

## Дослідження формування поживної цінності капусти цвітної залежно від агробіологічних факторів

Л. М. Пузік, В. К. Пузік, Н. О. Любимова, В. А. Бондаренко, Л. О. Гайова, О. В. Сергієнко, О. В. Романов, Л. В. Гринь, Л. М. Кононенко

Досліджено вплив суми активних температур вище 10 °С, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта (ГТК) на формування сухих, сухих розчинних речовин, цукрів та аскорбінової кислоти капусти цвітної, залежно від особливостей гібрида. Встановлено, що у середньому за три роки досліджень сухих розчинних речовин у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної накопичувалося від 7,2 % (у гібрида Кул F<sub>1</sub>) до 8,3 % (у гібрида Опал F<sub>1</sub>). Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида впливала на вміст сухих розчинних речовин у головках капусти цвітної на 10 %, тоді як умови вегетаційного періоду – на 77 %.

У середньому за роки досліджень більшим загальним вмістом цукрів характеризувався Лівінгстон F<sub>1</sub>. Дисперсійним аналізом встановлено, що 55 % впливу на загальний вміст цукрів у головках капусти цвітної чинила особливість гібрида. Вплив умов вегетаційного періоду становив 4 %.

Гібриди істотно різнились за вмістом редукувальних цукрів.

Виявлено залежність впливу погодних умов на вміст компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти цвітної. У період формування головки: вміст сухих речовин має сильний обернений зв'язок із вологістю повітря у  $r = -0,89 \dots -0,93$ , прямий середній зв'язок із середньодобовою температурою повітря і сумою активних температур, а також сильні прямі зв'язки із сумою опадів та ГТК вегетаційного періоду.

Вміст сухих розчинних речовин у головках капусти цвітної має сильний обернений зв'язок із вологістю повітря:  $r = -0,78 \dots -0,97$ . Вміст аскорбінової кислоти – сильну пряму залежність від вологості повітря в період формування головки ( $r = 0,67 \dots 0,75$ ). З іншими погодними показниками зв'язок був слабкий. Дисперсійним аналізом встановлено, що вміст аскорбінової кислоти у головках капусти цвітної на 56 % залежав від особливостей гібрида, на 15 % – від умов вегетаційного періоду

Ключові слова: капуста цвітна, сухі речовини, сухі розчинні речовини, цукри, аскорбінова кислота

### 1. Вступ

Овочі – основний вітамінний продукт харчування людей. В структурі посівних площ у світі овочі займають до 3 %, проте значення важко переоцінити. Лідером світового виробництва овочів є Китай, де людина на рік вживає 170 кг овочів і 100 кг кавунів. Цвітна капуста має тонкий смак і перевершує білоголову капусту універсальністю в приготуванні. Плоди капусти

цвітної є пагонами із зародками суцвіть з вмістом великої кількості корисних речовин [1, 2].

В Європі капуста цвітна з'явилась в XVI ст. Найбільші площі під капустою цвітної зайняті в Італії, Франції, Німеччині, Великобританії, Нідерландах. У Німеччині під капусту цвітну припадає 10 % площі, яку займають овочеві рослини. Поширена капуста цвітна у Америці, Азії, в Індії її вирощують на 32 % світових площ [3, 4].

Серед усіх видів капусти, капуста цвітна за вмістом поживних речовин, засвоюваністю і смаковими властивостями найвища. У капусти цвітної ніжна консистенція і висока засвоюваність організмом людини. Вміст білка у капусті цвітної в 1,5–2,0 рази більший порівняно з капустою білоголовою, в 2–3 рази аскорбінової кислоти, мінеральних солей лужного характеру. Цінна особливість цієї рослини полягає у тому, що свіжу продукцію можна отримувати 6–8 місяців на рік [2].

Капусту цвітну використовують як сировину у переробній промисловості. Її маринують, квасять, заморожують, додають до овочевих асорті. Квашена капуста використовується головним чином для приготування маринованих асорті. Можна також використовувати її для перших та других страв.

Сектор заморожених та консервованих овочів залежить від регулярного постачання сировини. Якість та урожайність овочів залежить від факторів зовнішнього середовища під час росту і розвитку. За словами Європейської асоціації виробників фруктів і овочів (PROFEL), екстремальна засуха, що тривала останнім часом в Європі, викликала найсерйозніші за останні 40 років проблеми для овочевого сектора в ЄС. Через спекотну і суху погоду, яка тривала впродовж липня–серпня в більшості районів континенту, овочі продовжували страждати і врожайність різко впала. За таких умов продукція почала псуватися на полях, що призвело до зменшення та нерегулярного постачання свіжих овочів на переробні підприємства, і в результаті призвело до збільшення виробничих витрат та зменшення обсягів оброблених продуктів. Сьогодні ситуація для виробників та переробників овочів склалася найсерйознішою за останні 40 років. Особливо постраждали від посухи Франція, Бельгія, Нідерланди, Німеччина, Великобританія, Угорщина та Польща [5]. Отже, дослідження агробіологічних факторів на формування поживної цінності головок капусти цвітної є актуальним.

## **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

Сучасна наука вивчає овочі як необхідні продукти харчування, в той час як окремі з них використовуються з лікувальною метою. Деякі овочі багаті на антиоксиданти, інші – досить успішно попереджують розвиток хвороб. Деякі різновиди капусти містять корисні речовини для тривалого збереження здоров'я та активної життєдіяльності людини [6]. Капуста цвітна знижує ризик появи ракових хвороб і захворювань серцево-судинної системи (коронарної недостатності, гіпертонії), а також знижує вірогідність появи вроджених вад [7].

