

Egy mezőgazdasági vállalat fejlesztési terve

Az új gazdaságirányítási rendszer bevezetése megnövelte a vállalati tervezés jelentőségét és egyre inkább nélkülözhetetlenné teszi a távlati tervek kidolgozását az állami gazdaságokban és a termelőszövetkezetekben. Érthető tehát, hogy mezőgazdasági vállalataink komoly érdeklődést tanúsítanak a távlati tervezés problémái iránt és mind több gazdaságban készítenek ilyen terveket. A matematikai módszerek, köztük a lineáris programozás is jelentős segítséget adhatnak ebben a munkában.

A népgazdasági szintű, valamint az ipari ágazati és vállalati fejlesztési programok kidolgozásában a matematikai módszerek már hosszú idő óta eredményesen felhasználásra kerülnek. A fejlesztési terv elkészítése a mezőgazdasági vállalatoknál is hasonló problémák megoldását követeli meg. Meg kell határozni a rendelkezésre álló adottságok és feltételek figyelembevételével a termelésfejlesztés (termelési szerkezet, beruházások stb.) olyan programját, amely lehetőleg a legkedvezőbb eredményre vezet. Éppen ezért a mezőgazdasági vállalati tervezés során felhasználható matematikai modellek felépítése elvileg megegyezik az iparban alkalmazott modellekkel. Az alapvető azonosság ellenére azonban számos vonatkozásban sajátos megoldásra van szükség, és több speciális probléma jelentkezik.

A mezőgazdasági vállalatfejlesztési modellek sajátos vonásaiban a mezőgazdasági termelés természeti-technológiai, valamint társadalmi-gazdasági sajátosságai jutnak kifejezésre. A matematikai modellek összeállításánál ezek közül elsősorban az alábbiakkal kell számolni:

a) A mezőgazdasági termelő tevékenység *élelények* — növények, állatok — *élettevékenységével fonódik össze*, attól elválaszthatatlan. Az élő szervezetek sajátosságai a növekedés-fejlődés szakaszai, a termelés kritikus mozzanatai, a szaporulat szabályai, a növényi- és állatbetegségek elleni védekezés követelményei stb. a fejlesztési lehetőségek fontos meghatározói.

b) Az élő szervezetek termelési folyamatban játszott szerepével összefüggésben nagyon lényeges sajátosság a *termelési idő és a munkaidő különválása* a mezőgazdaságban, illetve a kézi munkaerő és a gépi munka felhasználás *idény-szerűsége*. Az év bizonyos hónapjaiban az átlagosnál jóval nagyobbak lehetnek a kézi és a gépi munka iránti igények, a téli időszakokban pedig a dolgozók foglalkoztatása, illetve az eszközök kihasználása okoz problémát.

c) A mezőgazdaságban a *föld* az ipartól eltérően nem csupán a termelés általános feltétele, színhelye, hanem a legfontosabb munkatárgy és munkaeszköz is. A vállalat rendelkezésére álló termőföld és annak minősége objektív adottságot jelent, amelyhez a gazdaság alkalmazkodni kénytelen.

d) Az élő szervezetek és a föld különleges szerepe miatt az *éghajlati, időjárás* tényezőknek a mezőgazdasági termelésre gyakorolt hatása rendkívül nagy. Ebből eredően a mezőgazdasági termelést, ezen belül különösen a növénytermesztést nem lehet az iparihoz hasonló pontossággal és biztonsággal tervezni. Különleges figyelmet kell tehát fordítani az éghajlati tényezők előre nem látható változásaiból eredő bizonytalanság csökkentésére, nem szabad elmulasztani az időjárás-alakulás különböző lehetőségeinek a figyelembevételét.

e) A mezőgazdaságban a *társadalmi munkamegosztás színvonala elmarad az ipartól*. A mezőgazdasági vállalatok sokféle, egymástól eltérő minőségű termék előállításával foglalkoznak. A sokágú, vegyes termelés az általános és ennek megfelelően a termelési eszközök jelentős része is univerzálisan hasznosítható. Így a fejlesztési elképzelések kidolgozása során nagyszámú termelési és egyéb tevékenységet indokolt számításba venni.

f) Végül feltétlenül speciális körülménynek tekinthető a mezőgazdaságban a *szövetkezeti gazdaságok léte* és e vállalatoknál az adott taglétszám megfelelő foglalkoztatásának a követelménye, valamint a szövetkezeti formával együtt járó számos egyéb társadalmi-gazdasági sajátosság (bruttó jövedelem-érdekeltség, a jövedelmek rendkívüli mértékű differenciáltsága stb.) is.

