

УДК 635.6 :631

Л.М. Пузік, д-р с.-г. наук, професор,
Харківський НТУСГ ім. Петра Василенка,
В.А. Бондаренко, викладач
ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
(Харків, Україна)

КОРЕЛЯЦІЙНА ЗАЛЕЖНІСТЬ УРОЖАЙНОСТІ КАПУСТИ БРОКОЛІ

Визначено, що в умовах Лісостепу України агробіологічні властивості капусти броколі формуються за таких погодних умов вегетаційного періоду: середньодобова температура становить 21,4...23,0 °С; сума активних температур вище 10 °С у межах 1453,8–1723,1 °С, забезпеченість опадами 103,4–334,6 мм, ГТК = 0,60–2,04. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду загальна врожайність капусти броколі коливається від 7,7 до 9,6 т/га, у тому числі центральних головок 4,5–5,6 т/га, бічних – 2,6–4,4 т/га. Установлено, що між урожайністю капусти броколі та середньодобовою температурою вегетаційного періоду існує сильний обернений зв'язок: $r = -0,77 \pm 0,03 \dots -0,83 \pm 0,02$; з кількістю опадів – сильний прямий зв'язок: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; з ГТК виявлено також сильний прямий зв'язок: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$. Розроблено математичні моделі прогнозування врожайності капусти броколі залежно від умов вегетаційного періоду.

Ключові слова: капуста броколі, кореляційна залежність, прогнозування, урожайність, ГТК, вегетаційний період.

Постановка проблеми. Капуста броколі є малопоширеною в Україні овочевою рослиною. Але останнім часом її все частіше можна побачити на прилавках торговельної мережі. Хімічний склад робить капусту броколі цінним дієтичним продуктом, наявність якого у раціоні харчування людини бажана протягом року. Капуста броколі (*Brassica cauliflora* Lizeg. subsp. *simplex* Lizeg.) – підвид капусти цвітної, в межах якого найбільшого розповсюдження набула група сортів під загальною назвою «італійська зелена гілляста» – однорічна рослина висотою 70–100 см і більше. Коренева система проникає на глибину 40–50 см, але основна маса коріння знаходиться на глибині 20–25 см, вегетаційний період 50–150 діб [1, 2].

Свою сучасну назву броколі отримала від італійського «cavolo brocolis», що означає «короткі пагони» або «стеблова капуста». У багатьох країнах броколі називають спаржевою капустою [3]. На стеблі броколі утворюються суцвіття, зібрані в головку, як у капусти цвітної, але ці суцвіття менш щільні та більше розділені. Діаметр центрального суцвіття – від 12–18 до 25 см, зеленого кольору або з фіолетовим

відтінок. Після зрізування центральної головки через 10–15 діб з пазухів листків виростають бічні пагони, на яких утворюються суцвіття меншого розміру, ніж на центральному стеблі. Їх зрізують, коли вони досягнуть в діаметрі 4–6 см [4, 5]. Як і всі представники родини Капустяних, капуста броколі є холодостійкою культурою, має подібні технології вирощування. Завдяки своїм біологічним особливостям цей вид капусти може забезпечувати тривале надходження свіжої продукції протягом сезону без застосування додаткових витратних заходів.

Особливості вирощування, формування показників якості капусти броколі у різний час вивчали О. Ю. Барабаш [4], Л. С. Гіль і А. І. Пашковський [5], О. Я. Жук та ін. [6], Т. В. Лізгунова [5], С. А. Eaves [7] та ін. Проте недостатньо вивченими залишаються питання формування якості врожаю залежно від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду.

Мета і методика досліджень. Наші дослідження були спрямовані на вивчення впливу умов вегетаційного періоду на формування товарного врожаю гібридів капусти броколі, на визначення загальних закономірностей, що дають змогу прогнозувати врожайність і якість продукції капусти броколі залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду.

