

Т.Є. Христова¹, О. Є. Пюрко²
ГЕНЕЗИС МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ФОТОСИНТЕЗУ У С₃ РОСЛИН ЗА УМОВ
БАГАТОФАКТОРНОГО ВПЛИВУ

¹*Київський національний університет імені Тараса Шевченка; 01033, Київ–03, вул. Володимирська, 64*

²*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького; 72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. Леніна, 20, e-mail: diser03@rambler.ru*

Христова Т.Є.¹, Пюрко О.Є.² Генезис методу визначення фотосинтезу у С₃ рослин за умов багатofакторного впливу. – Описано генезис методу визначення фотосинтезу у С₃ рослин і пропонується удосконалений на основі власних і літературних результатів за умов динамічного впливу одно- та багатofакторних чинників. Наведено відповідні математичні вирази та узагальнюючий поліном, для вирішення якого розроблена комп'ютерна програма.

Ключові слова: генезис досліджень, С₃ фотосинтез, методи визначення, одно- та багатofакторні чинники, математичні вирази, узагальнюючий поліном, комп'ютерна програма.

Вступ

Підвищений рівень уваги до фотосинтезу, як єдиного в біосфері процесу, який веде до збільшення вільної енергії за рахунок зовнішнього джерела – Сонця, обумовлений не тільки глобальністю та унікальністю процесу, а і тим що ця функція є основою вуглеводного живлення та енергетичного обміну рослин, а в кінцевому результаті й процесів формування врожаю, роль якого значно підвищується в зв'язку з ростом населення при одночасній аридизації клімату та значному розширенні посушливих і засолених територій [5,14].

Останнім часом у зв'язку з інтенсифікацією моніторингових досліджень, особливо промислових регіонів, важлива роль належить екологічній експертизі, в якій на фоні численних цифрових, космічних та неоаналітичних методів розробки фітоєкологів представлені дуже поверхнево, або незаслужено ігноруються, а в ряді випадків – екологічна паспортизація на основі фотоасиміляційних процесів (фотосинтезу) починає тільки розроблятися [16].

Враховуючи важливість основної функції зелених рослин – фотосинтезу в формуванні специфічності екологічного стану певного регіону, нами раніше детально описана еволюція газометричних методів реєстрації фотосинтезу [4,7,21], але в зв'язку з удосконаленням матеріально-технічної бази досліджень асиміляційних процесів, розширенням, поглибленням і конкретизацією інтерпретації експериментальних результатів, розвитку новітніх технологій, програмуванню та прогнозуванню виникає потреба удосконалення та розробки нових методів визначення фотосинтезу [1] з максимальним використанням попередніх досягнень, зокрема, комплексних досліджень, основа для яких була закладена ще у першій чверті ХХ століття Є.П. Вотчалом [2,3,13]. Тому дану роботу треба розглядати як певний доробок у внесок вітчизняних вчених стосовно розробки та удосконалення методів дослідження газообміну рослин.

Метою роботи є показ можливостей застосування розрахункового методу визначення інтенсивності фотосинтезу у С₃ рослин при динамічних змінах чинників у фітомоніторингових дослідженнях на основі власних результатів та інформації літературних джерел.

Матеріали та методика досліджень

Вегетаційні дослідження закладали на Навчально-науковому комплексі з фізіології рослин Мелітопольського держуніверситету [9,26] у 10-кратній повторності на повній поживній суміші. Тип фотосинтезу визначали по каталазній активності за власною методикою [11]. Вплив різних чинників моделювали: *a* – інтенсивність освітлення (шляхом затінення рослин

марлею з наступною реєстрацією світлового потоку за допомогою фотоінтегратора [8]); b – водний дефіцит (автоматичною регуляцією рівня водозабезпечення [8]); v – відносну вологість повітря (електромеханічним зволожувачем з психрометричним контролем); d, e – газовий склад (приготуванням штучних сумішей з потрібною концентрацією CO_2 (d) та O_2 (e) з контролем за методикою [10]); $ж$ – продихові дифузійні опори (змiнами b, v, z з постійним порометричним контролем [6]); z – опір рідинної фази (регуляцією b з розрахунковим контролем за методикою [5]). Математичні вирази розроблялися загальновідомими методами [12,15,18], а узагальнюючий - представлено у вигляді інтерполяційного полінома Лагранжа [17], для вирішення якого розроблені відповідні алгоритми [23,24] та комп'ютерна програма. Літературні матеріали проаналізовані за 100 років і використані тільки ті, в яких одночасно представлені результати визначення інтенсивності фотосинтезу та впливу на нього різних чинників.