A mezőgazdasági vállalati fejlesztés lineáris programozási modelljének ismertetése során elsősorban azokra a sajátos vonásokra fordítjuk a figyelmet, amelyek a mezőgazdaság fenti sajátosságaival függenek össze, és amelyek a más területeken alkalmazott modellekhez képest speciális megoldást igényelnek.

1. A változók

A mezőgazdasági vállalatok tevékenysége, mint már említettük, sokrétű. Ennek megfelelően a termelésfejlesztési modellben szerepelhetnek:

- növénytermelési,
- állattenyésztési,
- feldolgozó és egyéb kiegészítő tevékenységeket kifejező,
- értékesítési és beszerzési,
- valamint egyéb változók.

Növénytermelési változóként célszerű figyelembe venni a növénytermelés mindazon ágait, amelyek jövedelmező bevezetésére a gazdaságban lehetőség kínálkozik, függetlenül attól, hogy az a tervekészítés időpontjában a vállalatnál megtalálható-e vagy sem. (Amennyiben valamely növény fajtaváltozatai is számításba jöhetnek, ezeket külön növényként kezeljük.) Minden növénytermelési ágat annyi változó képviseli, *ahány talajtípuson és technológiával* végezhető a termelés (például, ha a Bezostája búzafajta két talajtípuson és háromféle technológiával termelhető, úgy ezt a fajtát hat változó képviseli).

Állattenyésztési változót tenyésztési áganként annyit kell felvenni, *ahány féle épülettípus lehetséges és amennyi a tartási, takarmányozási lehetőségek száma*. (Például, ha a sertéshizlalás két különböző telepen folyik és kétféle új épület-típus megépítése jöhet számításba, valamint épülettípusonként a takarmányozás és tartás két megoldása képzelhető el, akkor nyolc sertéshizlalási változóra van szükség.)

A növénytermelési és az állattenyésztési változókat többféleképpen értelmezhetjük. Jelenthetik a növénytermelés és az állattenyésztés valamelyik ágát, vagy pedig a különböző végtermékeket. A növénytermelésben a két

megoldás nem okoz nagy különbséget, az állattenyésztésben azonban a két szemlélet a modell két eltérő felépítéséhez vezet. A kérdésnek természetesen csak módszertani jelentősége van, az eredmények szempontjából közömbös, hogy melyik megoldást választják. A gazdaságokban ágazati rendszerben terveznek, és a ráfordításokat így is tartják nyilván, azért ezt a megoldást célszerűbb alkalmazni.

A változók következő csoportja a *feldolgozó és egyéb kiegészítő tevékenységek* méreteinek tervezésére szolgál. Az egyszerűbb, kisebb jelentőségű feldolgozó tevékenységek (például a tej lefölözése) beépíthetők a növénytermelési és az állattenyésztési változókba is. Általában azonban a termékek feldolgozása tetemesen növelheti a jövedelmet. Ezért a gazdaság meglévő eszközeivel vagy új beruházással elvégezhető feldolgozó tevékenységet helyes önálló elemként kezelni. Hasonlóan külön változók képviselik mindazokat a kiegészítő tevékenységet is (például bér munkákat, szállítást, javítást, építést stb.), amelyek a gazdaság számára jövedelmet hozhatnak.

