УДК 581.132 (091)(477)

Т. Є. Христова[1], О. Є. Пюрко[2]

ГЕНЕЗИС МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ФОТОСИНТЕЗУ У C_3 РОСЛИН ЗА УМОВ БАГАТОФАКТОРНОГО ВПЛИВУ

[1]Київський національний університет ім. Т. Шевченка;
01033, м. 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., Пюрко О. Є. **Генезис методу визначення фотосинтезу у C_3 рослин за умов багатофакторного впливу. –** Описано генезис методу визначення фотосинтезу у C_3 рослин і пропонується удосконалений на підставі власних і літературних результатів за умов динамічного впливу одно- та багатофакторних чинників. Наведено відповідні математичні вирази та узагальнюючий поліном, для вирішення якого розроблена комп'ютерна програма.

Ключові слова: генезис досліджень, C_3 фотосинтез, методи визначення, одно- та багатофакторні чинники, математичні вирази, узагальнюючий поліном, комп'ютерна програма.

Вступ

Підвищений рівень уваги до фотосинтезу, як єдиного в біосфері процесу, що призводе до збільшення вільної енергії за рахунок зовнішнього джерела – Сонця, зумовлений 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 через зростання 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, де на фоні численних цифрових, космічних та неоаналітичних методів розробки фітоекологів представлені поверхнево або зневажливо ігноруються, а в деяких випадках – 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 із удосконаленням матеріально-технічної бази досліджень асиміляційних процесів, розширенням, поглибленням і конкретизацією інтерпретації експериментальних результатів, розвитку новітніх технологій, програмуванню та прогнозуванню виникає потреба вдосконалення та розробки нових методів визначення фотосинтезу [1] з максимальним використанням попередніх досягнень, зокрема, комплексних досліджень, основа для яких була закладена ще Є. П. Вотчалом у першій чверті XX століття [2, 3, 13]. Тому роботу працю слід розглядати як певний доробок у внесок вітчизняних вчених щодо розробки та удосконалення методів досліджень газообміну рослин.

Метою роботи є представлення можливостей застосування розрахункового методу визначення інтенсивності фотосинтезу у C_3 рослин при динамічних змінах чинників у фітомоніторингових дослідженнях на основі власних результатів та інформації літературних джерел.

Матеріали та методика досліджень

Вегетаційні досліди закладали на Навчально-науковому комплексі з фізіології рослин Мелітопольського держуніверситету [9, 26] у 10-кратній повторності на повній поживній суміші. Тип фотосинтезу визначали за каталазною активністю (власна методика) [11]. Вплив різних чинників моделювали: *а* – інтенсивність освітлення (шляхом затінення рослин марлею з наступною реєстрацією світлового потоку за допомогою фотоінтегратора [8]); *б* – водний дефіцит (автоматичною регуляцією рівня водозабезпечення [8]); *в* – відносну вологість повітря (електромеханічним зволожувачем із психрометричним контролем); *д, е* – газовий

склад (приготуванням штучних сумішей з потрібною концентрацією CO_2 (*д*) та O_2 (*е*) з контролем за методикою [10]); *ж* – продихові дифузійні опори (змінами *б*, *в*, *г*, з постійним порометричним контролем [6]); *з* – опір рідинної фази (регуляцією *б* з розрахунковим контролем за методикою [5]). Математичні вирази розроблялися загальновідомими методами [12, 15, 18], а узагальнюючий – представлено у вигляді інтерполяційного полінома Лагранжа [17], для його вирішення розроблено 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 й обговорення

Дослідами підтверджено, що цукровому буряку та 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 мгCO_2/дм^{2}год., а за умов півдня України в численних дослідах його значення не перевищувало 50 мгCO_2/дм^{2}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, зумовлюючи кооперативну відповідь рослинного організму у вигляді адаптаційного синдрому за рахунок зміни не тільки інтенсивності, а в деяких випадках, 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. Зважаючи на те, що фотосинтез, як параметр чутливий до різноманітних змін, реєстрація його потребує складної апаратури (газоаналізатора 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 та контроль яких набагато простіший.