Результати і обговорення

Дослідами підтверджено, що цукровому буряку і картоплі характерний C_3 тип фотосинтезу, якому властиві непродуктивні водовитрати та наявність фотодихання. (до 40% первинно синтезованих асимілятів витрачається в цьому процесі). За даними літератури цей параметр у C_3 рослин у ідеальних умовах досягає $55-58 \text{ мг}CO_2/\text{дм}^2\text{год.}$, а за умов півдня України в численних дослідах його значення не перевищувало $50 \text{ мг}CO_2/\text{дм}^2\text{год.}$, що дає підставу вважати це значення максимальним.[19,20,22]. У реальних умовах вегетації на рослину впливають численні як зовнішні, так і внутрішні чинники, обумовлюючи кооперативну відповідь рослинного організму у вигляді адаптаційного синдрому за рахунок зміни не тільки інтенсивності, а в ряді випадків, і спрямованості фізіолого-біохімічних реакцій і процесів [22,25]. Зрозуміло, що роль кожного чинника в таких випадках оцінити практично неможливо, а кооперативна їх дія чітко проявляється в формуванні адаптаційного синдрому, важливою складовою якого є і газообмін. Виходячи з того, що фотосинтез, як параметр дуже чутливий до різноманітних змін, реєстрація його потребує складної апаратури (газоаналізатору та допоміжних пристроїв) і висококваліфікованих фахівців, ми вирішили застосувати розрахунковий метод визначення фотосинтезу у C_3 рослин при реєстрації змін окремих параметрів, які суттєво впливають на інтенсивність фотосинтезу і контроль яких набагато простіший.

Для цього ми в вегетаційних дослідах з'ясовували зміни фотосинтезу в залежності від динаміки кожного фактору в фізіологічно допустимих межах. Отримані нами результати (рис.1) свідчать про різну залежність інтенсивності фотосинтезу від динамічних змін кожного з них, що підтверджуються відповідними кривими та математичними виразами, але загальним є наявність мінімальних, оптимальних і максимальних значень. За оптимальних значень фактору фотосинтез максимальний, а при крайніх значеннях (високих або низьких) – досить низький або відсутній зовсім (летальний стан).

Не вдаючись у характеристику впливу кожного чинника, зазначимо, що отримані математичні вирази забезпечують доцільність математичного моделювання за допомогою ступеневої функції і інтерполяційного поліному $P(x)$, який відповідає формулі Лагранжа [24]:

$$P_n(x) = f(x_0) \frac{(x - x_1)(x - x_2) \cdot K \cdot (x - x_n)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2) \cdot K \cdot (x_0 - x_n)} + f(x_1) \frac{(x - x_0)(x - x_2) \cdot K \cdot (x - x_n)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2) \cdot K \cdot (x_1 - x_n)} + \dots +$$

$$+ f(x_n) \frac{(x - x_0)(x - x_1) \cdot K \cdot (x - x_{n-1})}{(x_n - x_0)(x_n - x_1) \cdot K \cdot (x_n - x_{n-1})}$$

Остання характеризується простим виразом інтерполяційного полінома через задані значення функції y_i . Обчислення за цією формулою при фіксованих вузлах інтерполяції легко програмувати. На практиці доводиться мати справу з табличною заданою функціональною залежністю $y(x)$ експерименту. При цьому необхідно знайти значення y_i в певній проміжній точці x_i або знайти нулі функції чи просто

визначити залежність, якій підпорядковуються дані ряди y і x . Таким чином, на основі експериментальних результатів будують функцію, яка точно описує ці дані.

