

SUBSTANTIAL GEOMETRICAL THEORY OF DEVELOPABLE SURFACES FOR SOIL DEFORMATION: MAIN POINTS AND DEFINITIONS

Elucidated are the questions of the geometry of development of rational linear surfaces on the basis of investigation of the degree of their developability, the introduction of a full row of this developability of surfaces of this kind, and the development on this basis of an engineering method for designing surfaces for soil deformation of the specified degree of developability. The method allows considerable simplification of the computer-man interaction through the use of projective and rational geometry for description of curves and surfaces in vectorial parametric form that is the prime form when using a computer.

УДК 633.43+633.63:631.5

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МЕХАНІЗОВАНОГО ВИРОЩУВАННЯ СТОЛОВОЇ МОРКВИ

О.В. Сидорчук, докт. техн. наук, проф.,
чл.-кор. НААН України,

І.Ф. Савченко, канд. техн. наук,

Л.І. Кузьменко, канд. с.-г. наук

ННЦ "ІМЕСГ"

Розроблено концептуальну модель системи вирощування столової моркви в умовах різних ґрунтово — кліматичних зон України на основі системотехнічних засад керованого вирощування екологічно чистої столової моркви. Розкрито функціональну залежність ефективності росту і розвитку рослин столової моркви, з урахуванням особливостей агротехніки її вирощування в залежності від біологічного стану рослин у різних фазах їх розвитку.

Проблема. Питаннями вирощуванням столової моркви займались багато вчених [1, 2]. Однак, використання регіональних узагальнених рекомендацій вже не відповідають вимогам сучасного виробництва. Основна проблема у вирощуванні високих стабільних врожаїв столової моркви полягає у встановленні залежностей біологічного стану рослин на різних фазах її розвитку від чинників, які впливають на її продуктивне середовище.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Урожайність сільсько-господарських культур, в т.ч. столової моркви — результат взаємодії

генетичної програми рослин з умовами їх росту. Відповідно, конкретний шлях росту і розвитку столової моркви, як овочевої культури, має кілька етапів — фаз та визначається як внутрішнім станом рослини, так і ґрунтово-кліматичними умовами росту та розвитку. Особливе значення для продукційного процесу мають умови проходження лог-фаз. Ці фази визначають критичні періоди розвитку рослин у відношенні до вологи і живлення. Безсумнівний зв'язок критичних періодів з проходженням найбільш відповідальних етапів морфогенезу.

Умови некритичного періоду також мають вплив на продукційний процес, але в меншій мірі.

Умови зовнішнього середовища, впливаючи на рослину, впливають на напрямок процесів і функцій, які знаходяться в закономірній взаємозалежності.

Метою статті є вивчення системного підходу до створення адаптивних механізованих технологій вирощування столової моркви для формування максимально можливих врожаїв в різних ґрунтово — кліматичних умовах України.

Результати дослідження. Типові технологічні карти вирощування столової моркви рекомендують послідовність виконання зазначених технологічних операцій незалежно від стану рослин на конкретному етапі їх росту і розвитку. Результат відображається в кількості і якості отриманої продукції. Це дає змогу передбачити результат впливу окремих чинників та їх комплексу і керувати продукційним процесом.

Використання регіональних узагальнених рекомендацій вже не відповідає вимогам сучасного виробництва, коли при високих витратах на проведення технологічних операцій необхідно отримати не тільки гарантований економічний ефект, але й водночас врахувати такі питання як підтримка високого рівня родючості ґрунту, екологічного стану навколишнього середовища, можливий вплив на наступні культури та інші фактори.

Потрібні нові методи, нові підходи до вирішення проблеми створення якісно нової системи управління, яка була б гарантом родючості і ефективності [3, 4].

Для виявлення основних факторів процесу формування врожаю складаємо опис проблеми методом системного аналізу з метою обґрунтування концептуальної математичної моделі технологічного процесу.

В розвитку рослин столової моркви можна виділити 5 фаз: 1 фаза — проростання насіння, 2 фаза — “вилочки”, 3 фаза — інтенсивного росту і формування коренеплоду, 4 фаза — максимального наростання

листя і коренеплоду, 5 фаза — інтенсивного накопичування поживних речовин [5]. Щоб виростити високий врожай столової моркви з найменшими затратами, необхідно знати оптимальні умови проходження фаз росту рослин і вміти створити ці умови раціональними прийомами агротехніки (рис. 1).