Для цього в вегетаційних дослідах з'ясовували зміни фотосинтезу залежно від динаміки кожного фактора в фізіологічно допустимих межах. Отримані нами результати (рис. 1) свідчать про різнозалежність 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 фактора фотосинтез максимальний, а при крайніх значеннях (високих або низьких) – досить низький або зовсім відсутній (летальний стан).

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

$$P_n(x) = f(x_0)\frac{(x-x_1)(x-x_2)\cdot K\cdot(x-x_n)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)\cdot K\cdot(x_0-x_n)} + f(x_1)\frac{(x-x_0)(x-x_2)\cdot K\cdot(x-x_n)}{(x_1-x_1)(x_1-x_2)\cdot K\cdot(x_1-x_n)} + \ldots +$$
$$+ f(x_n)\frac{(x-x_0)(x-x_1)\cdot K\cdot(x-x_{n-1})}{(x_n-x_0)(x_n-x_1)\cdot K\cdot(x_0-x_{n-1})}$$

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 працювати з таблично заданою функціональною залежністю y(x) експерименту. До того ж потрібно знайти значення y_i, у якійсь проміжній точці x_i, або знайти нулі функції чи просто визначити залежність, якій підкорюється дані ряди y і x. Таким чином, на основі експериментальних даних будують функцію, яка точно описує ці данні.