На ріст, розвиток і врожайність овочевих культур значно впливають навколишні фактори. Якість та рівень врожаю є результатом складної взаємодії рослини та комплексу цих факторів. Без знання стану і зміни співвідношення та потреб рослин неможливо розробити раціональну систему агротехнічних заходів для одержання достатньо високого врожаю овочів і повноцінної якості. Сорти або гібриди, що значно залежать від факторів середовища, за будь-якого стресу не зможуть реалізувати свої потенційні можливості. Найуспішнішим у виробничих умовах буде вирощування зразків із широкою нормою реакції [8]. Оскільки в господарствах впродовж усіх років досліджень агротехніка вирощування овочів залишалась практично незмінною, то основний вплив на варіювання якості, овочевої продукції мали метеорологічні чинники. Істотний вплив на формування хімічного складу овочів мають погодні умови вегетаційного періоду. Характеризуються вони сумою активних температур вище 10 °С, кількістю опадів, а також гідротермічним коефіцієнтом Селянінова. Вплив температури повітря на ріст і розвиток овочевих рослин залежить від біологічних особливостей [9]. Керування абіотичними чинниками в умовах відкритого ґрунту неможливо. Тому виникає потреба в дослідженні впливу абіотичних чинників на процес формування біологічно активних сполук в тканинах капусти цвітної, що дасть змогу прогнозувати її цінність і придатність до зберігання для споживання у свіжому вигляді.

Капуста цвітна належить до групи холодостійких овочевих рослин. Морозостійкість капусти цвітної менша ніж у інших видів капусти. Рослина пошкоджується за температури мінус 2...3 °С. У жарку погоду при недостатній кількості вологи на рослинах утворюються невеликі листки та дрібні головки. Витримати високі температури капуста цвітна може тільки за високої вологості ґрунту та повітря і пред'являє до них винятково високі вимоги. Добре загартована розсада витримує короточасне зниження температури до мінус 5...7 °С, а незагартована пошкоджується при мінус 1 °С. Ранні сорти її в період формування суцвіття пошкоджуються приморозками 2...3 °С, тоді як пізні витримують зниження температури до мінус 5 °С. Формування головок капусти цвітної затримується після дії низької температури не менше ніж на два тижні [10].

Для нормального росту і розвитку капусти цвітної впродовж всього вегетаційного періоду важливе значення має забезпеченість рослин вологою. Рослини добре ростуть і розвиваються, коли відносна вологість повітря становить від 80 до 90 %, а вологість ґрунту в межах 75–80 % НВ [11]. Нестача вологи в ґрунті уповільнює ріст рослин і приводить до передчасного утворення суцвіття (головок). Надмірна ж вологість зумовлює пошкодження рослин судинним бактеріозом. Порівняно з капустою білоголовою капуста цвітна є вибагливішою до умов зовнішнього середовища [12].

Проте, абіотичні чинники, які мають домінуючий вплив на ріст і розвиток рослин, залишаються не визначеними для капусти цвітної залежно від особливостей гібрида. Наведені дані мають узагальнюючий характер.

До 70 % усіх сухих розчинних речовин у головках капусти цвітної представлені цукрами. Вміст цукрів у капусті істотно залежить від

особливостей сорту та умов вегетаційного періоду і коливається від 2,5 до 6,0 % в тому числі сахарози 1,1–2,0 %. Важливим показником поживної цінності є аскорбінова кислота, яка характеризує антиоксидантну активність овочів. Відомо, що аскорбінова кислота (L – аскорбінова кислота) є водорозчинним вітаміном, який необхідний для життєдіяльності людини, проте не синтезується організмом. Біологічна роль її полягає у захисті рослинного організму від окиснювального стресу. Вміст аскорбінової кислоти у головках капусти цвітної коливається в межах 40–180 мг/100 г. Сирого білка міститься від 1,6 до 2,5 %, в якому чистий білок складає 83 %. Енергетична цінність 100 г продукції 29 ккал або 121 кДж. Дуже багаті азотистими речовинами верхні частини пагонів, які утворюють бугорчасту поверхню головки [3]. Натомість, автор не досліджував формування поживної цінності капусти цвітної в різних погодних умовах вегетаційного періоду рослини.

Капуста цвітна – цінний дієтичний продукт харчування. Даний вид капусти містить рибофлавін – вітамін, що має здатність накопичуватись у печінці, нирках, серці, головному мозку і приймає участь в окисно-відновлювальних процесах в усіх тканинах організму. Дефіцит його для капусти цвітної призводить до порушення обміну речовин. Капуста цвітна є одним з основних джерел нікотинової кислоти (вітамін РР), яка забезпечує окисно-відновлювальні процеси в організмі та нормалізує вуглеводний обмін. В головках капусти міститься і вітамін Н<sub>1</sub> (біотин). Біотин бере участь в обміні жирів і вуглеводів, виробляється корисною мікрофлорою кишечника та у значних кількостях надходить з їжею. Крім того, для капусти цвітної властиве оптимальне співвідношення вмісту кальцію та фосфору, необхідне для кращого засвоєння. Окрім ферментів і вітамінів, у цьому виді капусти присутні солі кобальту, магнію, йоду [13]. Проте, у роботі, наведена характеристика капусти цвітної, як цінного дієтичного продукту харчування. Необхідно зазначити, що біологічна цінність формується в полі і залежить від абіотичних факторів довкілля, які не досліджувалися.

Вплив температури повітря на ріст і розвиток овочевих культур залежить від біологічних особливостей. Наприклад, перець солодкий формує якісний високий урожай, коли сума температур вищих за 15 °С становить понад 1900 °С, баклажан – 2000 °С, а баштанні культури – 2200 – 270 °С. Необхідна сума активних температур вище 10 °С для капусти цвітної коливається у широкому діапазоні 650–1000 °С. Ступінь негативного впливу субоптимальних температур на якість плодовоовочевої продукції визначається тривалістю впливу несприятливого фактора [14]. Короткочасна дія стресової температури може стимулювати захисні сили рослинного організму, що призводить до посилення синтезу антиоксидантних сполук [15]. Тривалий вплив критичних температур призводить до порушення нормальних метаболічних процесів і появи фізіологічних розладів [14].