Продуктивність рослин моркви має функціональну залежність, в першу чергу, від умов зовнішнього середовища — ґрунтово-кліматичних умов:

- від оптимальної вологості ґрунту;
- від оптимальної температури при посіві, у фазі “вилочки”, у фазі “линьки” коріння(6–8 листків), у фазі інтенсивного його росту(9–10 листків);
- від родючості ґрунту, його механічного складу і об’ємної маси, мінерального складу, кількості гумусу, Ph ґрунтового розчину.

В другу чергу, від біології сорту та від якості насіння.

І не в останню чергу — від рівня господарювання:

- фондооснащення,
- швидкості прийняття рішень при дії негативних чинників,
- якості виконання технологічних операцій,
- тривалості дії на рослини негативного періоду.

Надзвичайне значення має рівень агротехніки:

- переваги чи недоліки сівозміни,
- стан ущільнення ґрунту при обробітку,
- строки посіву,
- густина посіву,
- захист рослин проти хвороб, шкідників та бур’янів.

Вивчення такої системи з великою кількістю факторів прямого і безпосереднього впливу зі складними зв’язками потребує одночасного застосування методів системного аналізу, наукових досліджень і виробничої практики. Виходячи із вищезазначеного, в таблиці складений опис проблеми для обґрунтування моделі процесу формування врожаю столової моркви із застосуванням агротехнічних операцій, які виконуються з обов’язковим врахуванням біологічних особливостей столової моркви при її вирощуванні в залежності від фаз росту і розвитку.

Опис проблеми складається з визначення впливу основних чинників на процес формування врожаю столової моркви, починаючи від допосівного періоду і закінчуючи періодом зберігання.

Ефективність росту і розвитку рослин (E_{0-5}) закладається ще в допосівний період (τ_0) і є функцією біологічних і сортових властивос-