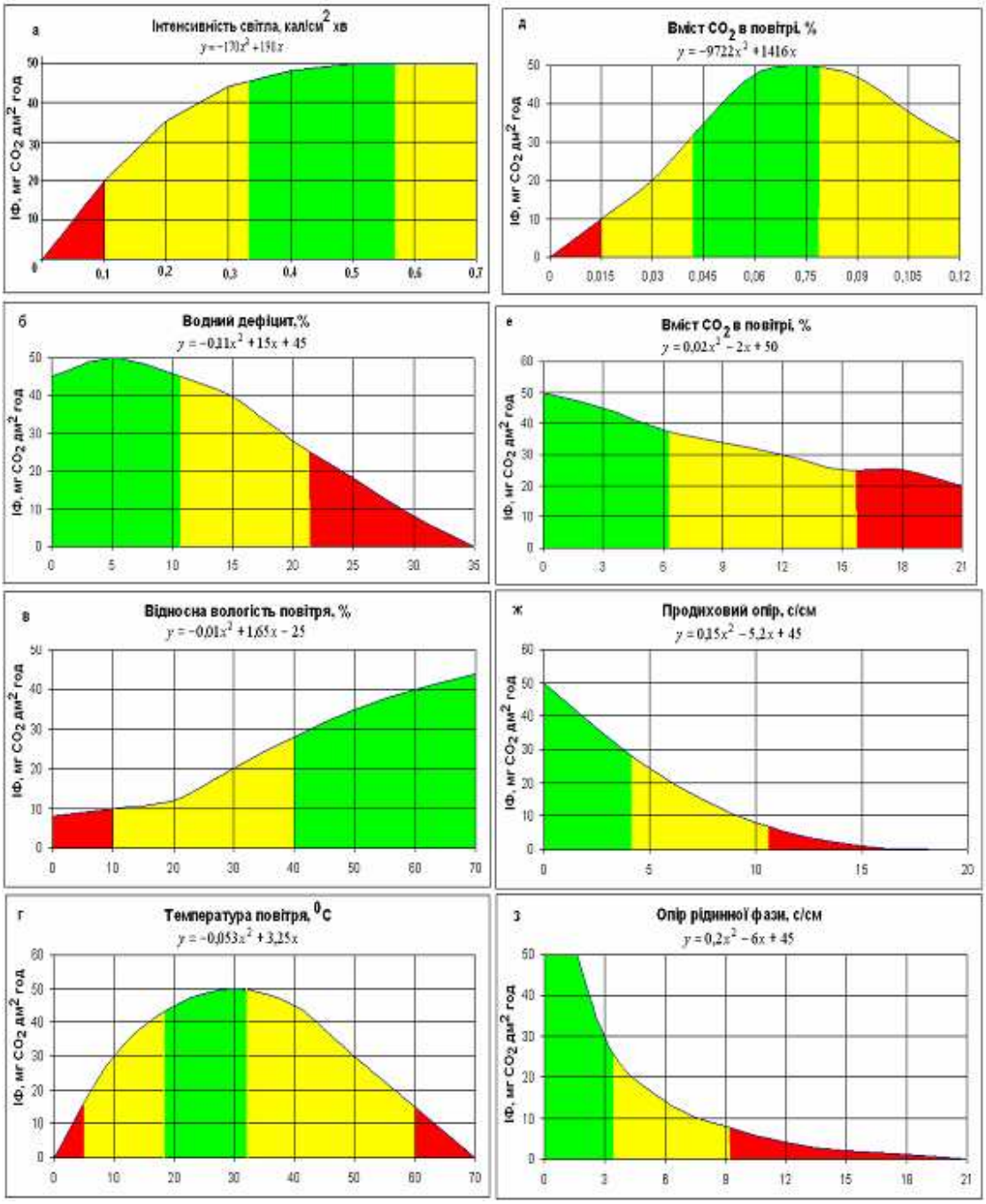

Рис. 1. Вплив різних чинників на інтенсивність фотосинтезу у C_3 рослин:

– оптимальний, – адаптивний, – летальний

Отримані математичні вирази за однофакторними впливами різних чинників на фотосинтез дозволяють перевести цю роботу в площину математичних розрахунків та комп'ютерних технологій, в зв'язку з цим узагальнюючий математичний вираз буде мати такий вигляд:

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

де 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 інтенсивність 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, що значно полегшує проведення досліджень, підвищує їх науково-технічний рівень, отримує широку узагальнюючу інформацію.

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
  TForml = class(TForm)
  TeThemeListl: TTeThemeList;
  TeThemeLinkl: TTeThemeLink;
  TeForm I: TTeFonn;
  BMSpinEdit 1: TBMSpinEdit;
  tefxButtonl: TtefxButton;
  TeProgressBarl: TTeProgressBar;
  TeTabControll: TTeTabControl;
  TeTabSheet2: TTeTabSheet;
  TeTabSheet3: TTeTabSheet;
  TeTabSheet4: TTeTabSheet;
  TeTabSheetS: TTeTabSheet;
  TeTabSheet6: TTeTabSheet;
  TeTabSheet?: TTeTabSheet;
  TeTabSheetS: TTeTabSheet;
  TeTabSheet9: TTeTabSheet;
  TeTabSheet 1: TTeTabSheet;
  TeAdvancedLabel 1: TTeAdvancedLabel;
  tefxButton2: TtefxButton;
  TeAdvancedLabel2: TTeAdvancedLabel;
  tefxButton3: TtefxButton;
  tefxRadioButtonl: TtefxRadioButton;
  tefxRadioButton2: TtefxRadioButton;
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure TeTabControllChange(Sender:
  TObject);
  procedure tefxButtonlClick(Sender:
  TObject);
  procedure tefxButton2Click(Sender:
  TObject);
  procedure tefxButton3Click(Sender:
  TObject);
  procedure tefxRadioButton 1 Click(Sender:
  TObject);
  procedure tefxRadioButton2Click(Sender:
 TObject);
private
  { Private declarations }
 public
 { Public declarations }
end; var Form I: TForm I;
   comp:array [I..7] of TBMSpinEdit;
dan:array[1..8,1..3]of real;//x^A2 x ch
a: string;
implementation
uses Math;
{$R *.dfm}
procedure TForm 1 .FormCreate(Sender:
TObject);
begin
TeThemeLinkl.ThemeFiie:=ExtractFilePath(A
p
plication.ExeName)+'themes\Cool I .theme';
tefxRadioButton 1 Cl ick( sender);
end;
procedure
TForm 1 .TeTabControl 1 Change(Sender:
TObject);
begin
TeAdvancedLabel 1 .Caption:=TeTabControl 1
.Ta
bs[TeTabControl I.Tablndex];
if tefxRadioButton 1 .Checked then begin
if TeTabControll.Tablndex=0 then begin
BMSpinEditl ,MinValue:=0;
BMSpinEditl .GaugeMin Value—0;
BMSpinEditl.MaxValue:=l 10;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=l 10;
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter:=55;
BMSpinEdit 1 .Precision:=0;
BMSpinEditl.lncrement:=5;
BMSpinEdit l.GuageBeginColor:=clTeaI;
BMSpinEditl.GuageEndColor:=clRed;
```