Отже, проведені дослідження не дають відповіді на питання, що пов'язані з поживною цінністю капусти цвітної. Недостатньо вивченими залишаються формування компонентів хімічного складу капусти цвітної залежно від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду. В існуючих умовах, коли

спостерігається потепління клімату, актуальним є поглиблення та розширення досліджень щодо формування якості холодостійких овочевих рослин.

### **3. Мета і задачі дослідження**

Метою дослідження було дослідити формування поживної цінності капусти цвітної залежно від погодних умов вегетаційного періоду та особливостей гібрида.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- установити вміст деяких компонентів хімічного складу в головках капусти цвітної залежно від особливостей гібрида умов вегетаційного періоду;
- визначити кращі за поживною цінністю гібриди капусти цвітної.

### **4. Матеріали та методи дослідження формування поживної цінності капусти цвітної, хімічні, органолептичні показники**

Полеві досліди проводили згідно загальноприйнятих методик. Дослідження проводили з гібридами капусти цвітної ранньостиглої: Лівінгстон F<sub>1</sub>, Кул F<sub>1</sub>, Опал F<sub>1</sub>, (контроль – Лівінгстон F<sub>1</sub>). Строк висаджування розсади ранньостиглих гібридів – I декада травня. Спосіб вирощування – розсадний (висаджували розсаду з чотирма-п'ятьма справжніми листками). Спосіб розміщення рослин – стрічковий зі схемою розміщення (40+100)×50 см. Густота рослин 28,6 тис. шт./га. Повторність в дослідах чотириразова. Дослід двофакторний: вивчали вплив фактора А – особливості гібрида, фактора В – умови вегетаційного періоду. Площа кожної посівної ділянки 21 м<sup>2</sup>. Розміщення варіантів систематичне.

### **5. Результати досліджень формування поживної цінності капусти цвітної**

**5.1. Вміст деяких компонентів хімічного складу в головках капусти цвітної залежно від особливостей гібрида умов вегетаційного періоду.** Вміст компонентів хімічного складу у головках капусти цвітної визначає її поживну і дієтичну цінність. Вміст того чи іншого компонента в продукції залежить від особливостей гібрида та погодних умов, під час яких відбувалося її формування. Оптимальна температура для формування головок капусти цвітної 15...18 °С за температури вище 20 °С формуються дрібні головки і швидко розпадаються. Тривале вирощування капусти цвітної за температури нижче 8 °С призводить до більш помірному формування головок [11].

В період досягання головок ранньостиглих гібридів капусти цвітної у 2015 р. температура повітря була на 2,7 °С нижча, порівняно із багаторічним показником, опадів випало 81 % від норми, вологість повітря становила 52 %. За таких умов сухих речовин у головках капусти цвітної накопичувалося 8,4–10 % (рис. 1). Більше сухих речовин залежно від гібрида накопичувалося у посушливий та спекотний 2017 рік: 10,0–12,3 %. Посуха під час досягання головок у 2016 р. сприяла накопиченню сухих речовин на рівні 9,8–16,0 %. При цьому різниця за даним показником між гібридами була істотною (НІР<sub>05</sub>=0,3 %).

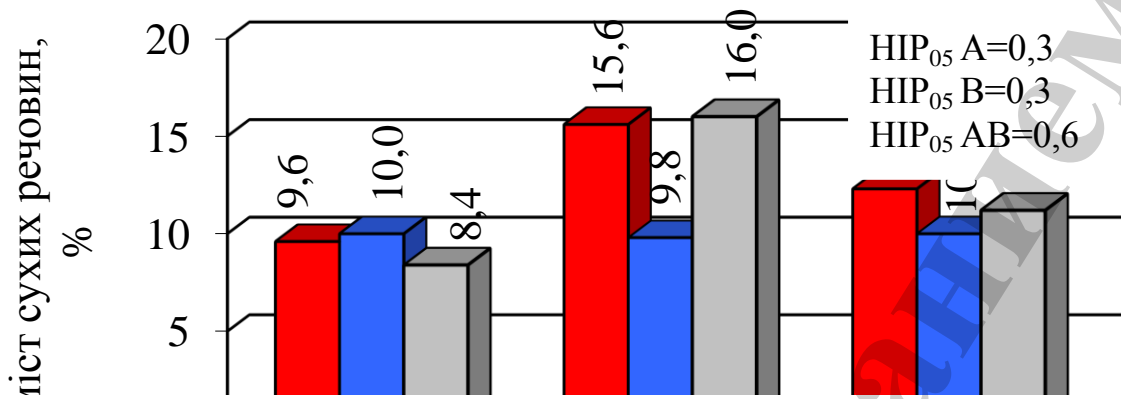


Рис. 1. Вміст сухих речовин у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, %: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>, ■ – Кул F<sub>1</sub>, ■ – Опал F<sub>1</sub>

Дисперсійним аналізом встановлено, що накопичення сухих речовин у головках капусти цвітної на 18 % залежить від особливостей гібрида (фактор А), на 50 % – від умов вегетаційного періоду (фактор В), сумісна дія факторів АВ впливає на 29 %, інші фактори (елементи технології вирощування і т. д.) – на 3 %.

Сухі розчинні речовини – вуглеводи, азотисті речовини, кислоти, дубильні речовини, ферменти, мінеральні солі, водорозчинні вітаміни тощо. Більша частина цієї групи сполук представлена вуглеводами, головним чином цукрами [3]. Встановлено, що вміст сухих розчинних речовин у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної впродовж 2015–2017 рр. був у межах 6,1–10,9 % (рис. 2) залежно від гібрида. Більше накопичувалася у 2016 та 2017 рр. При цьому 2017 р. характеризувався спекотними та посушливими умовами вегетаційного періоду, а 2016 р. спекотною погодою та нерівномірним випаданням опадів. Різниця між гібридами була істотною ( $HI_{P05}=0,2$  %). Аналогічний вплив погодних умов вегетаційного періоду на накопичення сухих розчинних речовин і цукрів у плодах баклажану та перцю солодкого [16] і в ягідних культур [17–19].