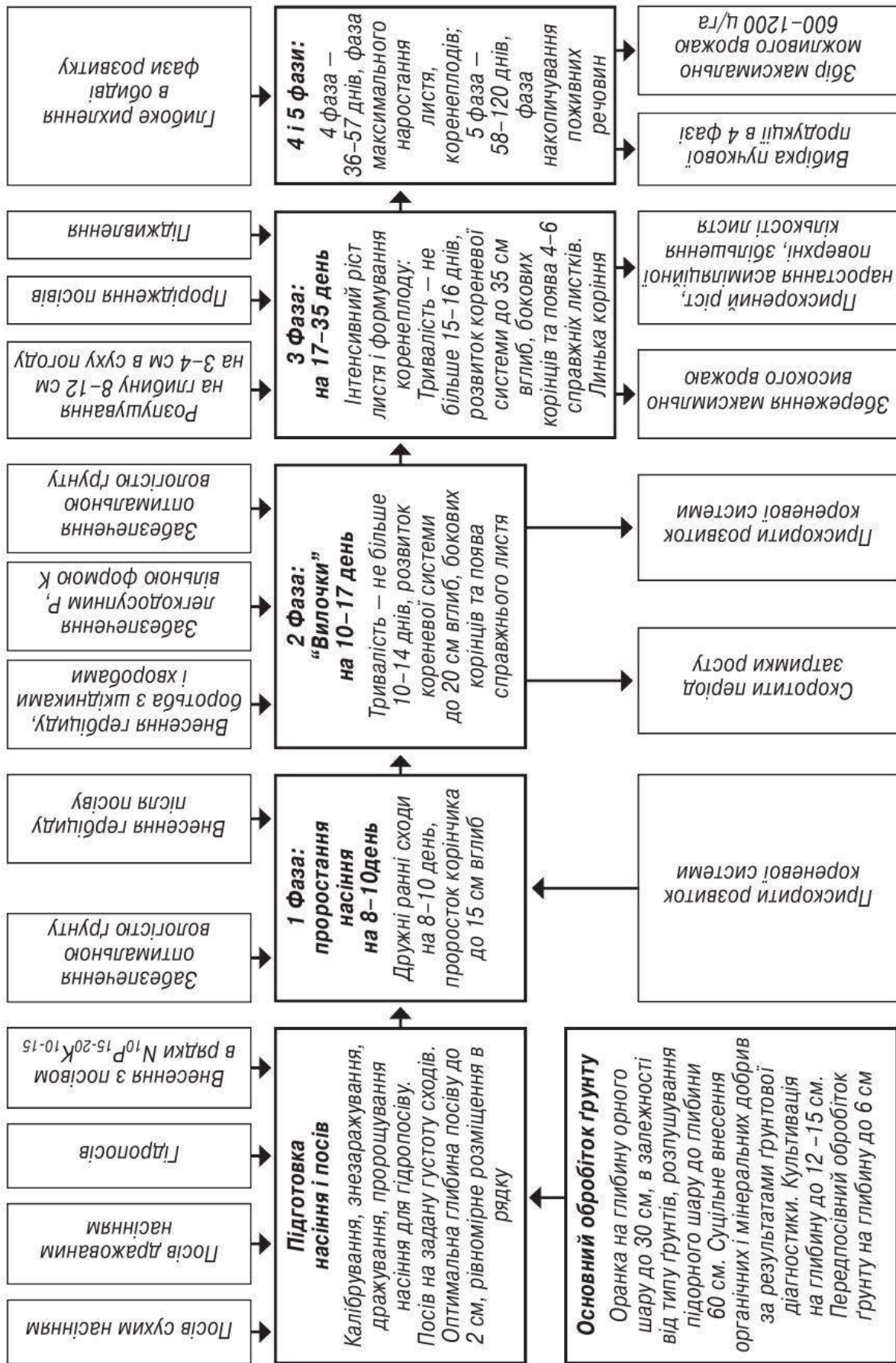


Рис. 1. До основ агротехніки вирощування моркви в залежності від біологічного стану фаз її розвитку

тей насіння (H_B), рівня якості вирощеного у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах (Γ_B) і збереженого посівного матеріалу та способу і якості підготовки насіння до сівби (дії, направлені безпосередньо на насіння — D_{H1}):

$$E_0 \leftarrow (H_B, D_{H1}, \Gamma_B).$$

У вегетаційний період властивості продуктивних середовищ мають вирішальне значення для росту і розвитку рослин, особливо після сівби в першій фазі проростання (τ_1), коли властивість насіння (H_1) є функцією:

- властивостей ґрунту під час проходження рослиною фази проростання — (Γ_1) (вплив показників вологості, температури, щільності ґрунту);
- якості проведення сівби (D_{H1});
- атмосферних умов продуктивного середовища (A_1):

$$H_1 \leftarrow (\Gamma_1, D_{H1}, A_1).$$

Таким чином, перспектива ефективності росту і розвитку рослин у першій фазі проростання насіння (E_1) є функцією, крім вищезазначених чинників ефективності росту і розвитку допосівного періоду (E_0), — властивостей насіння та ґрунту при проростанні — H_1, Γ_1 ; дій на продуктивне середовище відносно ґрунту та насіння ($D_{\Gamma1}, D_{H1}$), атмосферних умов A_1 :

$$E_1 \leftarrow (E_0, H_1, D_{H1}, \Gamma_1, D_{\Gamma1}, A_1).$$

У кожній наступній фазі перспектива росту і розвитку рослин столової моркви є функцією уже отриманого результату відповідно властивостям чинників і їх дії на рослини у попередні фази розвитку, а також функцією чинників, що діють на цій фазі розвитку (таблиця).



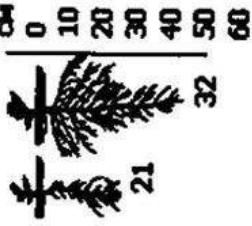

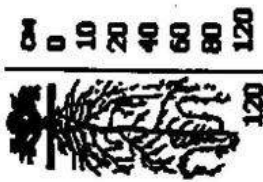
У період зберігання коренеплодів (τ_7) перспектива збереження до весни високоякісного врожаю столової моркви є функцією уже отриманого результату відповідно властивостей чинників і їх дії на рослини у фазах розвитку (E_6), а також функцією чинників, що діють у період збирання:

- умов навколишнього середовища під час збирання (температура, вологість) (A_7);
- впливу середовища відносно коріння (сприятлива чи несприятлива мікрофлора) (K_7);
- дії на навколишнє середовище відносно коренеплодів (D_{KA7}):

$$E_{K7} \leftarrow f(E_6 K_7, D_{KA7} A_7).$$

Складений опис проблеми обґрунтовує концептуальну модель процесу формування врожаю столової моркви в різних ґрунтово-кліматич-

Таблиця. Обґрунтування моделі процесу формування врожаю столової моркви методом системного аналізу