Az *értékesítési és beszerzési változók* segítségével az értékesítés és beszerzés különféle lehetőségeit építjük be a modellbe. Értékesítési változóra csak az olyan termékeknél van szükség, amelyeket a gazdaságon belül is felhasználunk, de egy részüket a gazdaság el is adhatja. Az értékesítési változók megbontathatók, ha a jövedelem nagysága az eladás irányától is függ. Beszerzési változókra csak a felhasznált mezőgazdasági eredetű anyagokkal, illetve felnevelt állatokkal kapcsolatban van szükség, amennyiben ezek gazdaságon belüli előállításuk is és megvásárlásuk is lehetséges, és dönteni kell a termelés és vásárlás között.

A modellben az említetteken kívül *egyéb változókra* is szükség lehet. Így oldható meg például a különböző traktortípusok egymással való helyettesítése. Változókkal kell jelképezni azokat a termelési tényezőket is, amelyeknek igénybevételét a fejlesztési program határozza meg (például, ha egy gazdaságban elegendő munkaerő van, azaz a szükséges létszám biztosítható, és a felesleg szabadon elbocsátható, olyan változókat kell beállítani, amelyek az egyes időszakok munkaerő-szükségleteit képviselik). Végül számos változóra lehet szükség számítástechnikai okokból is.

A változók kiválasztásával összefüggésben kell döntenünk a *mértékegységről** is. Ez a termelési tevékenységek sokszínűségével összefüggő módszertani probléma, amely a számítási eredményeket nem befolyásolja. De a mértékegységek jó megválasztása mégis nagyon fontos, mert jelentősen csökkentheti a feladat megkonstruálásának időigényét. A kérdés tehát az, milyen mértékegységekben fejezzük ki a változókat úgy, hogy a technikai koefficiensek kidolgozása minél könnyebb legyen.

A változók egységnyi mérete jellemezhető forintban vagy természetes mértékegységben, de felhasználhatók a termelési méret kifejezésére alkalmas egyéb mérőszámok is (például kh., évi átlagos állatlétszám, 1 db állat stb.). A modellhez szükséges adatok megszerzése akkor jár a legkisebb munkaráfordítással, ha az egyes mértékegységeket a vállalat tervezési és nyilvántartási rendszerével összhangban választjuk ki. A mezőgazdaságban a termelési ágakat termelő-

* Például, ha a növénytermelési változók mértékegysége a kh. ez azt jelenti, hogy ezekre eredményként kh-ban kifejezett számokat kapunk, illetve a technikai koefficiensek és a célfüggvény konstansai 1 kh-ra vonatkoztatott mennyiségek.

egységek szerint tervezik. Ennek megfelelően indokolt tehát a mértékegységeket is meghatározni.

Amennyiben a változók első csoportját (a növénytermelési tevékenységeket) x -szel jelöljük, a további csoportokat pedig (az állattenyésztési változókat) y -nal, (a feldolgozó és kiegészítő tevékenységeket) z -vel, (a beszerzési és értékesítési tevékenységeket) u -val, és (az egyéb változókat) v -vel, a változók jelölési rendszere a következő:

x_{def} = d -edik növényfajta e -edik technológiai variánsának területe kh -ban a gazdaság f -edik talajtípusán, illetve területrészén (az azonos növények különféle fajtáit külön növényeknek tekintjük), ahol

$d = 1 \dots l$; l = a modellben szereplő növényfajták száma;

$e = 1 \dots m$; m = a technológiai variánsok száma növényenként;

$f = 1 \dots n$; n = a figyelembe vett talajtípusok, illetve területrészek száma.

y_{gh} = a g -edik állattenyésztési tevékenység mérete évi átlagos létszámban kifejezve a h -edik típusú istállóban, az annak megfelelő tartási és takarmányozási körülmények között, ahol

$g = 1 \dots p$; p = az állattenyésztési tevékenységek száma;

$h = 1 \dots q$; q = a modellben szereplő tartási lehetőségek száma állatfajonként.

z_i = i -edik feldolgozó vagy egyéb kiegészítő tevékenység mérete a tevékenység jellegének megfelelő mértékegységben, ahol

$i = 1 \dots r$; r = a feldolgozó és kiegészítő tevékenységek száma a modellben.

u_j = a j -edik kereskedelmi tevékenység (beszerzés vagy értékesítés) volumene q -ban, db -ban, Ft -ban vagy egyéb mértékegységben, ahol

$j = 1 \dots s$; s = a kereskedelmi tevékenységek száma.

v_k = a k -edik egyéb tevékenység mérete a tevékenységnek megfelelő mértékegységben, ahol

$k = 1 \dots t$; t = az egyéb tevékenységek száma.

