

Jan Cimanowski

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

Kierunki zmian w systemie sygnalizacji infekcji jabłoni przez parcha *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh.

Parch jabłoni *Venturia inaequalis* należy do najważniejszych chorób i występuje wszędzie tam, gdzie są uprawiane jabłonie. Wiele odmian jabłoni wykazuje odporność na parcha; jednak spośród powszechnie uprawianych wszystkie są umiarkowanie lub silnie wrażliwe na tę chorobę [1]. Efektywna ochrona jabłoni przed parchem wymaga w naszych warunkach klimatycznych częstych opryskiwań, praktycznie od momentu pęknięcia pąków do końca uwolnienia się askospor z pseudotecji. Jeśli w tym okresie zabiegi są skuteczne, wówczas można ograniczyć liczbę opryskiwań w fazie infekcji wtórnej. Przeciętnie w naszych warunkach klimatycznych wymaganych jest od 8 do 12 opryskiwań. Ogromnym osiągnięciem w dziedzinie walki z parchem i w rozwoju fitopatologii było opracowanie zasad sygnalizacji uwzględniających terminy infekcji jabłoni przez grzyb [15].

Pierwsze badania nad określeniem warunków infekcji rozpoczęli Keitt i Jones [14] w 1919 roku na Uniwersytecie Wisconsin, a wyniki opublikowali w 1926 roku [14]. Podobne prace podjął Mills w 1924 roku na Uniwersytecie Cornell w stanie Nowy Jork [15]. Swoje pierwsze badania rozpoczął od weryfikacji wyników uzyskanych przez Keitta i Jonesa [14], którzy określali warunki infekcji liści jabłoni przez zarodniki workowe *Venturia inaequalis* przy użyciu kamery wilgotnościowej i zmieniającej się temperaturze od 6° do 26°C. Po wieloletnich badaniach i ścisłych obserwacjach prowadzonych w sadach, współpracując z wieloma osobami, opracował Mills w roku 1937 pierwszą tabelę. Posługiwał się nią jako precyzyjną instrukcją pozwalającą wyznaczyć terminy zakażeń przez grzyb [15]. Dane Millsa różniły się od wyników badań uzyskanych w Wisconsin. Według Millsa askospory wymagały 1,5 raza dłuższego zwilżenia niż to podawali Keitt i Jones w wypadku infekcji słabej, 2 i 3 razy dłuższy okres zwilżenia liści był wymagany w porównaniu z danymi z kamery wilgotnościowej dla uzyskania średniej i silnej infekcji liści jabłoni przez *V. inaequalis* [14, 20]. W roku 1944 ukazał się biuletyn, w którym zostały zamieszczone kryteria wyznaczania okresów krytycznych w postaci krzywej [15]. Dane z wyników badań Millsa przedstawił również John Van Geluwe w 1948 roku w postaci okrągłych

Tabela 1. Tabela Millsa

Średnia temperatura [°C]	Długość okresu w godzinach (zwilżenia liści i odpowiedniej wilgotności względnej powietrza) niezbędnego do wystąpienia infekcji o nasileniu		
	słabym	średnim	silnym
0,5–5		ponad dwa dni	
6	25	34	51
7	21	28	42
8	19	25	38
9	15	20	20
10	14	19	30
11	12	18	26
12	11,5	16	24
13	11	16	24
14	10	14	22
15	10	13	21
16	9	13	29
17–24	9	12	18
25	11	14	21
25,5	13	17	26

tarcz [15]. Ostatnia wersja Tabeli Millsa została wydrukowana w Biuletynie Uniwersytetu Cornell w 1951 roku [20]. O ile wiadomo, Mills od tego czasu nie wniósł już żadnych poprawek do swojej Tabeli [15].