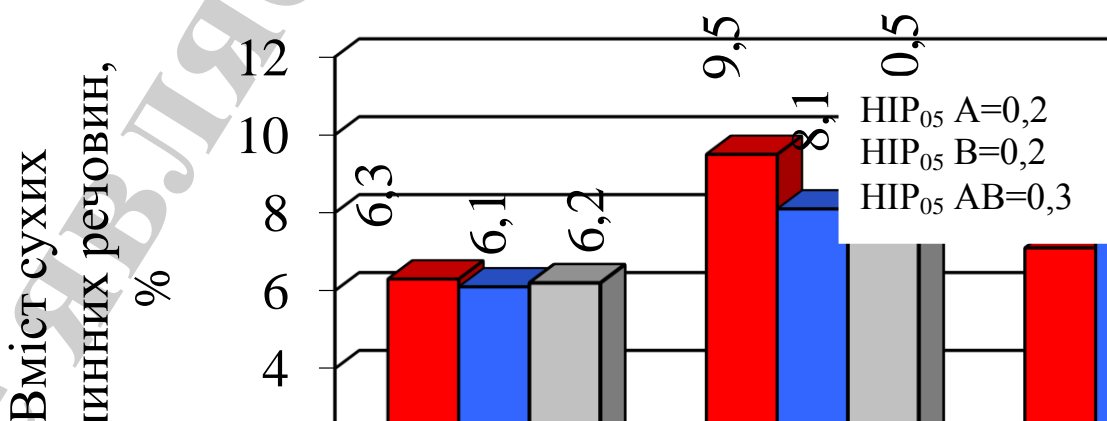


Рис. 2. Вміст сухих розчинних речовин у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, %: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>, ■ – Кул F<sub>1</sub>, ■ – Опал F<sub>1</sub>

Ми проаналізували співвідношення вмісту сухих розчинних речовин до вмісту сухих речовин у головках капусти цвітної. Коефіцієнт співвідношення складав 1,48. Вміст сухих розчинних речовин визначається експрес аналізом на рефрактометрі. Таким чином, враховуючи коефіцієнт можна швидко визначити вміст сухих речовин у головках капусти, що має практичне значення.

Розроблено рівняння регресії, за яким можна прогнозувати вміст сухих речовин у головках капусти залежно від вмісту сухих розчинних речовин.

$$y=0,267x^2-2,803x+16,7,$$

де  $y$  – вміст сухих речовин, %;  $x$  – вміст сухих розчинних речовин, %.

Коефіцієнт кореляції  $R^2=0,892$ , помилка коефіцієнта кореляції – 0,173, критерій істотності коефіцієнта кореляції ( $t_{05}$ ) – 5,16, при  $\gamma=n-2=7$ ,  $t_{05}=1,65$ .

Отже, між вмістом сухих речовин та сухих розчинних речовин у капусті цвітної встановлено тісний зв'язок, який є істотний на 5 %-ному рівні значущості  $t_{05ф} > t_{05т}$ . Математична залежність може виступати основою для прийняття рішень.

Цукри є основою енергетичного обміну в рослинній клітині. Упродовж 2015–2017 рр. різниця між гібридами капусти цвітної (рис. 3). за загальним вмістом цукрів у головках була істотною ( $НІР_{05}=0,2$  %).

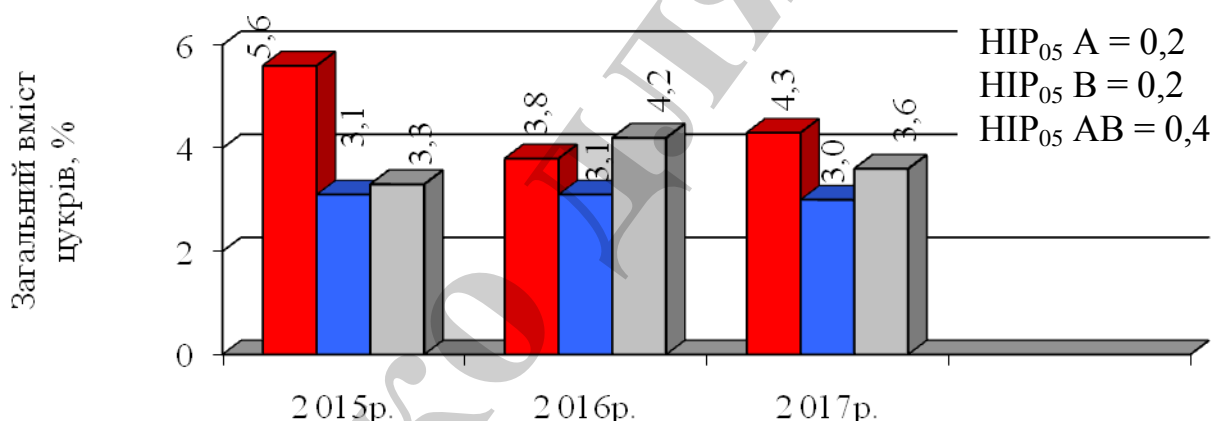


Рис. 3. Загальний вміст цукрів у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, %: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>; ■ – Кул F<sub>1</sub>; ■ – Опал F<sub>1</sub>

У середньому за роки досліджень більшим загальним вмістом цукрів характеризувався Лівінгстон F<sub>1</sub> – 4,6 %, меншим Кул F<sub>1</sub> – 3,1 %.

Дисперсійним аналізом встановлено, що 55 % впливу на загальний вміст цукрів у головках капусти цвітної чинила особливість гібрида (фактор А). Вплив умов вегетаційного періоду (фактор В) становив 4 %, сумісна дія факторів АВ – 31 %, інших факторів – 11 %.