Полеві досліди проводили згідно із загальноприйнятими методиками: за В. Ф. Беліком [8], Г. Л. Бондаренком [9]. Підготовку ґрунту під капусту та догляд за рослинами здійснювали за прийнятими рекомендаціями. Досліджували пізньостиглі гібриди капусти броколі (Айронмен F_1 , Агассі F_1 , Бомонт F_1), що внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [10]. Спосіб вирощування – розсадний, висаджували 30-денну розсаду (з чотирма–п'ятьма справжніми листками) капусти броколі у третій декаді травня. Спосіб розміщення рослин – стрічковий зі схемою розміщення (40+100) x 50 см. Площа посівної ділянки 50 м², облікової – 20 м². Кількість рослин на 1 га – 28 571 шт. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів систематичне.

Айронмен F_1 – гібрид капусти броколі для переробки та споживання у свіжому вигляді. Строк досягання 64–81 день залежно від сезону вирощування. Колір головок насичений голубувато-зелений, головки висококуполоподібні, щільні та важкі [11].

Агассі F_1 – універсальний гібрид капусти броколі, підходить для заморожування та переробки. Строк досягання 65–75 діб. Головки світло-зеленого привабливого кольору, дуже однорідні суцвіття, середньозернисті, високого стандарту. Гібрид відмінно переносить спеку [12].

Бомонт F_1 – універсальний гібрид капусти броколі, період досягання головок – близько 75 діб, маса головки – до 2,5 кг. Головки

дрібнозернистої структури, округлої форми, вирівняні, темно-зеленого кольору, мають дуже привабливий товарний вигляд і неповторний смак, що не втрачаються. Гібрид придатний до переробки, відрізняється високою стійкістю до фузаріозу [13].

Результати досліджень. Початковим фактором формування якості врожаю капусти є вибір гібрида з цінними господарськими ознаками, що забезпечують отримання високих урожаїв з довершеними органолептичними і технологічними властивостями. Однією з таких властивостей є маса головки. Результатами наших досліджень встановлено, що врожайність значною мірою залежить від особливостей гібрида та погодних умов вегетаційного періоду.

За роки досліджень більш сприятливими погодними умовами вегетаційного періоду для формування центральних головок капусти броколі відзначалися 2011 та 2014 рр.: ГТК становив відповідно 2,04 і 1,59. Це позитивно вплинуло на масу головок, яка була в межах 215,0–239,0 г та 148,0–192,0 г відповідно залежно від гібрида. У 2012–2013 рр. погодні умови вегетаційного періоду були посушливішими: ГТК становив 0,60 та 0,96 відповідно, головки сформувалися меншої маси в межах 126,0–170,0 г та 137,0–174,0 г відповідно (табл. 1). На основі отриманих даних було встановлено, що маса центральних головок капусти броколі має тісний кореляційний зв'язок з ГТК: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$ залежно від гібрида.

Більша маса центральної головки і, відповідно, урожайність була у гібрида Бомонт F₁. Протягом 2011–2014 рр. досліджень (табл. 1) маса центральної головки цього гібрида була в межах 170,0–239,0 г, але істотно (НІР₀₅ = 25,1 г) перевищила лише Агассі F₁. У середньому за роки досліджень маса центральної головки гібрида Бомонт F₁ становила 193,8 г, що більше за показники Айронмена F₁ та Агассі F₁ відповідно на 11,8 і 37,3 г. Урожайність центральних головок гібридів капусти броколі за роки досліджень коливалася в межах 3,6–6,8 т/га та істотно (НІР₀₅ = 0,7 т/га) меншою була у гібрида Агассі F₁ і в середньому за роки досліджень у цього гібрида становила 4,5 т/га. У Айронмена F₁ та Бомонта F₁ вона була відповідно 5,2 та 5,6 т/га і переважала урожайність Агассі F₁ на 0,7 та 1,1 т/га відповідно.