Mills i La Plante – podając warunki infekcji – przyjęli, że do infekcji zarodnikami konidialnymi jest potrzebny czas zwilżenia liści o 1/3 krótszy niż do infekcji zarodnikami workowymi [20]. Odnośnie ciągłości zwilżenia liści Mills i La Plante stwierdzili, że ciągłość zwilżenia nie jest konieczna [20]. Prace Roosje [27, 28] i Moore'a [21] podważyły słuszność ustaleń Millsa odnośnie krótszego czasu zwilżenia liści w przypadku infekcji dokonywanych przez zarodniki konidialne *V. inaequalis*, natomiast MacHardy i Gadoury [16] uznali, że wymagają one o 3 godziny dłuższego okresu zwilżenia od zarodników workowych. Mancini i Cotronea [19] – prowadząc badania w latach 1979–1988 – ustalili, że infekcja przez *V. inaequalis* wymaga krótszego czasu zwilżenia liści, niż podaje Mills, w wypadku temperatury poniżej 15°C. Badacz belgijski Roosje [27] wykazał, że przerwa między jednym a drugim zwilżeniem, wynosząca od 8 do 15 godzin, wpływa na zmniejszenie stopnia nasilenia infekcji, ale jej nie redukuje. Według Preec i Smitha [25] infekcja jabłoni przez grzyb może wystąpić nie tylko w przypadku ciągłości zwilżenia, lecz wówczas – gdy po ciągłym zwilżeniu wilgotność względna powietrza utrzymuje się na poziomie 90% lub powyżej. Potwierdzili to również inni badacze [13, 22]. MacHardy i Gadoury [16]

uważają, że okres zwilżenia brany pod uwagę przy wyznaczaniu okresu krytycznego powinien być naliczany tylko w godzinach dziennych od 7 do 18. Nocne zwilżenie liści nie powinno być brane pod uwagę po rozpoczęciu opadu. Autorzy stwierdzili mały lub brak wysiewu askospor w godzinach nocnych. Ta zasada według badaczy nie odnosi się do zarodników konidialnych grzyba [16]. Badania polskie i włoskie nie potwierdziły powyższych ustaleń [5, 19].

MacHardy i Gadoury [16], MacHardy i Jeger [18], Oberhofer [23], Olivier [24] uważają, że dodatkowo – obok średniej temperatury i czasu zwilżenia liści – przy określaniu infekcji i przewidywanego stopnia jej nasilenia powinno się uwzględniać także takie parametry, jak gęstość inokulum, wrażliwość odmian, stan rozwojowy drzew. Bühler i Gessler [4], uwzględniając powyższe przesłanki, uzyskali istotną redukcję liczby opryskiwań w zwalczaniu parcha jabłoni przy zachowaniu poprawnej skuteczności ochrony. Zdaniem MacHardy'ego [17], w wypadku gdy liczba ascospor nie przekracza 600 w przeliczeniu na m² powierzchni sadu, można pominąć 1–3 początkowych okresów krytycznych przy planowaniu zabiegów ochrony. Van der Sheer [32] wykazał, że powyższy system, zwany systemem PAD^{*}, nie wszędzie zdaje egzamin, a to ze względu na możliwość wystąpienia źródeł infekcji w sąsiednich sadach. System Millsa zyskał szczególnie na znaczeniu, kiedy Hamilton [8] oraz Hamilton i in. [10] ustalili, że pewne fungicydy stosowane w kilka godzin po infekcji mogły skutecznie zwalczać chorobę. Wyniki badań Millsa zostały wzbogacone o informacje z prac prowadzonych przez Hamiltona i Szkolnika [9, 10, 11, 12, 33, 34, 35].

Mills i La Plante [20] podawali identyczne kryteria odnośnie temperatury i czasu zwilżenia niezbędne do infekcji liści i owoców przez grzyb *V. inaequalis*. Badania Bratleya przeprowadzone w latach trzydziestych [2], a Folsona i Ayersa jeszcze w latach dwudziestych [6] dostarczyły informacji, które potwierdzili Schwabe i Mathee [29], że do infekcji dojrzałych owoców przez *V. inaequalis* niezbędny jest długotrwały okres zwilżenia w późniejszym okresie lata. Tomerlin i Jones [36] wykazali również, że w miarę dojrzewania jabłek warunki temperatury i zwilżenia, które wystarczają do infekcji liści przez grzyb, często nie spełniają kryteriów niezbędnych do infekcji owoców. Schwabe [31] ustalił, że dla zaistnienia słabej, średniej i silnej infekcji odpowiednio dojrzałych jabłek odmiany Granny Smith indeks infekcji (czas zwilżenia owoców w godz. × średnia temperatura) musi wynieść odpowiednio 44–600, 600–1000 i powyżej 1000.