```
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEdit l.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl l.Tab!ndex=l then begin
BMSpinEditl.MinValue:=0;
BMSpinEdit 1 .GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.Max Value:= 14;
BMSpinEdit 1 .GaugeMaxValue:=l 4;
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter:=14;

BMSpinEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.MaxValue-50;
BMSpinEditl .GaugeMaxValue:=50;
BMSpinEditl.GaugeAvoundCenter:=20;
BMSpinEditl.Precision:=0;
BMSpinEditl.Increment:=1;
BMSpinEdit1; GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEditl.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit l.Value:=
BMSpinEdit 1 .GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControll.TabIndex=3 then begin
BMSpinEdit 1 .MinValue:=0;
BMSpinEditl .GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.MaxValue:=2;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=2;
BMSpinEdit 1 .GaugeAroundCenter:=0;
BMSpinEditl .Precision:=2;
BMSpinEditl .Increment:=0.25;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit 1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEditl .GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControll.TabIndex=4 then begin
BMSpinEdit 1 .MinVaiue:=0;
BMSpinEditl .GaugeMin Value:=0;
BMSpinEdit 1 .MaxValue:= 14;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=14;
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter:=7;
BMSpinEditl .Precision:=0;
BMSpinEditl .Increment:=l;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl 1 .Tablndex=5 then begin
BMSpinEditl.MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEdit 1 .MaxValue:=7;
BMSpinEditl .GaugeMaxValue:=7;
BMSpinEditl.Precision:=0;
BMSpinEdit [.Incremental;
BMSpinEdit 1 .GuageEndColor:=clTeal;
BMSpinEditl.GuageBeginColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value-
BMSpinEditl .GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControll. Tablndex=2 then begin
BMSpinEditl.MinValue:=0;

BMSpinEdit 1.GaugeAroundCenter:=0;
BMSpinEdit 1 .Precision:=1;
BMSpinEditl.lncrement:=0.5;
BMSpinEdit 1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit 1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl I .Tablndex=6 then begin
BMSpinEditl.MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.MaxValue:=100;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=100;
BMSpinEdit 1 .GaugeAroundCenter:=60;
BMSpinEditl.Precision:=0;
BMSpinEditl.lncrement:=5;
BMSpinEdit !.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit 1 .GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl. Vaiue:=
BMSpinEdit l.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl l.Tab!ndex=7 then begin
BMSpinEdit 1 .MinValue:=0.1;
BMSpinEditl .GaugeMin Value:=0.1;
BMSpinEditl. MaxValue:=10;
BMSpinEditl. GaugeMaxValue:=10;
BMSpinEdit 1.GaugeAroundCenter:=0.2;
BMSpinEdit 1.Precision:=2;
BMSpinEdit 1.Increment:=0.1;
BMSpinEdit 1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit LGuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
end else begin
if TeTabControl l.Tab!ndex=0 then begin
BMSpinEdit l.MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.Max Value:=0.7;
BMSpinEdit I.GaugeMaxValue:=0.7;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=0.7;
BMSpinEditl.Precision:=2;
```

```
BMSpinEdit1 .Increment:=0.1;
BMSpinEdit1.GuageEndCoIor:=clTeaI;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEditl.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl l.Tablndex=l then begin