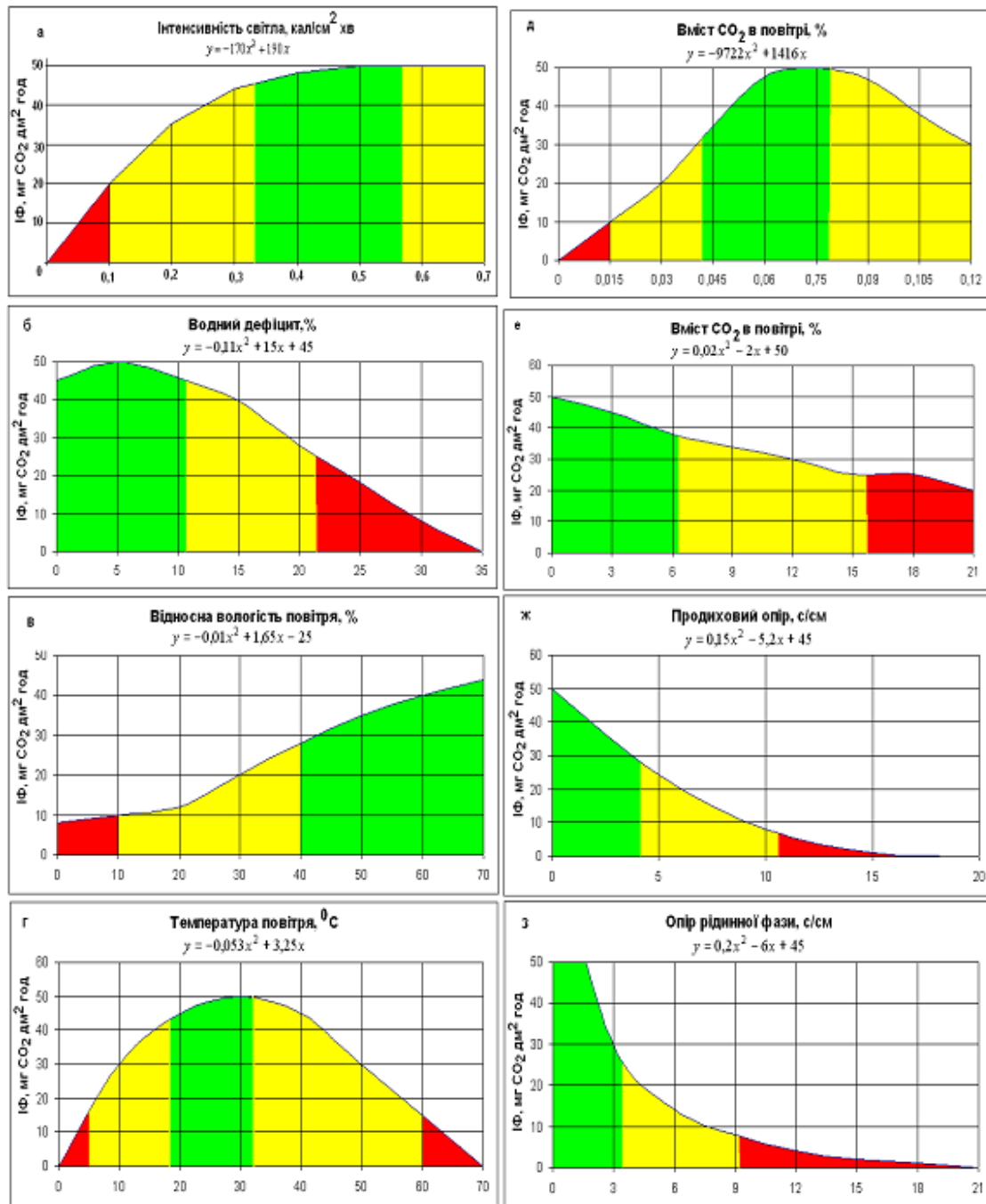


Рис. 1. Вплив різних чинників на інтенсивність фотосинтезу у C_3 рослин:

■ - оптимальний, ■ - адаптивний, ■ - летальний.

Отримані математичні вирази по однофакторним впливам різних чинників на фотосинтез дозволяють перевести цю роботу в площину математичних розрахунків та комп'ютерних технологій, в зв'язку з чим узагальнюючий математичний вираз буде мати вигляд:

$$y = \frac{a_1x_1^2 + b_1x_1 + c_1 + a_2x_2^2 + b_2x_2 + c_2 + \dots + a_nx_n^2 + b_nx_n + c_n}{n} = \sum_{n=1}^n \frac{a_nx_n^2 + b_nx_n + c_n}{n}$$

y – інтенсивність фотосинтезу; a , b , c – фактори середовища; n – кількість факторів середовища.