Do wystąpienia infekcji owoców te wymagania są znacznie wyższe niż w wypadku liści. Schwabe i in. [30] dowiedli, że w miarę rozwijania się owoców, ich podatność na zakażenie przez *V. inaequalis* zmniejsza się (tab. 2), co można wykorzystać w celu lepszej ochrony jabłoni przed parchem. Strategia ochrony, która uwzględnia wrażli-

* Potential Ascospore Dose (potencjalna dawka askospor).

Tabela 2. Wymagany indeks infekcji przez *V. inaequalis* w zależności od wieku jabłek

Wiek owoców w tygodniach	Minimalny indeks infekcji*
1	120
2	155
3	192
4	227
5	260
6	289
7	312
8	338
9	357
10	370
11	393
12	407
13	425
14	443
15	455
16	475
17	484
18	497
19	512
20	525
21	545
22	557
23	570
24	580
25	590

* Iloczyn czasu zwilżenia (w godz.) i średniej temperatury (°C).

wość owoców, może dać znacznie lepsze efekty ochrony i pozwolić na istotne zmniejszenie zużycia fungicydów w porównaniu z dotychczasowym systemem ochrony [30]. W rejonach, gdzie ten system walki z parchem jest stosowany (sady w południowej Afryce, rejon Michigan w USA), uzyskuje się bardzo wysoką skuteczność walki z chorobą przy jednoczesnym ograniczeniu liczby zabiegów w drugiej połowie lata. Autorzy ustalili, że w wypadku infekcji owoców przerwa w ciągłości zwilżenia może dochodzić nawet do 32 godzin, co wpływa na zmniejszenie stopnia nasilenia choroby, lecz jej nie eliminuje [30].

Niektórzy uważają, że Tabela Millsa wskazuje jedynie na warunki, które mogą sprzyjać infekcji liści lub owoców jabłoni przez *V. inaequalis*. Ten system nie

uwzględnia aktualnego stanu rośliny gospodarza i patogenu [16, 18, 23, 24, 38]. Zdaniem Triloffa [38] w warunkach Południowego Tyrolu system Millsa wykazuje znaczną "nadgorliwość", bo tylko 20% stwierdzonych według Tabeli Millsa okresów krytycznych objawia się potem chorobą [36]. W systemie Triloffa [38] do poprawnego określenia infekcji, obok warunków atmosferycznych, do których zalicza się temperaturę i wilgotność względną powietrza, czas zwilżenia liści, wielkość opadów, intensywność promieniowania oraz szybkość wiatru, bierze się pod uwagę stan patogenu i rośliny gospodarza.

Wyznaczenie okresów krytycznych oparte jest na krzywej MacHardy'ego [16] przy uwzględnieniu dnia i nocy. Ponadto rejestruje się wysiew zarodników workowych grzyba w czasie opadów. Na roślinie gospodarza dokonuje się pomiaru intensywności wzrostu liści 2 razy w tygodniu. Według tego systemu o potrzebie opryskiwania jabłoni decydują nie tylko warunki potrzebne do infekcji, lecz również obecność inokulum i przyrost nowej powierzchni liści.

Zdaniem autora system, poza zaletami, ma również wiele wad. Nie nadaje się bowiem do stosowania w tych sadach, gdzie są dobre warunki przezimowania i obfite źródło zarodników konidialnych.

Aktualnie system uwzględnia stosowanie prawie wyłącznie fungicydów o właściwościach działania interwencyjnego, do których w większości należą preparaty z grup IBE – co stwarza ryzyko powstawania odporności grzyba. Autorzy systemu uważają za niezbędne opracowanie metody prognozowania wysiewu zarodników workowych, co pozwoli na większe wykorzystanie fungicydów o działaniu zapobiegawczym.

System Trapmana [37] zaś został oparty na modelu, który symuluje warunki infekcji i przebieg epidemii parcha jabłoni. Został on opracowany na podstawie informacji zaczerpniętych z piśmiennictwa i dyskusji z ekspertami. Program w obecnym kształcie symuluje dojrzewanie i uwalnianie się zarodników workowych, rozwój plam parcha na liściach, liczbę zdolnych do infekcji zarodników docierających do rośliny gospodarza. Ponadto program uwzględnia warunki meteorologiczne, niezbędne do zaistnienia infekcji.