1. Маса центральної головки капусти броколі залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду, г

Рік (фактор В)	Гібрид (фактор А)		
	Айронмен F ₁	Агассі F ₁	Бомонт F ₁
2011	236,0	215,0	239,0
2012	156,0	126,0	170,0
2013	166,0	137,0	174,0
2014	170,0	148,0	192,0
НІР ₀₅	25,1		
Середнє	182,0	156,5	193,8

Установлено, що рівень урожайності бічних головок знижувався за посушливих умов. Бічні головки капуста броколі у 2011 та 2012 рр. сформувала через два тижні: відповідно 2,6–4,3 та 1,7–4,2 т/га залежно від гібрида. За цей період ГТК Селянинова становив відповідно 0,57 і 0,40. У 2013 та 2014 рр. формуванню бічних головок завадила посушлива та спекотна погода, тому вони сформувалися відповідно через 3,5 і 4 тижні, чому сприяло випадання опадів і зниження температури: ГТК = 0,57 і 0,60 відповідно. Тому урожайність бічних головок у 2013 р. була 2,7–4,4 т/га, а у 2014 р. – 3,5–4,7 т/га залежно від гібрида. За роки досліджень більш чутливим до посушливих умов під час формування бічних головок виявився гібрид Бомонт F₁, менше – Айронмен F₁, який характеризувався істотно вищою (НІР₀₅ = 0,8 т/га) врожайністю бічних головок. У середньому за роки досліджень більша врожайність бічних головок була в Айронмена F₁: 4,4 т/га, що перевищило показник Агассі F₁ на 27,3, а Бомонта F₁ – на 40,9 %.

За загальною врожайністю гібрид Айромен F₁ істотно (НІР₀₅ = 0,9 т/га) перевищував Агассі F₁ та Бомонт F₁ упродовж років досліджень. У середньому за 2011–2014 рр. гібрид Айронмен F₁ мав загальну врожайність 9,6 т/га, частка центральних головок в ній становила 54,0 %. У Бомонта F₁ частка збору центральних головок дорівнювала 67,9 % його загальної врожайності, яка в середньому за роки досліджень була 8,2 т/га. У Агассі F₁ загальна врожайність була найменшою з усіх трьох гібридів і за роки досліджень – 7,7 т/га; частка центральних головок у ній становила 58,1 %.

Дисперсійним аналізом встановлено, що формування як середньої маси, так і врожайності центральних головок капусти броколі на 18 % залежали від особливостей гібрида (фактор А), вплив умов вегетаційного періоду (фактор В) становив 71 %, сукупна дія факторів АВ – 1 %, інші фактори (елементи технології вирощування та ін.) впливали на неї на 10 % (рис.1).

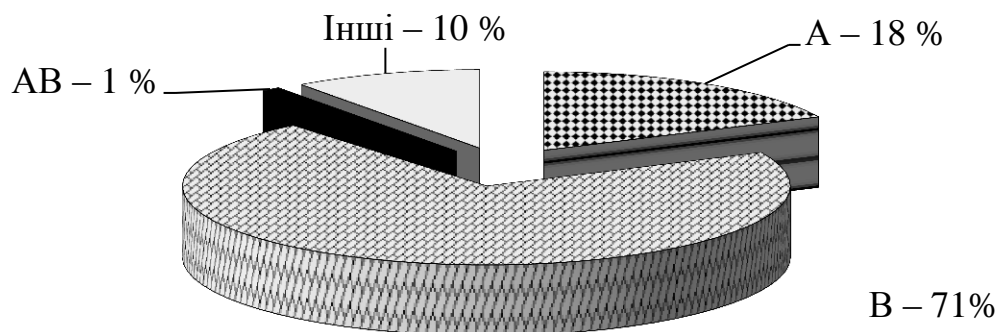


Рис. 1. Вплив факторів на формування врожайності центральних головок капусти броколі (2011–2014 рр.):

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| ■ А – особливість гібрида; | ■ В – умови вегетаційного періоду; |
| ■ АВ – сумісна дія факторів; | ■ Інші фактори. |

Аналіз кореляційного зв'язку між окремими факторами, що впливають на врожайність центральних головок гібридів капусти броколі показав (табл. 2), що на врожайність чинять значний вплив середньодобова температура, кількість опадів та ГТК вегетаційного періоду. Кореляційний аналіз свідчить, що гібриди капусти броколі на ці три фактори відреагували майже однаково. Установлено, що врожайність та маса центральних головок гібридів Айронмен F_1 і Агассі F_1 слабо залежали від середньодобової температури. Так, у Бомонта F_1 спостерігався обернений середній зв'язок; між врожайністю центральних головок та кількістю опадів – сильний прямий зв'язок: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; між урожайністю та ГТК виявлено сильний прямий зв'язок: $r = 0,86 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$.