						Збирання та зберігання врожаю
τ_0 Допосівний період	τ_1 1 фаза проростання насіння	τ_2 2 фаза “вилочки”	τ_3 3 фаза	τ_4 4 фаза	τ_5 5 фаза	τ_6, τ_7 $E_{K7} \leftarrow (E_6, K_7, D_{Г7}, A_7, D_{K7})$
$H_B \Gamma_B$ — основні змінні чинники	$H_1 \Gamma_1$ — основні змінні чинники	$L_2 \Gamma_2$ — основні змінні чинники	$L_3 K_3 \Gamma_3$ — основні змінні чинники	$L_4 K_4 \Gamma_4$ — основні змінні чинники	$K_5 L_5 \Gamma_5$ — основні змінні чинники	$\Gamma_6 K_6$ — основні змінні чинники
E_0	E_1	E_2	E_4	E_4	E_6	E_6 $K_7 A_7$
$E_0 (H_B, \Gamma_B A_0, D_{Г0}, D_{H0})$	$E_1 \leftarrow (E_0, H_1, \Gamma_1, D_{H1}, D_{Г1}, A_1)$	$E_2 \leftarrow (E_1, L_2, \Gamma_2, D_{L2}, D_{Г2}, A_2)$	$E_3 \leftarrow (E_2, L_3 \Gamma_3 K_3, D_{L3}, D_{Г3}, D_{K3}, A_3)$	$E_4 \leftarrow (E_3, L_4, K_4, D_{L4}, D_{K4}, A_4)$	$E_5 \leftarrow (E_4, K_6, L_6, \Gamma_6, D_{K6}, D_{L6}, D_{Г6}, A_6)$	$E_{K6} \leftarrow (E_5, K_7, D_{K7}, D_{K A7})$

Примітка. Ефективність росту і розвитку згідно фаз E_{0-7} ; Γ_B — базові властивості ґрунту, Γ_{0-7} — властивості ґрунту, залежно від фази; H_B — біологічні (сортові) властивості насіння, $H_{1,2}$ — властивості насіння при проростанні; L_{2-6} — властивості (фотосинтез) листя; K_{3-7} — формування коренеплоду, D_{1-7} — дія на продуктивне середовище залежно від фаз розвитку та відносно насіння (D_H), відносно ґрунту ($D_{Г}$), відносно листя (D_L), відносно кореневої системи (D_K), відносно коренеплодів при зберіганні ($D_{K A7}$), A_{0-7} — атмосферні умови продуктивного середовища

них умовах з тим, щоб створити модель, яка б найбільш повно охопила ситуацію і зовнішні умови [6].

На основі аналізу вивчених матеріалів приходимо до висновку, що наявні знання про взаємодію чинників, які діють на кожній фазі розвитку столової моркви, є недостатніми для розроблення адаптованої до умов вирощування технології і відповідної техніки, а також автоматизованих і інформаційно-аналітичних систем управління проектами вирощування та збирання столової моркви на основі врахування стохастичності агрометеорологічних умов проектного середовища та поточного стану культури на фенологічних фазах її розвитку.

Розробляючи модель, треба керуватися своїми знаннями про систему, певними розрахунками, досвідом, обґрунтувати своє рішення про доцільність виключення того чи іншого чинника на конкретній фазі розвитку рослин з впевненістю в тому, що це не внесе істотних похибок в результати моделювання.

Вплив негативних факторів і своєчасність управляючих дій значно впливають на процес формування урожаю столової моркви (рис. 2), тобто ефективність процесу виробництва столової моркви багато в чому залежить від швидкості і якості прийняття рішень та швидкості і якості проведення технологічних операцій, що складно робити без допомоги ЕОМ і потребує також розробки відповідних високоефективних засобів механізації і засобів контролю за станом рослин і продуктивного середовища.

Якщо остаточний вплив на кожній фазі розвитку дозволить утримати комфортні умови для рослин столової моркви, то кінце-