Розроблена комп'ютерна програма (рис. 2), текстовий зміст якої наведено нижче, дозволяє за величинами діючих чинників визначити інтенсивності фотосинтезу без застосування газоаналізаторів, багатоканальних реометричних блоків, газових перемикачів та іншого складного обладнання на основі фотоінтегральної (актинометричної) реєстрації інтенсивності сонячної радіації, психрометричної – відносної вологості повітря та його температури, водного дефіциту та інших чинників, розрахунковим методом, чим значно полегшується проведення досліджень, підвищується їх науково-технічний рівень, отримується широко узагальнююча інформація.

Текстовий зміст програми

```

unit Unit_potatos;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants,
  Classes,
  Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, te_forms, te_theme, te_engine,
  te_extctrls,
  BMSpinEdit, StdCtrls,
  te_controls, tefx_buttons,
  te_extended, MathExpression;
type
  TForm1 = class(TForm)
    TeThemeList1: TTeThemeList;
    TeThemeLink1: TTeThemeLink;
    TeForm1: TTeFonn;
    BMSpinEdit1: TBMSpinEdit;
    tefxButton1: TtefxButton;
    TeProgressBar1: TTeProgressBar;
    TeTabControl1: TTeTabControl;
    TeTabSheet2: TTeTabSheet;
    TeTabSheet3: TTeTabSheet;
    TeTabSheet4: TTeTabSheet;
    TeTabSheet5: TTeTabSheet;
    TeTabSheet6: TTeTabSheet;
    TeTabSheet7: TTeTabSheet;
    TeTabSheet8: TTeTabSheet;
    TeTabSheet9: TTeTabSheet;
    TeTabSheet1: TTeTabSheet;
    TeAdvancedLabel1: TTeAdvancedLabel;
    tefxButton2: TtefxButton;
    TeAdvancedLabel2: TTeAdvancedLabel;
    tefxButton3: TtefxButton;
    tefxRadioButton1: TtefxRadioButton;
    tefxRadioButton2: TtefxRadioButton;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure TeTabControl1Change(Sender:
    TObject);
    procedure tefxButton1Click(Sender:
    TObject);
    procedure tefxButton2Click(Sender:
    TObject);
    procedure tefxButton3Click(Sender:
    TObject);
    procedure tefxRadioButton1Click(Sender:
    TObject);
    procedure tefxRadioButton2Click(Sender:
    TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end; var Form1: TForm1;
  comp:array [1..7] of TBMSpinEdit;
  dan:array[1..8,1..3]of real;//x^2 x ch
  a: string;
implementation
uses Math;

  {$R *.dfm}
  procedure TForm1.FormCreate(Sender:
  TObject);
  begin
    TeThemeLink1.ThemeFiie:=ExtractFilePath(A
  p
  plication.ExeName)+'themes\Cool I .theme';
    tefxRadioButton1Click( sender);
  end;
  procedure
  TForm1.TeTabControl1Change(Sender:
  TObject);
  begin
    TeAdvancedLabel1.Caption:=TeTabControl
  1.Ta
  bs[TeTabControl1.TabIndex];
    if tefxRadioButton1.Checked then begin
    if TeTabControl1.TabIndex=0 then begin
    BMSpinEdit1.MinValue:=0;
    BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
    BMSpinEdit1.MaxValue:=110;
    BMSpinEdit1.GaugeMaxValue:=110;
    BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=55;
    BMSpinEdit1.Precision:=0;
    BMSpinEdit1.Increment:=5;
    BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
    BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
  
```

```

BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=1 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=14;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=14;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=14;

```

```

BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=50;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=50;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=20;
BMSEditl.Precision:=0;
BMSEditl.Increment:=1;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=3 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=2;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=2;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=0;
BMSEditl.Precision:=2;
BMSEditl.Increment:=0.25;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=4 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=14;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=14;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=7;
BMSEditl.Precision:=0;
BMSEditl.Increment:=1;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=5 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=7;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=7;

```

```

BMSEditl.Precision:=0;
BMSEditl.Increment:=1;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=2 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;

