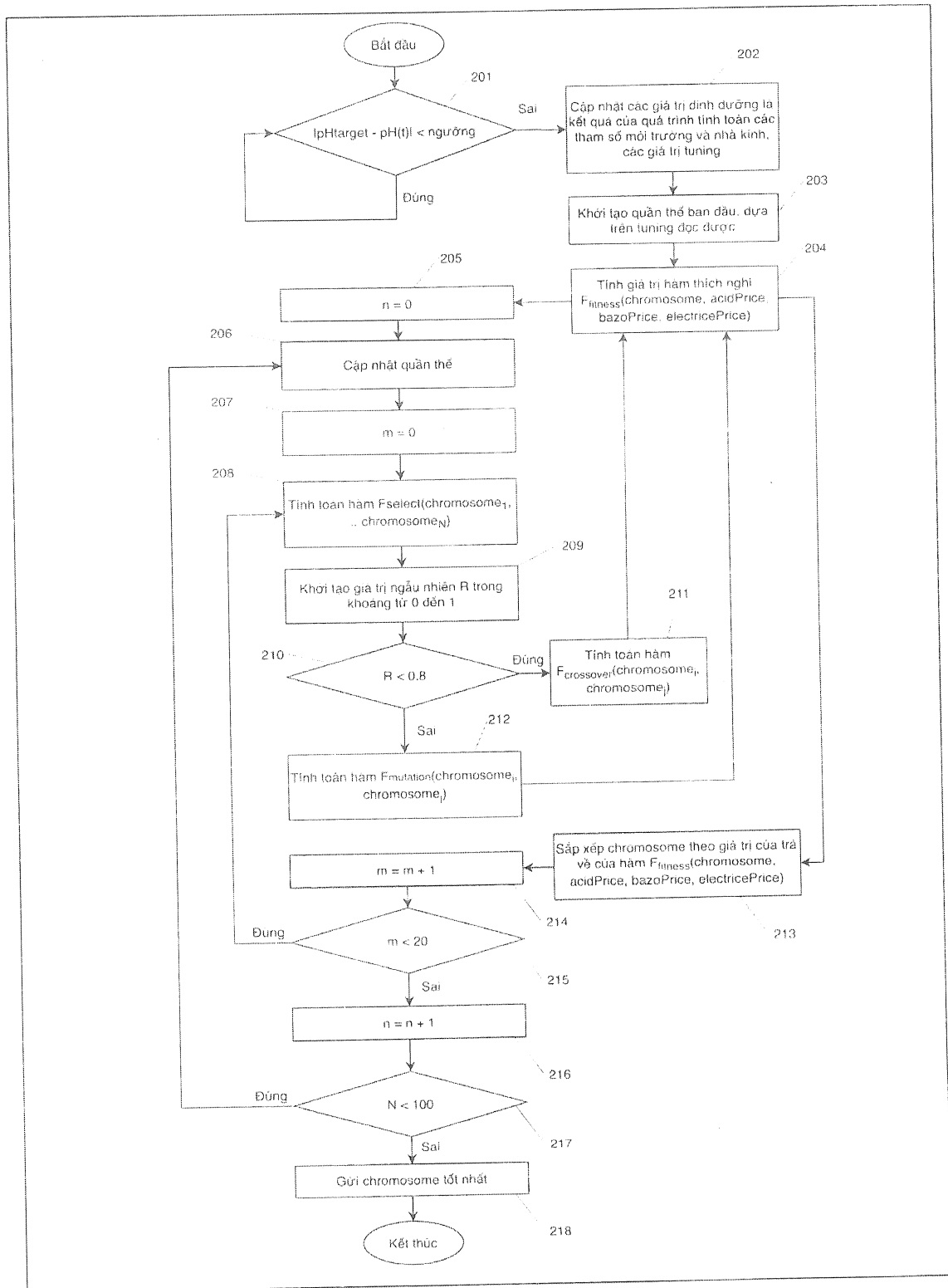
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thời gian lấy mẫu của tham số nhà kính nhỏ hơn 3 phút.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị ngưỡng mặc định là 0,5.

4. Phương pháp theo điểm 1, lượng nước bơm vào từ van nước phải dựa trên thể tích của bể dinh dưỡng và nồng độ mol/lit của dung dịch axit và bazơ.



Hình 1



Hình 2