Отже, між урожайністю та масою центральної головки капусти броколі існує сильна пряма залежність ($r = 0,99 \pm 0,01$).

Тому взаємозв'язок маси центральної головки із середньодобовою температурою, сумарною кількістю опадів та ГТК є аналогічним урожайності.

2. Кореляційна залежність урожайності центральних головок гібридів капусти броколі від умов вегетаційного періоду

Показник	Гібрид	Кількість опадів, мм	ГТК
Маса центральної головки	Айронмен F ₁	r = 0,92±0,01	r = 0,86±0,02
	Агассі F ₁	r = 0,95±0,01	r = 0,89±0,02
	Бомонт F ₁	r = 0,97±0,01	r = 0,92±0,01
Урожайність	Айронмен F ₁	r = 0,92±0,01	r = 0,86±0,02
	Агассі F ₁	r = 0,94±0,01	r = 0,89±0,02
	Бомонт F ₁	r = 0,96±0,01	r = 0,92±0,01

Кореляційну пляду залежності врожайності центральних головок капусти броколі від маси головки та умов вегетаційного періоду показано на рис. 2 на прикладі гібрида Айронмен F₁. Середньодобова температура вегетаційного періоду в 2011–2014 рр. становила 21,4...23,0 °С, сума активних температур вище 10 °С знаходилася в межах 1453,8–1723,1°С, кількість опадів за вегетаційний період була 103,4–334,6 мм, ГТК = 0,60–2,04. За цих умов рівняння регресії для прогнозування врожайності гібрида Айронмен F₁ має вигляд:

$$y = -2,26 + 0,24x_1 + 0,03x_2 - 3,28x_3,$$

де y – урожайність гібрида Айронмен F₁, x_1 – середньодобова температура, °С; x_2 – сума опадів, мм; x_3 – ГТК.

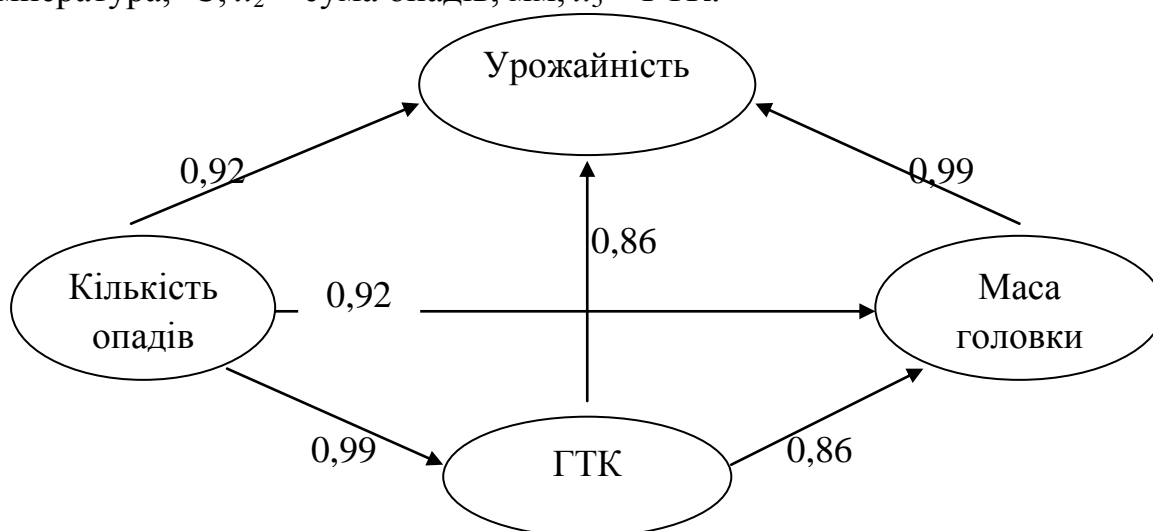


Рис. 2. Кореляційна пляда залежності урожайності центральних головок капусти броколі гібрида Айронмен F₁ від маси головки та умов вегетаційного періоду