Końcowym efektem pomiaru jest RIM (Relative Infection Measure), czyli wymiar względnej infekcji, którą autor przedstawia w formie liczby. Gdy suma z 3 kolejnych dni przekroczy 250, należy wykonać opryskiwanie [7].

Trapman [37] – porównując efektywność systemu RIM z systemem Millsa – stwierdził ogromną przewagę na korzyść modelu symulacyjnego. Według RIM wystarczyły 3 opryskiwania w fazie infekcji pierwotnej, według Millsa zaś trzeba było wykonać 9 opryskiwań, uzyskując podobną efektywność ochrony. Jednak – znając zasady posługiwania się systemem Millsa – wiadomo, że nie zachodzi potrzeba wykonywania opryskiwania po każdym stwierdzonym okresie krytycznym [26].

System VentemTM został opracowany przez Butta i XU [3] w East Malling w Wielkiej Brytanii w roku 1992. W systemie tym, podobnie do wyżej prezentowanych, uwzględnia się warunki pogodowe, wrażliwość odmian i stan rozwojowy oraz aktyw-

ność patogenu. Zdaniem autorów system ten ułatwia podjęcie rozważnej decyzji dostosowanej do specyfiki gospodarstwa sadowniczego, nawet w odniesieniu do poszczególnych kwater. VentemTM współpracuje z komputerem IBM^R i komputerem osobistym AT.

Kryteria uwzględniane w tym systemie różnią się od kryteriów Millsa i zrewidowanej wersji MacHardy i Gadoury [16]. Przy określaniu warunków infekcji uwzględnia się wilgotność względną powietrza, opad i długość zwilżenia powierzchni. Określona ilość opadu według systemu powoduje rozsiew askospor czy też zarodników konidialnych grzyba i zakłada ich natychmiastowe osadzanie się na liściach jabłoni. Proces infekcji rozpoczyna się natychmiast po osadzeniu się zarodników i jest symulowany oddzielnie dla askospor i konidii. Śmiertelność zarodników występuje wtedy, gdy następuje przerwa w zwilżeniu. Model infekcji określa efektywność infekcji (IE), czyli procent zarodników zdolnych do zakażenia. VentemTM przekształca każdą wartość IE na nasilenie parcha poprzez uwzględnianie wrażliwości odmiany, zasobności inokulum (askospor lub konidia). Nasilenie parcha prognozowane przez model jest specyficzne, uwzględniające indywidualne cechy sadu.

Zalety systemu VentemTM są następujące:

1. Jest on dynamiczny i symuluje wiele stadiów procesu zakażenia, począwszy od osadzania się zarodników do ustalenia pasożytniczej zależności.
2. Uwzględnia stopień infekcji zależny od czynników pogodowych.
3. Przyjmuje, że jednoczesna infekcja askosporami i konidiami jest możliwa.
4. Model przewiduje różny stopień infekcji askosporami i konidiami.
5. Przy przewidywaniu stopnia nasilenia choroby uwzględnia nie tylko warunki infekcji, ale indywidualne cechy sadu (kwater).

Początkowo model VentemTM uwzględniał tylko infekcję liści, zaś najnowsza wersja tego modelu – oprócz prognozy infekcji liści – we wtórnym okresie zakażenia określa warunki infekcji owoców, wykorzystując dane opracowane przez Schwabe i innych [30]. Jak podają autorzy, VentemTM jest szczególnie przydatny w okresie wczesnej wiosny, gdyż rejestruje terminy zakażeń przez *V. inaequalis*, nie uwzględnianych w wypadku stosowania kryteriów Millsa [3].

Podsumowanie

Podsumowując dotychczasowy dorobek w dziedzinie sygnalizacji terminów zakażeń jabłoni przez *V. inaequalis*, należy stwierdzić, że sygnalizacja od momentu jej wprowadzenia do praktyki do chwili obecnej odgrywa znaczącą rolę w dziedzinie ochrony sadów przed parchem jabłoni.