Упродовж 2015–2017 рр. вміст редукувальних цукрів у головках капусти цвітної гібрида Лівінгстон F<sub>1</sub> коливався в межах 2,3–3,1 %, у Кул F<sub>1</sub> – 2,0–2,3 %, у Опал F<sub>1</sub> – 1,8–2,8 % (рис. 4). При цьому гібриди істотно різнились за даним показником ( $НІР_{05}=0,1$  %). Вищий вміст редукувальних цукрів виявлено у

Лівінгстон F<sub>1</sub>, що у середньому за роки досліджень становив 2,6 %. Опал F<sub>1</sub> та Кул F<sub>1</sub> мали менший вміст редукувальних цукрів – відповідно 2,4 та 2,1 %.

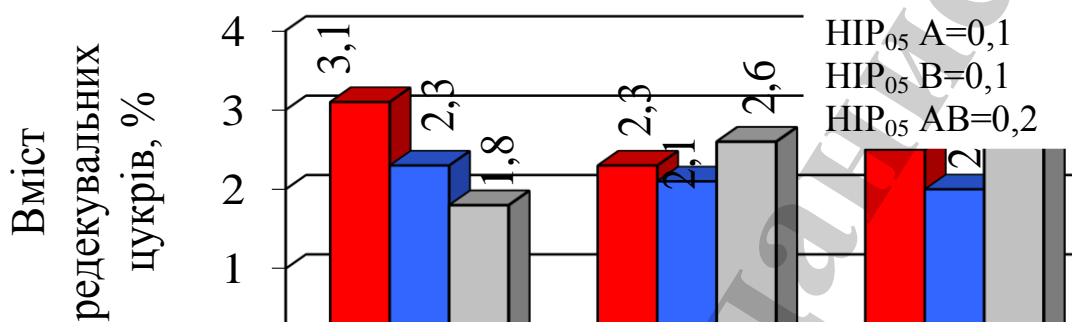


Рис. 4. Вміст редукувальних цукрів у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, %: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>; ■ – Кул F<sub>1</sub>; ■ – Опал F<sub>1</sub>

Дисперсійним аналізом встановлено, що на вміст редукувальних цукрів у головках капусти цвітної особливість гібрида (фактор А) впливала на 23 %, частка впливу умов вегетаційного періоду (фактор В) становила 1 %, сумісний вплив факторів АВ – 60 %, інших – 17 %.

Вміст сахарози у головках капусти цвітної по роках коливався у Лівінгстон F<sub>1</sub> у межах 1,4–2,4 %, у Кул F<sub>1</sub> – 0,8–1,0 %, у Опал F<sub>1</sub> – 0,7–1,7 % (рис. 5), при цьому різниця між гібридами була істотною (НІР<sub>05</sub>=0,1 %).

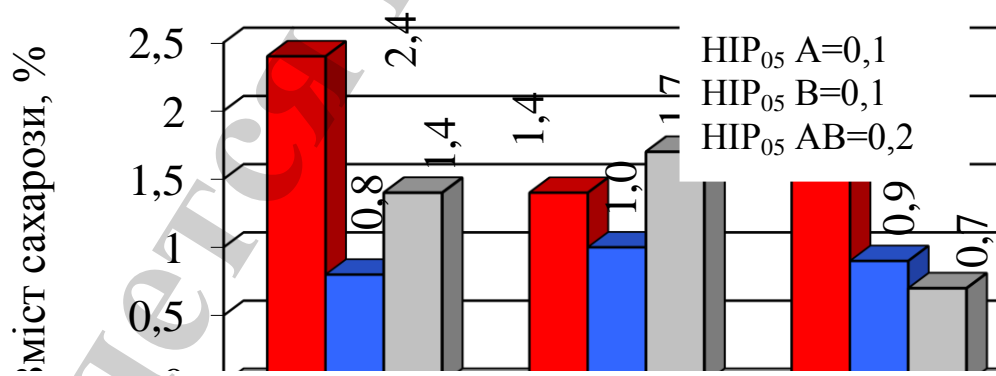


Рис. 5. Вміст сахарози у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, %: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>, ■ – Кул F<sub>1</sub>; ■ – Опал F<sub>1</sub>

Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) на 47 % впливала на вміст сахарози у головках капусти цвітної, 10 % впливу чинили умови вегетаційного періоду (фактор В); сукупна дія факторів АВ становила 28 %, інші фактори впливали на 14 %.

Більша кількість аскорбінової кислоти в головках капусти цвітної була у Кул F<sub>1</sub>, по роках її вміст коливався від 147,1 до 232,3 мг/100 г (рис. 6).



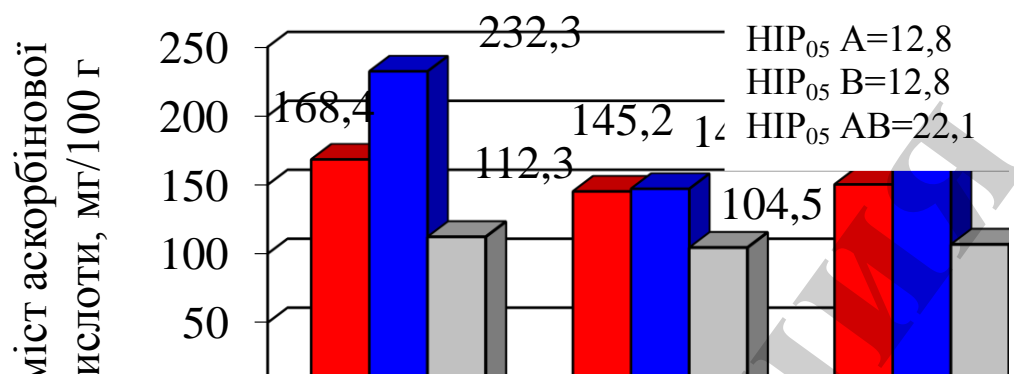


Рис. 6. Вміст аскорбінової кислоти у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної, мг/100 г: ■ – Лівінгстон F<sub>1</sub>; ■ – Кул F<sub>1</sub>; ■ – Опал F<sub>1</sub>