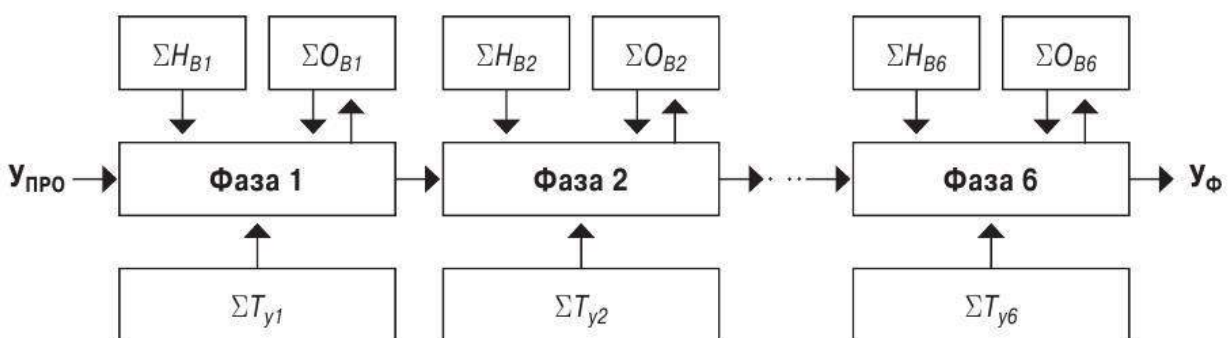


Рис. 2. Вплив чинників на рослину столової моркви на різних фазах розвитку: ΣH_{B1-6} — сума негативних впливів на рослину; ΣT_{y1-6} — сума позитивних управляючих дій на рослину і її продуктивне середовище при виконанні відповідних технологічних операцій; ΣO_{B1-6} — остаточний вплив на рослину після дії негативних впливів і управляючих дій; УПРО — урожайність прогнозована; УФ — урожайність фактична

вий урожай може наблизитись до біологічних можливостей даного сорту.

Покажемо це на прикладі критичного періоду розвитку рослин на 1-й і 2-й фазах розвитку столової моркви, коли за відсутності потрібної вологи можна взагалі (як у деяких в районах в 2009 році) не отримати урожаю. Тому нами для посівів на незрошуваних полях введено поняття малих норм поливу, яке здійснюється експериментальною установкою з витратою води в розмірах 2–4 л/м погонний.

Операція мульчування посівів у рядках торфом використовується як ефективний прийом збереження вологи в ґрунті та спосіб не допустити утворення ґрунтової кірки.

Нами також вивчається питання застосування абсорбенту Теравет для повного забезпечення посівів столової моркви вологою на вищезгаданих фазах розвитку за рахунок накопичення її в осінній і ранньовесняний періоди в рядку на глибині 6–8 см.

Висновки.

1. Суть системотехнічної програми, що розробляється з метою формування максимально можливих врожаїв столової моркви в різних ґрунтово — кліматичних умовах України полягає у використанні математичних моделей прогнозування врожаю на основі досконалого вивчення основ агротехніки вирощування моркви в залежності від біологічного стану культури в найбільш критичні періоди — у фази її розвитку.

2. Вивчення впливу технологічних прийомів на процеси росту та формування продуктивності моркви в залежності від біологічного стану у критичних фазах розвитку рослин у відношенні до вологи і живлення має обґрунтувати доцільність виконання окремих операцій технологічного процесу для одержання стабільних і прогнозованих урожаїв незалежно від погодних умов.

3. Системний підхід передбачає моделювання даної системи за алгоритмом на основі визначених фаз росту і розвитку столової моркви. Застосування принципів системотехніки дає змогу розглянути фізичні складові системи, взаємозв'язки між ними, змоделювати функціонування та встановити закономірності.

4. Застосування малих норм поливу на посівах столової моркви, мульчування рядків торфом для боротьби із кіркою і внесення абсорбенту Теравет в рядки на глибину 6–8 см дозволять забезпечити рослини потрібною вологою на першій і другій фазах розвитку, коли вони особливо чутливо відносяться до недостатку вологи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Петрова М.С. Морковь. — М.-Л.: Колос, 1968. — 178 с.
 2. Сазонова Л.В., Власова Э.А. Корнеплодные растения: морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редька. — Л.: ВО “Агропромиздат”, 1990. — 295 с.
 3. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Вопросы военной систематики. — М.: Воениздат, 1976. — 556 с.
 4. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / Под ред. И.С. Шатилова, М.К. Каюмова. — М.: Колос, 1975. — 429 с.
 5. Красочкін В.Т. Биологические основы высоких урожаев свеклы и моркови. // Картофель и овощи. — 1974. — № 9. — С. 30–32.
 6. Лисогоров К.С. Математичне моделювання і створення автоматизованих систем управління в зрошуваному землеробстві. — Херсон, 2003. — 184 с.
-

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К МЕХАНИЗИРОВАННОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ

Разработана концептуальная модель системы выращивания столовой моркови в условиях разных почвенно-климатических зон Украины на основе системотехнических принципов управляемого выращивания экологически чистой столовой моркови. Раскрыта функциональная зависимость эффективности роста и развития растений столовой моркови, с учетом особенностей агротехники ее выращивания в зависимости от биологического состояния растений в разные фазы их развития.

SYSTEM APPROACH TO MECHANIZED GROWING OF GARDEN CARROT

The conceptual model of a system for growing of garden carrot in conditions of various soil and climatic zones of Ukraine on the basis of systems engineering principles of a controlled growth of ecologically clean garden carrot was developed. The functional relationship between the growth effectiveness and carrot development with an allowance for peculiarities of the agrotechnology of its growing and the biological state of plants in different phases of their development is revealed.