Rozwój chemii (fungicydów), wprowadzenie do produkcji coraz lepszych preparatów o działaniu interwencyjnym czyni sygnalizację użyteczniejszą.

Zdaniem autora niniejszego opracowania, szczególnie użytecznym i podstawowym systemem sygnalizacji pozostaje nadal powszechnie używany na świecie system Millsa, który w miarę doskonalenia techniki badawczej powinien być stale modyfikowany i uzupełniany [30].

Znaczącym osiągnięciem badawczym są nowe systemy sygnalizacji (VentemTM, Trapmana czy Triloffa) oraz wiele innych modeli. Wszystkie one opierają się na podobnych kryteriach, które opracował Mills, uzupełnionych o dodatkowe, które powinny być brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o konieczności wykonania opryskiwań. Do tych dodatkowych kryteriów można zaliczyć przede wszystkim obecność źródła zakażeń, stan rozwojowy rośliny gospodarza, jego wrażliwość na chorobę.

Kończąc trzeba zwrócić uwagę na fakt, że każda nowa propozycja metody sygnalizacji wymaga wieloletnich skrupulatnych badań celem sprawdzenia w naszych warunkach.

Literatura

- [1] Agrios G.N. 1988. *Plant Pathology*, Academic Press. INC, San Diego, London.
- [2] Bratley C.O. 1937. Incidence and development of apple scab on fruit during the late summer and while in storage. *U.S. Dept Agri. Tech. Bull.* 563: 45.
- [3] Butt D.J., Xu X.M. 1994. VentemTM – a computerised apple scab warning system for use on farms. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement No. 17: 247–251.
- [4] Bühler M., Gessler C. 1994. First experiences with an improved apple scab control strategy. *Norwegian Journal Agricultural Sciences*. Supplement No. 17: 229–240.
- [5] Ciecierski W., Cimanowski J., Bielenin A. 1995. Discharge of ascospores of *Venturia inaequalis*. *J. Fruit Ornament Plant Res.* No 2 (in print).
- [6] Folson D., Ayers T.T. 1928. Apple spraying experiments in 1926 and 1927. *Maine Agric. Exp. Sta. Bull.* 348.
- [7] Goszczyński W., Nowacka H., Hołownicki R. 1995. Skuteczność RIM — komputerowego programu sygnalizacji zagrożenia jabłoni przez parcha. Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji Ochrony Roślin Sadowniczych, Skierniewice.
- [8] Hamilton J.M. 1931. Studies of the fungicidal action of certain dusts and sprays in the control of apple scab. *Phytopathology* 21: 445–523.
- [9] Hamilton J.M., Szkolnik M. 1962. Evaluation of fungicides against apple scab powdery mildew and cherry leaf spot in 1961. *Proceedings of the Annual Meeting*. 134–145.
- [10] Hamilton J.M., Szkolnik M. 1964. Greenhouse evaluation of fruit fungicides in 1963. *Plant Dis. Rep.* 48: 285–292.
- [11] Hamilton J.M., Szkolnik M. 1965. Fruit fungicide research in 1964. *Proceedings of the Annual Meeting*. 209–219.
- [12] Hamilton J.M., Szkolnik M. 1967. Research and orchard fruit diseases and their control in 1966. *Proceedings of the Annual Meeting the NY State Hort. Soc.* 172–183.
- [13] Jones A.L., Lillevik S.L., Fisher P.D., Stebbins T.C. 1980. A micro-computer based instrument to predict primary apple scab infection periods. *Plant Dis.* 64: 69–72.
- [14] Keitt G.W., Jones L.K. 1926. Studies of the epidemiology and control of apple scab. *Wis Agric. Exp. Sta. Res Bull.* 73: 104.