Слід відмітити, що у ранньостиглих гібридів вищим даний показник був у 2015 р., погодні умови якого у період досягання головок були менш посушливі порівняно з іншими. У середньому за роки досліджень більший вміст аскорбінової кислоти був у гібрида Кул F<sub>1</sub> – 184,6 мг/100 г, у Лівінгстон F<sub>1</sub> та Опал F<sub>1</sub> – відповідно на 30,0 та 76,7 мг/100 г менше. Дисперсійним аналізом встановлено, що вміст аскорбінової кислоти у головках капусти цвітної на 56 % залежав від особливостей гібрида (фактор А), на 15 % – від умов вегетаційного періоду (фактор В), сумісна дія факторів АВ впливала на 11 %, інші фактори – на 19 %.

## 5.2. Порівняльна оцінка гібридів капусти цвітної за поживною цінністю.

У середньому за роки досліджень сухих речовин у головках гібридів капусти цвітної накопичувалося 9,9–12,5 %. Більший вміст сухих речовин був у гібридів Лівінгстон F<sub>1</sub> та Опал F<sub>1</sub>: 12,5 і 11,9 % відповідно; менший у Кул F<sub>1</sub> – 9,9 %.

Сухих розчинних речовин у головках ранньостиглих гібридів капусти цвітної накопичувалося 7,2–8,3 % залежно від гібрида: більший вміст у Опал F<sub>1</sub> – 8,3 %, менший у Кул F<sub>1</sub> – 7,2 %.

Установлено, що вміст сухих речовин у головках капусти цвітної залежить на 10 % від особливостей гібрида, на 77 % від погодних умов вегетаційного періода.

Загальний вміст цукрів у гібридів коливався: у Лівінгстон F<sub>1</sub> був у межах 3,8–5,6 %, у Опал F<sub>1</sub> – 3,3–4,2 %, у Кул F<sub>1</sub> – 3,0–3,1 %.

У середньому за 2015–2017 рр. у головках Лівінгстон F<sub>1</sub> містилося сахарози 1,8 %, що більше на 0,5 та 0,9 % від показників Опал F<sub>1</sub> та Кул F<sub>1</sub> відповідно.

Істотно менше ( $NIP_{05}=12,8$  мг/100 г) аскорбінової кислоти накопичував гібрид Лівінгстон F<sub>1</sub> – 145,2 – 168,4 мг/100 г та Опал F<sub>1</sub> – 104,5–112,3 мг/100 г.

Отже, серед досліджуваних гібридів капусти цвітної за вмістом сухих речовин, цукрі, сахарози переважав гібрид Лівінгстон F<sub>1</sub>, дещо відрізнявся Опал F<sub>1</sub>.

## 6. Обговорення результатів дослідження формування поживної цінності капусти цвітної

Формування компонентів хімічного складу капусти цвітної в 2015–2017 рр. відбувалося в межах таких показників термічних ресурсів вегетаційного періоду: середньодобова температура – 20,5...21,1 °С, сума температур – 2490,5–2560,5 °С, сума опадів – 97,5–279,5 мм, ГТК=0,4–1,1, відносна вологість повітря – 26–52 %.

Проведено кореляційний аналіз залежності впливу погодних умов вегетаційного періоду на вміст компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти цвітної. Встановлено, що вміст сухих речовин у гібридів Лівінгстон F<sub>1</sub> та Опал F<sub>1</sub> мав сильний обернений зв'язок із вологістю повітря у період формування головки:  $r=-0,89...-0,93$ , прямий середній зв'язок із середньодобовою температурою повітря і сумою активних температур, а також сильні прямі зв'язки із сумою опадів та ГТК вегетаційного періоду.

Вміст сухих речовин у головках гібрида Кул F<sub>1</sub> мав сильний прямий зв'язок із вологістю повітря в період їх формування ( $r=0,99$ ) та сильну обернену залежність від решти показників вегетаційного періоду:  $r=-0,76...-0,91$ .

Вміст сухих розчинних речовин у головках капусти цвітної мав сильний обернений зв'язок із вологістю повітря:  $r=-0,78...-0,97$ . У гібридів Лівінгстон F<sub>1</sub> та Опал F<sub>1</sub> відмічено сильну пряму залежність між даним показником і сумою опадів та ГТК вегетаційного періоду. Вміст сухих розчинних речовин у Лівінгстон F<sub>1</sub> мав зв'язок середньої сили із середньодобовою температурою повітря і сумою активних температур за вегетаційний період:  $r=0,63$  і  $0,58$  відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції ( $r$ ) між вмістом компонентів хімічного складу головок капусти цвітної та умовами вегетаційного періоду

Показник	Гібрид	Сухі речовини, %	Сухі розчинні речовини, %	Загальний вміст цукрів, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г
ГТК	Лівінгстон F <sub>1</sub>	0,62	0,78	-0,35	-0,30
	Кул F <sub>1</sub>	-0,90	-0,48	-0,80	-0,99
	Опал F <sub>1</sub>	0,69	0,58	0,71	-0,36
$\Sigma_{\text{акт}} t > 10$ °С	Лівінгстон F <sub>1</sub>	0,45	0,63	-0,15	-0,17
	Кул F <sub>1</sub>	-0,80	0,23	0,92	-0,20
	Опал F <sub>1</sub>	0,53	0,41	0,56	-0,17
Сума опадів, мм	Лівінгстон F <sub>1</sub>	0,62	0,78	-0,35	-0,30
	Кул F <sub>1</sub>	-0,91	0,42	0,82	-0,39
	Опал F <sub>1</sub>	0,69	0,58	0,72	-0,37
Вологість повітря, %	Лівінгстон F <sub>1</sub>	-0,89	-0,97	0,71	0,67
	Кул F <sub>1</sub>	0,99	-0,78	-0,50	0,75
	Опал F <sub>1</sub>	-0,93	-0,87	-0,94	0,73