```

```

BMSEditl.GaugeAroundCenter:=0;
BMSEditl.Precision:=1;
BMSEditl.Increment:=0.5;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=6 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=100;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=100;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=60;
BMSEditl.Precision:=0;
BMSEditl.Increment:=5;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=7 then begin
BMSEditl.MinValue:=0.1;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0.1;
BMSEditl.MaxValue:=10;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=10;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=0.2;
BMSEditl.Precision:=2;
BMSEditl.Increment:=0.1;
BMSEditl.GaugeBeginColor:=clTeal;
BMSEditl.GaugeEndColor:=clRed;
BMSEditl.Value:=
BMSEditl.GaugeAroundCenter;
end;
end else begin
if TeTabControl1.TabIndex=0 then begin
BMSEditl.MinValue:=0;
BMSEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSEditl.MaxValue:=0.7;
BMSEditl.GaugeMaxValue:=0.7;
BMSEditl.GaugeAroundCenter:=0.7;
BMSEditl.Precision:=2;

```

```

BMSpinEdit1.Increment:=0.1;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=1 then begin

```

```

BMSpinEdit1.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=2 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMin Value:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=35;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=35;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=5;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increment:=1;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Valu:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=3 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEdit1.Max Value:=20;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=20;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=0;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increment:=1;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.TabIndex=4 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMin Value:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=90;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=90;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=70;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increment:=1;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;

```

```

BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=0.2;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=0.2;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=0.06;
BMSpinEdit1.Precision:=2;
BMSpinEdit1.Increment:=0.1;

```

```

end;
if TeTabControl1.TabIndex=5 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=21;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=21;

```

```

BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=2;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increments1;
BMSpinEdit1.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Values
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;

```

```

if TeTabControl1.TabIndex=6 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValues0;
BMSpinEdit1.MaxValue—70;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=70;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=30;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increments!;
BMSpinEdit1.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColorsclRed;
BMSpinEdit1.Values
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;

```

```

if TeTabControl1.TabIndex=7 then begin
BMSpinEdit1.Min Value—0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValues0;
BMSpinEdit1.MaxValues21;
BMSpinEdit1.GaugeMax Value:=21;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenters0;
BMSpinEdit1.Precisions!;
BMSpinEdit1.Increments!;
BMSpinEdit1.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColorsclRed;
BMSpinEdit1.Values
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
end;
TeProgressBar1.Position s0;

```

```

end;
procedure TForm1.tefxButton1Click(Sender:
TObject);
var
res1,x:string;
y,c:integer;
begin
if tefxButton1.Caption='O6HHCjiHTn' then
begin

y:=Tmnc(StrToFloat(res1));
ify<0theny:=0;
ify>100theny:=100;
If tefxRadioButton2.Checked then if y>50
then y:=50;
TeAdvancedLabel2.Caption:=inttostr(y)+'%';
TeProgressBar1.Position:=y;
end else begin
if TeTabControl1.TabIndex<=7 then begin
a:=a+''+floattostr(dan[TeTabControl1
.TabIndex+1,1])
+'*'+BMSpinEdit1.Text+'^2'+floattostr(dan[Te
eTabCo
ntroll.TabIndex+1,2])
+'*'+BMSpinEdit1.Text+''+float
tostr(dan[TeTabControl1.TabIndex+1,3]);
if TeTabControl1.TabIndex=7 then begin
a:=a+)/8^r;
CalcGraphExpression(a,0,res1);
y:=Trunc(StrToFloat(res1));
ify<0theny:=0;
if y>100 then y:=100;
TeAdvancedLabel2.Caption:=inttostr(y)+'%';
TeProgressBar1.Position:=y;
tefxButton1.Tag:=0;
tefxButton1.Caption:='O64ncjiHTH';
end else begin
TeTabControl1.TabIndex:=TeTabControl1
.Tabindex+1
;
TeTabControl1.Change(sender);
end;
end;
end;
end;

procedure TForm1.tefxButton2Click(Sender:
TObject);
begin
Close;
end;