BMSpinEditl.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControll.Tablndex=2 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMin Value:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=35;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=35;
BMSpinEdit 1.GaugeAroundCenter:=5;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increment:=1;
BMSpinEditl.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl. Valu:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl1.Tablndex=3 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEdit1.Max Value:=20;
BMSpinEdit1.GaugeMaxValue:=20;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=0;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1 .Increment:=1;
BMSpinEditl.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEditl.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl 1 .Tablndex=4 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMin Value:=0;
BMSpinEdit1.MaxValue:=90;
BMSpinEdit1.GaugeMaxValue:=90;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=70;
BMSpinEdit1.Precision:=0;
BMSpinEdit1.Increment:=1;
BMSpinEdit1.GuageBeginColor:=clTeal;
BMSpinEdit1.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEdit1.Value:=
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter;
BMSpinEditl .MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.MaxValue:=0.2;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=0.2;
BMSpinEdit1.GaugeAroundCenter:=0.06;
BMSpinEditl.Precision:=2;
BMSpinEditl .Increment:=0.1;

end;
if TeTabControl 1.TabIndex=5 then begin
BMSpinEdit1.MinValue:=0;
BMSpinEdit1.GaugeMinValue:=0;
BMSpinEditl.MaxValue:=21;
BMSpinEditl.GaugeMaxValue:=21;

BMSpinEditl.GaugeAroundCenter:=2;
BMSpinEdit l.Precision:=0;
BMSpinEdit 1. Increments 1;
BMSpinEdit l.GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEditl.GuageEndColor:=clRed;
BMSpinEditl.Values
BMSpinEditl .GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl l.Tablndex=6 then begin
BMSpinEdit 1 .MinValue:=0;
BMSpinEditl.GaugeMinValuesO;
BMSpinEdit I .MaxValue—70;
BMSpinEdit !.GaugeMaxValue:=70;
BMSpinEdit l.GaugeAroundCenter:=30;
BMSpinEditl .Precision:=0;
BMSpinEditl.Increments!;
BMSpinEdit l.GuageBeginColorscITeal;
BMSpinEditl.GuageEndColorsclRed;
BMSpinEditl.Values
BMSpinEdit 1 .GaugeAroundCenter;
end;
if TeTabControl l.Tab!ndex=7 then begin
BMSpinEditl. Min Value—0;
BMSpinEditl .GaugeMinValuesO;
BMSpinEdit 1 .MaxValues21;
BMSpinEdit 1 .GaugeMax Value:=21;
BMSpinEdit l.GaugeAroundCentersO;
BMSpinEditl.Precisions!;
BMSpinEdit 1. Increments!:
BMSpinEdit].GuageBeginColorsclTeal;
BMSpinEdit 1 .GuageEndColorsclRed;
BMSpinEditl.Values
BMSpinEditl .GaugeAroundCenter;
end;
end;
TeProgressBar 1 .Position sO;
```

```
end;
procedure TForm 1 .tefxButton lCHck(Sender:
TObject);
var
resl,x:string;
y,c:integer;
begin
if tefxButton I.Caption='O6HHCjiHTn' then
begin
y:=Tmnc(StrToFloat(resl));
ify<0theny:=0;
ify>100theny:=100;
If tefxRadioButton2.Checked then if y>50
then y:=50;
TeAdvancedLabel2. Caption :=inttostr(y)+'%';
TeProgressBar 1 .Position :=y;
end else begin
if TeTabControll.TabIndex<=7 then begin
a:=a+'+'+fioattostr(dan [TeTabControl I
.Tablndex+1,1])
+'*'+BMSpinEditl.Text+'A2+'+floattostr(dan[T
eTabCo
ntroll.TabIndex+l,2])+'*'+BMSpinEditl.Text+
'+'+fioat
tostr(dan[TeTabControl 1 .Tablndex+1,3]);
if TeTabControl 1 .Tablndex=7 then begin
a:=a+')/8r;
CalcGraphExpression(a,0,resl);
y:=Trunc(StrToFloat(resI));
ify<0theny:=0;
if y> 100 then y:= 100;
TeAdvancedLabel2.Caption :=inttostr(y)+'%';
TeProgressBarl.Position:=y;
tefxButtonl.Tag:=0;
tefxButton 1 .Caption:='O64ncjiHTH';
end else begin
TeTabControl 1 .TabIndex:=TeTabControI 1
.Tabindex+1
;
TeTabControl 1 Change(sender);
end;
end;
end
end;

procedure TForm I .tefxButton2Click(Sender:
TObject);
begin
Close;
end;
```

```
xsBMSpinEditl.Text;
CsTeTabControl I .Tablndex+1;
CalcGraphExpression(floattostr(dan[c, 1
])+'*'+x
+1A2+'+floattostr(dan[c,2])+'*'+x+'+t+floattostr(
d
an[c,3]),0,resl);
```