Серед. добова $t$ , °C	Лівінгстон F <sub>1</sub>	0,38	0,58	-0,80	-0,20
	Кул F <sub>1</sub>	-0,76	0,16	0,94	-0,13
	Опал F <sub>1</sub>	0,47	0,34	0,50	-0,1

Загальний вміст цукрів у головках гібрида Кул F<sub>1</sub> мав сильну пряму залежність від середньодобової температури повітря та суми активних температур за вегетаційний період ( $r=0,92\dots0,94$ ). У гібрида Лівінгстон F<sub>1</sub> виявлено сильну пряму залежність між загальним вмістом цукрів і вологістю повітря у період формування головок ( $r=0,71$ ). Інші гібриди мали обернену залежність від даного показника: Опал F<sub>1</sub> – сильну, Кул F<sub>1</sub> – середньої сили. Вміст аскорбінової кислоти мав сильну пряму залежність від вологості повітря в період формування головки ( $r=0,67\dots0,75$ ). З іншими погодними показниками зв'язок був слабкий (табл. 1). Аналогічні спостереження проводили деякі вчені з іншими овочевими культурами. Температури вище 30 °C пригнічують нормальне досягання овочів. Так, у плодів томата спостерігається недостатній розвиток кольору, розм'якшення, підвищення інтенсивності дихання і продукування етилену. Відомо, що температурні максимуми вегетації близько 40 °C викликають метаболічні розлади в плодах томатів і сприяють розвитку грибкових і бактеріальних хвороб під час зберігання. Найвими симптомами термічних опіків томатів є жовтувато-білі плями на поверхні плодів [20]. Високі температури вегетації також призводять до появи сонячних опіків та в'янення плодів перцю [14]. Підвищені температури під час вегетації впливають і на визначальні показники якості овочів. Титрована кислотність на 20 % підвищується, а вміст сухих розчинних речовин на 10 % знижується у тих томатів, що знаходилися під впливом прямих сонячних променів [20]. Сонячна радіація і температура мають великий вплив на накопичення цукрів. За нормальних умов вирощування важко відокремити дію цих факторів. Більш високі температури (від 26 до 30 °C) призводять до зростання кількості цукрів у процесі формування плодів. Підвищення температури за декілька днів до збору врожаю іноді знижує вміст цукрів, імовірно, через зростання дихання за більш високої температури [21, 22].

Накопичення цукрів у капусті брюссельській також пригнічується високими температурами повітря. Більш того, овочеві культури, що вирощені за високих температур у період досягання, більш сприйнятливі до фізіологічних розладів під час зберігання [23].

В умовах стресової підвищеної температури томати формують плоди з більшим вмістом фенольних сполук, вітаміну С, калію, магнію, цукрі. За таких умов мають вищу антиоксидантну активність, але характеризуються нижчим рівнем лікопіну, відповідального за червоний колір томатів [24].

Проте, нижчі температури вирощування сприятливо позначаються на забарвленні шкірки огірків. Плоди, вирощені за середньої температури повітря 23 °C (зимовий сезон) мали темніше забарвлення шкірки, ніж плоди вирощені при 28 °C (весняний сезон) [25]. Такі результати автори пояснюють тим, що критичною температурою для деградації хлорофілу є 28 °C, що сприяє втраті зеленого забарвлення. Огірки вирощені впродовж зимового сезону мали на 0,2–0,4 % більшу кількість сухих розчинних речовин. Багато досліджень вказують,

що сприятливий вплив на збільшення концентрації аскорбінової кислоти мають саме низькі температури.

Низькі стресові температури посилюють синтез аскорбінової кислоти у перці [26]. Низькі температури також можуть безпосередньо впливати на органолептичні властивості овочів. Перець, вирощений за температур нижче 17 °С, характеризується плодами меншого розміру і підвищеним рівнем ризику розвитку сірої гнилі. Низькі температури призводять до появи викривлених огірків і спотвореної форми перців [27]. Встановлено, що огірки вирощені за низьких температур частіше мають гіркий смак. Це відбувається через прискорення синтезу білків і високої активності НМГСоА редуктази, що провокує синтез кукурбітацинів, відповідальних за появу гіркового смаку [28.].

Одже, кожна рослина потребує визначення тривалості вегетаційного періоду, а на окремих етапах розвитку – визначення кількості днів з температурою, вищою від мінімуму.

Проте, дослідження проводилося в обмежаних межах середньодобової температури – 20,5...21,1 °С, суми активних температур вище 10 °С – 2490,5–2560,5 °С, суми опадів за вегетаційний період – 97,5–279,5 мм, ГТК=0,4–1,1.

Подальшими перспективними напрямками дослідження є науковий підхід до програмування урожаю капусти цвітної з заданими показниками якості. Передумовою є комплексне урахування усіх факторів та умов життя рослин для кожної конкретної території з урахуванням співвідношення екологічних факторів.

## 7. Висновки

1. У результаті досліджень визначено, ріст і розвиток ранньостиглих гібридів капусти цвітної відбувається в межах середньодобової температури – 20,5...21,1 °С, суми активних температур вище 10 °С – 2490,5–2560,5 °С, суми опадів за вегетаційний період – 97,5–279,5 мм, ГТК=0,4–1,1.

Вміст сухих речовин у головках ранньостиглих гібридів має сильний обернений зв'язок із вологістю повітря у період формування головки:  $r=-0,89...-0,93$ , а також сильні прямі зв'язки із сумою опадів та ГТК вегетаційного періоду. Вміст сухих розчинних речовин мав сильний обернений зв'язок із вологістю повітря:  $r=-0,78...-0,97$ .