```

```

xsBMSpinEdit1.Text;
CsTabControl1.TabIndex+1;
CalcGraphExpression(floattostr(dan[c,1])
+'*'+x
+^2'+floattostr(dan[c,2])
+'*'+x+''+floattostr(d
an[c,3]),0,res1);

procedure TForm1.tefxButton3Click(Sender:
TObject);
begin
TeTabControlU.TabIndex:=0;
tefxButton1.Caption:='/Iajii';
a:=('';
end;
procedure
TForm1.tefxRadioButton1Click(Sender:
TObject);
begin
dan[1,1]:=-0.033;
dan[1,2]:=3.6363;
dan[1,3]:=0;
dan[2,1]:=-0.14;
dan[2,2]:=9.2;

dan[2,3]:=0;
dan[3,1]:=-0.3;
dan[3,2]:=13.5;
dan[3,3]:=-50;
dan[4,1]:=-8;
dan[4,2]:=-34;
dan[4,3]:=100;
dan[5,1]:=-2;
dan[5,2]:=28;
dan[5,3]:=0;
dan[6,1]:=-1.012;
dan[6,2]:=-7.2;
dan[6,3]:=100;
dan[7,1]:=-0.083;
dan[7,2]:=10.83;
dan[7,3]:=-250;
dan[8,1]:=-3.4;
dan[8,2]:=-38;
dan[8,3]:=100;
TeTabControl1.Tabs.Clear;
TeTabControl1.Tabs.Add('Маса 6yжib6 (r)');
TeTabControl1.Tabs.Add('Вміст кисню (%));
TeTabControl1.Tabs.Add('Температура ґрунту
(C)');

```

```

TeTabControl1 .Tabs.Add('Вміст солей в
грунті
(%));
TeTabControl1.Tabs.Add('Значення pH
середовища (PH)');
TeTabControl1 .Tabs.Add('осмотичний тиск
грунту (МПа)1);
TeTabControl1.Tabs.Add('Вологість ґрунту
(%));
TeTabControl1.Tabs.Add(Співвідношення
амілоза/амілопектин1);
TeTabControl1 Change(Sender);
TeProgressBar1 .Max:=100;
tefxRadioButton 1.Checked :=true;
end;
procedure
 TForm 1.tefxRadioButton2Click( Sender:
 TObject);
begin
dan[1,1]:=-170;
dan[1,2]:=190;
dan[1,3]:=0;
dan[2,1]:=-9722;
dan[2,2]:=1416;
dan[2,3]:=0;
dan[3,1]:=-0.11;
dan[3,2]:=1.5;
dan[3,3]:=45;
dan[4,1]:=0.15;
dan[4,2]:=-5.2;
dan[4,3]:=45;
dan[5,1]:=-0.01;
dan[5,2]:=1.65;

```

```

dan[5,3]:=-25;
dan[6,1]:=0.2;
dan[6,2]:=-6;
dan[6,3]:=45;
dan[7,1]:=-0.053;
dan[7,2]:=3.26;
dan[7,3]:=0;
dan[8,1]:=0.02;
dan[8,2]:=-2;
dan[8,3]:=50;
TeTabControl1.Tabs.Clear;
TeTabControl1.Tabs.Add('Інтенсивність
світла');
TeTabControl1.Tabs.Add('Вміст CO2 В
nosiTri');
TeTabControl1.Tabs.Add('Водний дефіцит');
TeTabControl1.Tabs.Add('Продуктивний
онір');
TeTabControl 1 .Tabs.Add('Відносна
вологість
повітря1);
TeTabControl 1 .Tabs.Add('Онір рідинної
фази');
TeTabControl1.Tabs.Add('Температура
повітря');
TeTabControl1.Tabs.Add('Вміст O2 в
повітрі');
TeTabControl 1 Change(Sender);
TeProgressBar1.Max:=50;
tefxRadioButton2.Checked:=true;
end;
end.