```
procedure TForml.tefxButton3Click(Sender:
TObject);
begin
TeTabControU .Tablndex:=0;
tefxButton 1 .Caption:='/Iajii';
a:='(';
end;
procedure
TForml.tefxRadioButtonlClick(Sender:
TObject);
begin
dan[l,l]:=-0.033;
dan[1,2]:=3.6363;
dan[l,3]:=0;
dan[2,l]:=-0.14;
dan[2,2]:=9.2;

dan[2,3]:=0;
dan[3,l]:=-0.3;
dan[3,2]:=!3.5;
dan[3,3]:=-50;
dan[4,l]:=-8;
dan[4,2];=-34;
dan[4,3]:=100;
dan[5,l]:=-2;
dan[5,2]:=28;
dan[5,3]:=0;
dan[6,l]:=-I.012;
dan[6,2]:=-7.2;
dan [6,3]:= 100;
dan[7,l]~-0.083;
dan[7,2]:=10.83;
dan[7,3]:=-250;
dan[8,l]:=-3.4;
dan[8,2]:=-38;
dan[8,3]:=100;
TeTabControl1 .Tabs.Clear;
TeTabControl1.Tabs.Add('Маса 6yjib6 (г)');
TeTabContro l1.Tabs.Add('Вміст кисню (%)');
TeTabControl1.Tabs.Add('Температура грунту
(C)');
```