Рівняння регресії з цими трьома аргументами для гібрида Агассі F₁:

$$y = -1,89 + 0,18x_1 + 0,03x_2 - 3,11x_3.$$

Рівняння регресії для прогнозування врожайності гібрида Бомонт F₁:

$$y = -4,59 + 0,37x_1 + 0,01x_2 - 0,44x_3.$$

Гібрид вважається стабільним за врожайністю, якщо коефіцієнт її стабільності наближений до одиниці. У наших дослідженнях більш стабільною врожайністю центральних головок відзначався гібрид Бомонт F₁, в якого коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса становив 1,4. Трохи меншим цей показник був у Айронмена F₁, а меншою стабільністю врожайності центральних головок відрізнявся гібрид Агассі F₁: коефіцієнт стабільності дорівнював 1,7.

Стабільний збір бічних головок на рівні 4,2–4,7 т/га протягом 2011–2014 рр. формував гібрид Айронмен F₁: коефіцієнт стабільності на рівні 0,5. У цього гібрида загальна врожайність була більш стабільною порівняно з іншими. Рівень урожайності бічних головок по роках у Бомонта F₁ коливався в межах від 1,7 до 3,5 т/га, що забезпечило йому низький коефіцієнт стабільності – 2,1. Проте за рахунок збору бічних головок коефіцієнт стабільності загальної врожайності становив 1,4. Гібрид Агассі F₁ за коефіцієнтом стабільності врожайності бічних головок займає середнє місце між значеннями Айронмена F₁ та Бомонта F₁, а стабільність загальної врожайності у нього була найменшою – 1,5.

Ці дані підтверджуються і коефіцієнтом агрономічної стабільності (A_s), що був запропонований В.В. Хангільдіним [14]. Він характеризує стійкість гібридів до несприятливих умов вегетаційного періоду. Гібрид вважається стабільним, якщо A_s більше 70 %.

Висновки. Науково обґрунтовано і визначено, що в умовах Лісостепу України агробіологічні властивості капусти броколі формуються за таких погодних умов вегетаційного періоду: середньодобова температура 21,4...23,0 °С; сума активних температур вище 10 °С становить 1453,8–1723,1 °С, забезпеченість опадами 103,4–334,6 мм, ГТК = 0,60–2,04. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду загальна врожайність капусти броколі коливається від 7,7 до 9,6 т/га, у тому числі центральних головок 4,5–5,6 т/га, бічних – 2,6–4,4 т/га.

Установлено, що між урожайністю капусти броколі та середньодобовою температурою вегетаційного періоду існує сильний обернений зв'язок: $r = -0,77 \pm 0,03 \dots -0,83 \pm 0,02$; сильний прямий зв'язок з кількістю опадів: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; сильний прямий зв'язок виявлено також з ГТК: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$.

Розроблено математичні моделі прогнозування врожайності капусти броколі залежно від умов вегетаційного періоду.