```

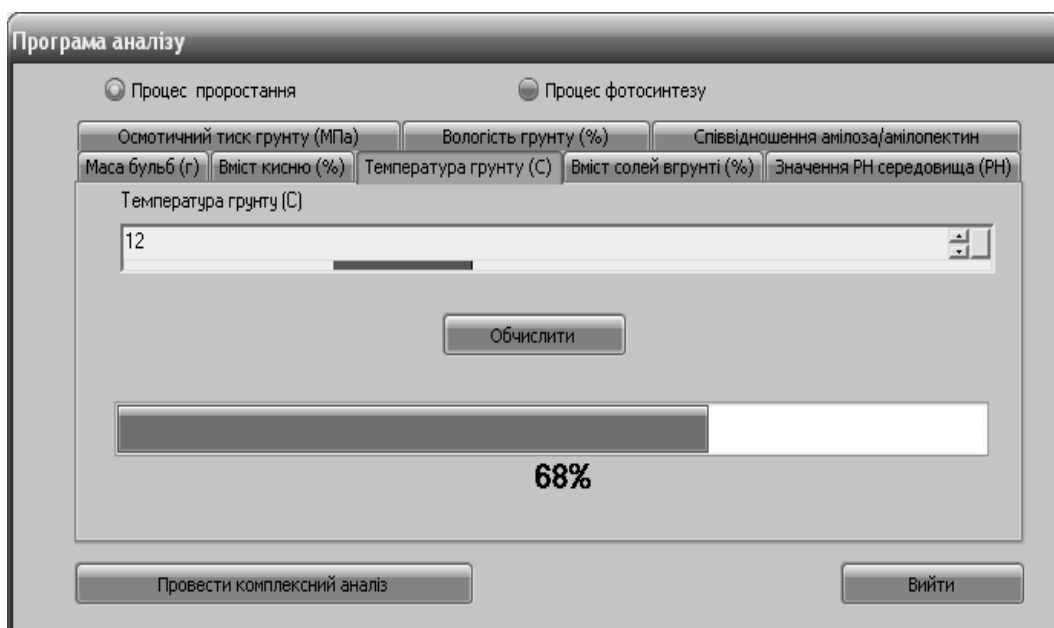


Рис 2. Програма для обчислення математичної моделі рівня фотосинтезу за динамічними змінами різних чинників.

У порівняльних дослідженнях визначення інтенсивності фотосинтезу у C_3 рослин за допомогою багатоканальної установки [10] та пропануємого розрахункового методу різниця становила всього 5–7%, що вказує на задовільне співпадання результатів, отриманих різними методами.

Висновки

1. Інтенсивність фотосинтезу є не тільки важливим параметром життєдіяльності рослини, а і виконує середоутворюючу та індикаторну функцію, завдяки чому значно розширюються моніторингові можливості великих техногенно навантажених регіонів.
2. Екологічна експертиза повинна передбачати екопаспортизацію регіону на основі фітоіндикації та фотоасиміляційних процесів.
3. Розрахунковий метод визначення фотосинтезу у C_3 рослин за умов багатфакторного впливу, який пропанується, завдяки програмуванню та прогнозуванню дозволяє заздалегідь передбачити зміни в фітоценозі на основі головної функції рослинних організмів – фотосинтезу.

Список літератури

1. *Бабушкин Л.Н.* Новый полевой метод для сравнительных измерений фотосинтеза// Тезисы докл Всесоюз. конф. по фотосинтезу. – М.: Б.и., 1957. – С.48–50.
2. *Вотчал Е.Ф.* Работы физиологического отдела Киевского научного института селекции за 1922-1926 гг.// Научный институт селекции. Отчеты о деятельности за 1922–1926гг. и программа работ на 1927 г. – К.: Сахаротрест, 1927. – С. 27–46.
3. *Вотчал Е.Ф.* Полевая физиология (нормальная и патологическая) и физиологическое сортоизучение в селекции// Тр. Науч. ин-та селекции. – 1928. – Вып.2. – С.209–236.
4. *Говинджи Дж.* Фотосинтез. – М.: Мир, 1987. – Т.2. – 470 с.
5. *Гуляев Б.И.* Фотосинтез и продуктивность агросистем// Физиол. и биохим. культ. растений. – 2003. – Т. 28, №5. – С. 371–381.
6. *Гуляев Б.И., Шведова О.Е.* Устьичный порометр и его использование для оценки состояния листового аппарата// Физиол. и биохим. культ. растений. – 1984. – Т. 16, №5. – С. 504–506.
7. *Заленский О.В.* Обзор метода исследования фотосинтеза наземных растений// Полевая геоботаника. – 1959. – Т. 1. – 241 с.
8. *Казаков Є.О.* Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
9. *Казаков Є.О., Казакова С.М.* Навчально – науковий комплекс з фізіології рослин //Тези доп. 2-го з'їзду Українського товариства фізіологів рослин. – К.: Б.в., 1993. – С. 83–84.
10. *Казаков Е.А., Оканенко А.С., Казакова С.М.* Многоканальная установка для измерения CO_2 -обмена у растений// Физиол. и биохим. культ. растений. – 1981. – Т. 13, №4. – С. 430–445.
11. *Казаков Е.А., Христова Т.Е., Казакова С.М.* Определение типа фотосинтеза у растений по каталазной активности// Тези Міжнар. конф. «Питання біоіндикації і екології» (Запоріжжя, 21–24 вересня 1998 р.). – Запоріжжя: Б.в., 1998. – С. 95.
12. *Курс введения в вычислительную математику.* Готовые занятия (занятие №9) [Электронный ресурс]. – 2000. – Режим доступа: <http://www.indorsoft.ru/Articles/supporting/Help/indorCAD/Html/Capter6-2/html>.
13. *Мануильський В.Д.* Фотосинтез сахарной свеклы, выращенной в различных условиях влажности, как функция внешних и внутренних факторов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. – К., 1970. – 20 с.