```
TeTabControl1 .Tabs.Add('Вміст солей в грунті (%)');
TeTabControl1.Tabs.Add('Значення pH середовища (PH)');
TeTabControl1 .Tabs.Add('осмотичний тиск ґрунту (МПа)[1]);
TeTabControl1.Tabs.Add('Вологість грунту (%)');
TeTabControl1.Tabs.Add(Співвідношення амілоза/амілопектин[1]);
TeTabControl1 Change(Sender);
TeProgressBarl .Max:=l00;
tefxRadioButton 1.Checked :=true;
end;
procedure
TForm l.tefxRadioButton2Click( Sender: TObject);
begin
dan[l,l]:=-170;
dan[l,2]:=190;
dan[l,3]:=0;
dan[2,l]:=-9722;
dan[2,2]:=1416;
dan[2,3]:=0;
dan[3,l]:=-0.1l;
dan[3,2]:=1.5;
dan[3,3]:=45;
dan[4,l]:=0.15;
dan[4,2]:=-5.2;
dan[4,3]:=45;
dan[5,l]:=-0.01;
dan[5,2]:=1.65;
dan[5,3]:=-25;
dan[6,l]:=0.2;
dan[6,2]:=-6;
dan[6,3]:=45;
dan[7,l]:=-0.053;
dan[7,2]:=3.26;
dan[7,3]:=0;
dan[8,l]:=0.02;
dan[8,2]:=-2;
dan[8,3]:=50;
TeTabControl1.Tabs.Clear;
TeTabControl1.Tabs.Add('Інтенсивність світла');
TeTabControll.Tabs.Add('Вміст CO2 В nosiTpi');
TeTabControl] Tabs.Add('Водний дефіцит');
TeTabControl1.Tabs.Add(‘Продиховий onip');
TeTabControl 1 .Tabs.Add('Відносна вологість повітря[1]);
TeTabControl 1 .Tabs.Add(‘Onip рідинної фази');
TeTabControl1.Tabs.Add('Температура повітря');
TeTabControl1.Tabs.Add('Вміст O2 в повітрі');
TeTabControl 1 Change(Sender);
TeProgressBarl.Max:=50;
tefxRadioButton2.Checked:=true;
end;
end.
```

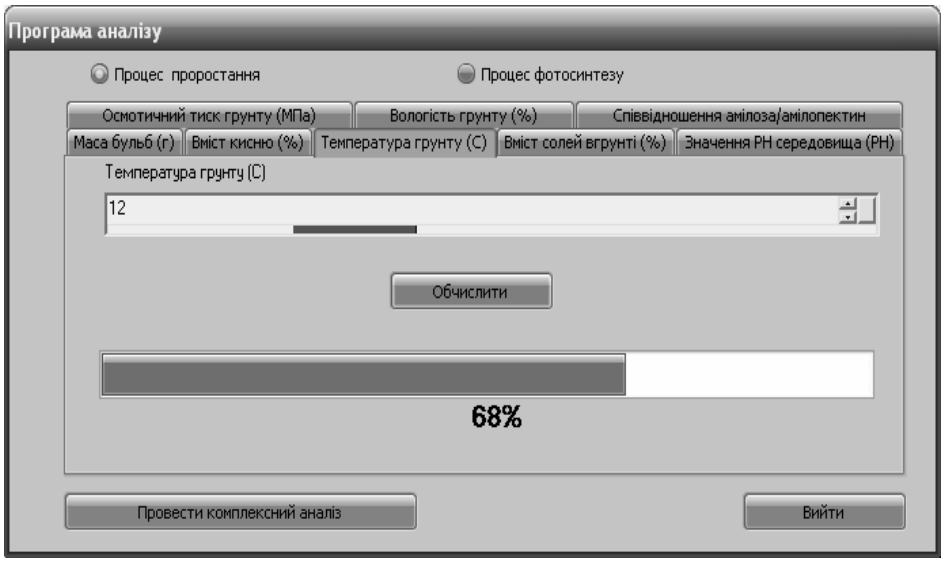

Рис 2. Програма для обчислення математичної моделі рівня фотосинтезу за динамічними змінами різних чинників

У порівняльних дослідженнях визначення інтенсивності фотосинтезу у C_3 рослин за допомогою богатоканальної установки [10] та запропонованого 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. Запропонований розрахунковий метод визначення фотосинтезу у C_3 рослин за умов багатофакторного впливу 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 // Тез. 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 1922-1926 гг. 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. II з'їзду Укр. тов-ва 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., Христовая Т. Е., Казакова С. М.* Определение типа фотосинтеза у растений по каталазной активности // Тези Міжнар. конф. "Питання біоіндикації і екології" (м. 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. *Христовая Т. Е., Казакова С. М., Пюрко О. Е.* Фотосинтез – одна из ключевых проблем человечества // Мат. II Міжнар. конф. "Ключевые аспекты научной деятельности – 2007" (г. Днепропетровск, 16-31 января 2007 г.). – Днепропетровск: Наука и образование, 2007. – Т. 4. Сер. "Медицина и биология". – С. 8-10.

20. *Христова Т. Є., Казакова С. М., Пюрко О. Є.* Фотосинтез: учора, сьогодні, в перспективі // Мат. XVII Междунар. симпозиума "Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье" (г. Алушта, 13-21 сентября 2008 г.). – Симферополь: Б.и., 2008. – С. 552-554.

21. *Христова Т. Є., Пюрко О. Є.* Еволюція газометричних методів реєстрації фотосинтезу // Вісник Донецького університету. Сер. А. Природничі науки. – 2006. – Вип. 2. – С. 261-267.

22. *Христова Т. Є., Пюрко О. Є.* 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.

24. *Численные методы*. – М.: Высш. шк., 1976. – 378 с.

25. *Шадчина Т. М., Гуляев Б. І., 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 ecopotential determination in plant physiology // Мат. Всеукр. конф. "Наукова спадщина академіка М. М. Гришка" (м. Глухів, 12-13 квітня 2005 р.). – Глухів: ГДПУ, 2005. – С. 207-209.

Христовая 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., Pyurko O. E. **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, C_3 photosynthesis, determination methods, one or many factors influences, mathematical expressions, general polynom, computer program.