2. У середньому за роки досліджень більший вміст сухих речовин відмічено у гібридів Лівінгстон F<sub>1</sub> та Опал F<sub>1</sub>: відповідно 12,5 і 11,9 %. Сухих розчинних речовин більше містив Опал F<sub>1</sub> – 8,3 %. Більшим загальним вмістом цукрів характеризувався Лівінгстон F<sub>1</sub> – 4,6 %. Вищий вміст аскорбінової кислоти був у гібрида Кул F<sub>1</sub> – 184,6 мг/100 г.

## Література

1. Дидів О., Дидів І., Дидів А. Комерційна культура броколі // Овощеводство. 2018. № 3. URL: <http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201803/article/1695/>
2. Мухин В. Без капусти щи не густы. Путеводитель по видам капусти // Сад и огород. 2003. № 4. С. 17–19.

3. Лебедева А. Спаржевая капуста – брокколи // Сад и огород. 2003. № 5. С. 2–4.
4. Клименко К. Вирощуємо цвітну капусту // Агроогляд. 2005. № 5. С. 20–21.
5. Європу очікує найсильніша за 40 років “овочева криза”. URL: <http://nk.org.ua/ekonomika/evropu-ochikue-naysilnisha-za-40-rokiv-ovocheva-kriza-157422>
6. Бондарева Л. Л. Новые сорта и гетерозисные гибриды капусты селекции ВНИИССОК // Овощи России. 2013. № 3. С. 32–33. doi: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-3-32-33>
7. Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks / Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A., İbanoğlu E., İbanoğlu Ş. // Journal of Food Engineering. 2008. Vol. 87, Issue 4. P. 554–563. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.01.009>
8. Жученко А. А. Биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2009. № 3. С. 8–12.
9. Причко Т. Г., Чалая Л. Д. Формирование качественных показателей плодов яблони в зависимости от погодных условий периода вегетации // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 13 (1). С. 91–99. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/12/01/10.pdf>
10. Непорожная Е. Неженка среди капуст // Овощеводство. 2018. № 3. URL: <http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201803/article/1692/>
11. Забара Л. Ю. Способы выращивания рассады ранней капусты // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2006. № 1. С. 20–21.
12. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Екологічна стабільність гібридів капусти броколі // Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання. 2015. № 1. С. 15–20.
13. Иванова М. И., Ковылин В. М. Пищевая ценность и качество сортов цветной капусты и брокколи // Картофель и овощи. 2000. № 2. С. 10–11.
14. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review / Moretti C. L., Mattos L. M., Calbo A. G., Sargent S. A. // Food Research International. 2010. Vol. 43, Issue 7. P. 1824–1832. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.10.013>
15. Isidoro N., Almeida D. P. F.  $\alpha$ -Farnesene, conjugated trienols, and superficial scald in ‘Rocha’ pear as affected by 1-methylcyclopropene and diphenylamine // Postharvest Biology and Technology. 2006. Vol. 42, Issue 1. P. 49–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.05.003>
16. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Вплив погодних умов на формування вмісту основних компонентів хімічного складу плодів овочів // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Вип. 81 (1). С. 144–149.
17. Янчук Т. В., Макаркина М. А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление сахаров и органических кислот в ягодах смородины черной // Современное садоводство. 2014. № 2. С. 62–69. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/2/25.pdf>

18. Effects of fertilization and climatic factors in a long-term experiment with blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cv. Ben Tron / Opstad N., Nes A., Måge F., Hageberg B. // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2007. Vol. 57, Issue 4. P. 313–321. doi: <https://doi.org/10.1080/09064710600984171>
19. Effects of Latitude and Weather Conditions on Contents of Sugars, Fruit Acids, and Ascorbic Acid in Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Juice / Zheng J., Yang B., Tuomasjukka S., Ou S., Kallio H. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57, Issue 7. P. 2977–2987. doi: <https://doi.org/10.1021/jf8034513>
20. Getinet H., Seyoum T., Woldetsadik K. The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes // *Journal of Food Engineering*. 2008. Vol. 87, Issue 4. P. 467–478. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.031>
21. Beckles D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit // *Postharvest Biology and Technology*. 2012. Vol. 63, Issue 1. P. 129–140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.05.016>
22. How Does Tomato Quality (Sugar, Acid, and Nutritional Quality) Vary with Ripening Stage, Temperature, and Irradiance? / Gautier H., Diakou-Verdin V., Bénard C., Reich M., Buret M., Bourgaud F. et. al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56, Issue 4. P. 1241–1256. doi: <https://doi.org/10.1021/jf072196t>
23. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Екологічні умови вирощування капусти брюссельської // *World Science*. 2018. Т. 2, № 1 (29). С. 4–9.
24. The effect of environmental conditions on nutritional quality of cherry tomato fruits: evaluation of two experimental Mediterranean greenhouses / Rosales M. A., Cervilla L. M., Sánchez-Rodríguez E., Rubio-Wilhelmi M. del M., Blasco B., Ríos J. J. et. al. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 91, Issue 1. P. 152–162. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4166>
25. Gómez-López M. D., Fernández-Trujillo J. P., Baille A. Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons // *Scientia Horticulturae*. 2006. Vol. 110, Issue 1. P. 68–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.021>
26. Metabolism of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under low temperature stress / Airaki M., Leterrier M., Mateos R. M., Valderrama R., Chaki M., Barroso J. B. et. al. // *Plant, Cell & Environment*. 2011. Vol. 35, Issue 2. P. 281–295. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02310.x>
27. Hodges D. M., Toivonen P. M. A. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress // *Postharvest Biology and Technology*. 2008. Vol. 48, Issue 2. P. 155–162. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.10.016>
28. Kano Y., Goto H. Relationship between the occurrence of bitter fruit in cucumber (*Cucumis sativus* L.) and the contents of total nitrogen, amino acid nitrogen, protein and HMG-CoA reductase activity // *Scientia Horticulturae*. 2003. Vol. 98, Issue 1. P. 1–8. doi: [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(02\)00223-6](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(02)00223-6)