14. Моргун В.В., Курчий Б.А. Продовольствие XXI века: нерешённые проблемы, неотложные задачи// Физиол. и биохим. культ. растений. – 2003. – Т. 35, №6. – С. 281–284.
15. Рывнин А.А. Справочник по математике. – М.: Высш. шк., 1975. – 554 с.
16. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе// Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научных работ. – Донецк: ДонНУ, 2006. – Вып.6. – С. 19–31.
17. Сухарев М. Turbo Pascal 7.0. Теория и практика программирования. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 544 с.
18. Торнли Дж. Математические модели в физиологии растений – К.: Наук. думка, 1982. – 310 с.
19. Христова Т.Е., Казакова С.М., Пюрко О.Е. Фотосинтез – одна из ключевых проблем человечества// Мат–ли II Міжнар. конф. «Ключевые аспекты научной деятельности – 2007» (Днепропетровск, 16–31 января 2007 г.). – Днепропетровск: Наука и образование, 2007. – Т. 4. Серия «Медицина и биология». – С. 8–10.
20. Христова Т.Е., Казакова С.М., Пюрко О.Е. Фотосинтез: учора, сьогодні, в перспективі.// Мат–лы XVII Междунар. симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье» (Алушта, 13–21 сентября 2008 г.). – Симферополь: Б.и., 2008. – С. 552–554.
21. Христова Т.Е., Пюрко О.Е. Еволюція газометричних методів реєстрації фотосинтезу// Вісник Донецького університету. – 2006. – Серія А. Природничі науки. – Вип. 2. – С. 261–267.
22. Христова Т.Е., Пюрко О.Е. Рослини – основні продуценти органічних речовин і регулятори газового складу оточуючого середовища// Запорізький медичний журнал. – 2008. – Т. 2. – С. 119–120.
23. Цифровая графика: Методы интерполирования [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: [url:http://www.indorsoft.ru/Articles/Supporting/help/IndorCaD/Hthl/Capter62/html](http://www.indorsoft.ru/Articles/Supporting/help/IndorCaD/Hthl/Capter62/html).
24. Численные методы. – М.: Высш. шк., 1976. – 378 с.
25. Шадчина Т.М., Гуляев Б.И., Кірізій Д.А., Стасин О.О., Прядкіна Г.О., Стороженко В.О. Регуляція фотосинтезу і продуктивності рослин. Фізіологічні та екологічні аспекти. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 383 с.
26. Kazakov E.A., Pyurko O.E., Kazakova S.M. The traing-scientistic complex is basis of conditions modeling and ecpotential determination in plant physiology// Мат–ли Всеукр. конф. «Наукова спадщина академіка М.М. Гришка» (Глухів, 12–13 квітня 2005 р.). – Глухів: ГДПУ, 2005. – С. 207–209.

Христова Т.Е., Пюрко О.Е. Генезис метода определения фотосинтеза у C_3 растений в условиях многофакторных воздействий. - Описано генезис метода определения фотосинтеза у C_3 растений и предлагается усовершенствованный на основе собственных и литературных результатов в условиях динамических одно- и многофакторных воздействий. Приведены соответствующие математические выражения и обобщающий полином, для решения которого разработана компьютерная программа.

Ключевые слова: генезис исследований, C_3 фотосинтез, методы определения, одно- и многофакторные воздействия, математические выражения, обобщающий полином, компьютерная программа.

Khristova T.E.¹, Pyurko O.E.². Genesis of photosynthesis determination method at C_3 plants under conditions of many factors influences. – It is described the genesis of photosynthesis determination method at C_3 plants and it is proposed the improvement ones on basis of own and literature results in conditions of dynamic one or many factors influence. It is given the according expressions and general polynom for solution of which is elaborated the computer program.

Key words: genesis of researches, C₃ photosynthesis, determination methods, one or many factors influences, mathematical expressions, general polynom, computer program.