- [15] Lewis F.H. 1978. Dr W.D. Mills and his system of predicting apple scab infection. Proceedings apple and pear scab workshop. Special Report No. 28.
- [16] MacHardy W.E., Gadoury D.M. 1989. A revision of Mills's criteria for predicting apple scab infection periods. *Phytopathology* 79: 304–310.
- [17] MacHardy W.E. 1994. A "PAD" action threshold: the key to integrating practices for managing apple scab. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement No 17: 75–82.
- [18] MacHardy W.E., Jeger M. 1982. Integrating control measures for the management of primary apple scab, *Venturia inaequalis* (Cke). *Wint. Prot. Ecol.* 5: 103–125.
- [19] Mancini G., Cotronea A. 1994. Revision of Mills warning system with epidemiological aspects of *Venturia inaequalis* in Piedmont Petria 4(1): 33–45.
- [20] Mills W., Plante A.A. 1951. Diseases and insects in the orchard. *Cornell Ext. Bull.* 711:21–27.
- [21] Moore M.H. 1964. Glasshouse experiments on apple scab. I. Foliage infection in relation to wet and dry periods. *Ann. Appl. Biol.* 53: 423–435.
- [22] Nowacka H., Cimanowski J. 1985. Evaluation of the methods determining critical periods in scab infection for its control. *Fruit Sci. Rep.* 12:35–39.
- [23] Oberhofer H. 1987. Practical experiences with the scab warning system. *Obstbau Weinbau* 24: 255–256.
- [24] Olivier J.M. 1984. Evolution de la lutte contre la tavelure du pommier. *Def. Veg.* 225: 22–35.
- [25] Preece T.F., Smith L.P. 1961. Apple scab infection weather in England and Wales, 1956–60. *Plant Pathology* 10: 43–51.
- [26] Program Ochrony Sadów i Jagodników Towarowych na lata 1995–1996, ISK Skierniewice.
- [27] Roosje G.S. 1955. Laboratoriumonderzoek over de biologie en de bestrijding van *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. Meded. Dir. Tuinbouw 18: 139–151.
- [28] Roosje G.S. 1963. Research on apple and pear scab in the Netherlands from 1938 until 1961. *Neth. J. Plant Pathol.* 69: 132–137.
- [29] Schwabe W.F.S., Mathee F.N. 1974. Storage scab. *Decid. Fruit Grow.* 24: 217–224.
- [30] Schwabe W.F.S., Jones A.L., Jonker J.P. 1984. Changes in the susceptibility of developing apple fruit to *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 74: 118–121.
- [31] Schwabe W.F.S. 1992. Wetting and temperature requirements for infection of mature apples by *Venturia inaequalis* in South Africa. *Ann. Depp. Biol.* 100: 415–423.
- [32] Scheer H.A., Th van der. 1994. Potential ascospore dose measurements of *Venturia inaequalis* applied to the management of primary scab in commercial apple orchards. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement No. 17: 69–73.
- [33] Szkolnik M., Hamilton J.M. 1960. Orchard and greenhouse evaluation of fungicides for control of apple scab powdery mildew and cherry leaf spot in 1959. *Proceedings of the Annual Meeting, NY S. Hort. Soc.*: 1–10.
- [34] Szkolnik M., Hamilton J.M. 1961. Evaluation of fruit fungicides for control of apple scab and cherry leaf spot. in 1960. *Proceedings of the Annual Meeting NYS Hort. Soc.*: 1–6.
- [35] Szkolnik M., Hamilton J.M. 1966. Tree fruit disease and fungicide research in 1965. *Proceedings of the Annual Meeting, NYS Hort. Soc.*: 163–174.
- [36] Tomertin J.R., Jones A.L. 1983. Development of apple scab on fruit in the orchard and during cold storage. *Plant Disease* 76: 147–150.
- [37] Trapman M. 1994. Development and evaluation of a simulation model for ascospore infections of *Venturia inaequalis*. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement No. 17: 55–67.
- [38] Triloff P. 1994. Scab warning beyond the Mills table. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Supplement No. 17: 289–293.

New trends in prediction of *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh infection

Summary

Apple scab *Venturia inaequalis* (Cooke) is one the most serious disease of apples. It occurs in all regions where apples are cultivated. Protection against this disease demands 8 to 12 sprayings. Elaboration of warning bases of scab occurrence by Mills and La Plante was a great achievement in plant pathology development. Criteria of infection periods by *V. inaequalis* had been and also still are under continuous verification and complementation. The results of studies conducted by Butt and Xu [3], MacHardy and Gadoury [16], Roosje [27, 28], Schwabe et al. [29, 30, 31], Trapman [37] and Triloff [38] concerning new directions in apple scab prediction seem to be of special importance.