Визначено, що урожайність центральних головок капусти брокколи на 18 % залежить від особливостей гібрида, а від умов вегетаційного періоду – на 71 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кононков П. Брокколи // Животновод. 1992. №1. С. 28–30.
2. Болотских А. С. Овощи Украины. Харьков: Орбита, 2001. С. 308–311.
3. Григоровская М. Капуста брокколи // Огородник. 2004. № 6. С. 32.
4. Барабаш О. Ю. Догляд за овочевими культурами / Національний аграрний ун-т; наук.-навч. ін-т рослинництва та ґрунтознавства, ВСП НАУ «Бережанський агротехнічний ін-т». Київ: Бережани, 2008. 122 с.
5. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту: навч. посіб. Ч. 2: Відкритий ґрунт. Вінниця: Нова Книга, 2008. 312 с.
6. Жук О. Я., Сидорова І. М., Федосій І. О. Капуста брюссельська: монографія. Київ: Нілан-ЛТД, 2013. 178 с.
6. Лизгунова Т. В. Капуста. Ленинград: Колос, 1965. 384 с.
7. Eaves C. A., Forsyth F. R. The influence of light, modified atmospheres and benzimidazole on Brussels sproute // J. Horticulture Science. 1968. № 43. P. 317–322.
8. Белик В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Москва: Агропромиздат, 1992. 317 с.
9. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 368 с.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (витяг станом на 19.07.2010 р.). Київ, 2010. С. 152. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vsego-pechego.usoz.ru/_ld/0/8__-2010.pdf (дата звернення: 07.11.2010).
11. Капуста брокколи: Айронмен F₁. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.agrosemcenter.ru/seeds/index.php?SECTION_ID=30 (дата звернення: 07.11.2010).
12. Сортимент овощных культур для открытого грунта. Райк Цваан 2009/2010: каталог. С. 12.
13. Каталог насіння овочевих культур. Бейо Заден, 2012–2014. С. 13.
14. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы //Научн.-техн. бюл. ВСГИ. Одесса, 1981. Вып. 39. С. 8–14.

Стаття надійшла до редакції 04.12.17.

Л.М. Пузик, д-р с.-х. наук, професор
Харківський НТУСХ ім. Петра Василенко,
В.А. Бондаренко, преподаватель
ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
Харьков, Украина

Корреляционная зависимость урожайности капусты брокколи

Определено, что в условиях Лесостепи Украины агробиологические свойства капусты брокколи формируются при таких погодных условиях вегетационного периода: среднесуточная температура 21,4 ... 23,0 ° С; сумма активных температур выше 10 ° С 1453,8 – 1723,1 С, обеспеченность осадками в пределах 103,4-334,6 мм, ГТК – 0,60 – 2,04. В зависимости от особенностей гибрида и условий вегетационного периода общая урожайность капусты брокколи колеблется от 7,7 до 9,6 т/га, в том числе центральных головок 4,5 – 5,6 т/га, боковых – 2,6 – 4,4 т/га. Установлено, что между урожайностью капусты брокколи и среднесуточной температурой вегетационного периода существует сильная обратная связь: $r = -0,77 \pm 0,03 \dots -0,83 \pm 0,02$; сильная прямая связь с количеством осадков: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; с ГТК обнаружено сильную прямую связь: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$. Разработаны математические модели прогнозирования урожайности капусты брокколи в зависимости от условий вегетационного периода.

Ключевые слова: капуста брокколи, корреляционная зависимость, прогнозирование, урожайность, ГТК, вегетационный период.

L.M Puzik, doctor of agricultural sciences, professor
Kharkiv National Technical University named after Petr Vasilenko,
V.A Bondarenko, teacher
KNU them V.V. Dokuchaev
(Kharkiv, Ukraine)

CORRELATION DEPENDENCE OF BROKOLI CAPITAL CRO

It is determined that in the conditions of the forest-steppe Ukraine agrobiological properties of broccoli cabbage are formed under such weather conditions of the growing season: the average daily temperature is 21.4 ... 23.0 ° C; the sum of active temperatures higher than 10 °C – 1453,8-1723,1 °C, availability of precipitation – 103,4-334,6 mm and ГТК – 0,60-2,04. Depending on the characteristics of the hybrid and the conditions of the growing season, the total yield of broccoli cabbage varies from 7.7 to 9.6 t/ha, including central head 4,5-5,6 t/ha, lateral – 2,6-4,4 t/ha. It is established that there is a strong inverse relationship between the yield of broccoli cabbage and the average daily temperature of the growing season: $r = -0.77 \pm 0.03 \dots -0.83 \pm 0.02$; amount of precipitation – strong direct connection: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; a strong direct correlation with the ГТК was found: $r = 0.87 \pm 0.02 \dots 0.93 \pm 0.01$. The mathematical models of forecasting the productivity of broccoli cabbage have been developed depending on the conditions of the growing season.

Key words: broccoli cabbage, correlation dependence, forecasting, yield, ГТК, vegetation period.