2. A korlátozó feltételek

A fejlesztési terv alakulására befolyást gyakorló tényezők száma a mezőgazdasági termelés sajátosságaiból eredően rendkívül nagy. Minden összefüggést, hatást természetesen a lineáris programozás alkalmazása esetén sem lehet figyelembe venni, mint ahogy a hagyományos tervező munkában sem teszik meg ezt. A matematikai modellben a fejlesztési programot komolyabb mértékben befolyásoló, tehát a tervezés szempontjából meghatározó jelentőségű összefüggések szerepelnek.

a) A rendelkezésre álló gépek, felszerelések, szállítóeszközök, a meglévő épületek a mezőgazdasági vállalatoknál is fontos alakítói a fejlesztési lehetőségeknek. Ezeket illetően a más területeken felhasznált modellekben alkalmazott megoldásokhoz hasonlóan kell eljárni. Korlátozó feltételként figyelembe vehetők a fontosabb gépek, eszközök kapacitásai, beépíthető a különböző géptípusok közötti helyettesítés lehetősége. Az idényszerűen használt gépek kapacitásait célszerű időszakonkénti bontásban megadni. Hasonló jellegűek a meglévő tárolóhelyekre vonatkozó korlátozó feltételek is. A mezőgazdasági vállalatok

speciális épületei az állati férőhelyek. A rendelkezésre álló állattartási épületek kapacitásai megszabják az új beruházások nélküli állattartás volumenét:

$$\sum_{g=1}^p i_{gh} y_{gh} \leq I_h$$

Ahol:

- i = egységnyi állattenyésztési tevékenység igénye a h -adik típusú férőhelyre,
- I_h = a h -adik férőhelytípus kapacitása.

A meglévő állati férőhelyekkel kapcsolatban gyakran szükség lehet a minimális kihasználás mértékének az előírására is.

b) Az *anyaggazdálkodási összefüggések* több korlátozó feltételt tesznek szükségessé. A termeléshez felhasznált anyagok jelentős része a szükséges mennyiségben és minőségben korlátlanul beszerezhető. Az ezekre vonatkozó korlátozást elegendő egyetlen feltételben forintra átszámítva megadni az anyagokra fordítható összeg rögzítésével. Az anyagok közül a mezőgazdaság sajátosságainak megfelelően kiemelten érdemes kezelni a műtrágyákat és a takarmányokat.

A *műtrágyákkal* kapcsolatban a nitrogén-, a foszfor- és a káliumtartalmú műtrágyák felhasználható mennyiségét rögzítjük a következő összefüggés szerint:

$$\sum_{d=1}^l \sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n n_{\alpha def} x_{def} \leq N_{\alpha}$$

Ahol:

- n_{α} = az egyes növénytermelési ágak igénye α fajta műtrágyából,
- N_{α} = az α fajta műtrágyából rendelkezésre álló mennyiség.

Valamivel bonyolultabb a helyzet a *takarmányoknál*. A takarmánymérleg összefüggései a növénytermelés és az állattenyésztés ágait kapcsolják össze. A takarmánytermelés és -vásárlás lehetőségei, az állattenyésztési ágak igényei mellett számolni kell a takarmányok értékesítésével is. A takarmányvásárlásra felhasználható pénzösszeget külön is érdemes korlátozni. A takarmánymérleg matematikai megfogalmazása:

$$\sum_{g=1}^p \sum_{h=1}^q t_{\beta gh} y_{gh} - \sum_{d=1}^l \sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n t_{\beta def} x_{def} + \sum_{j=1}^s t_{\beta j} u_j = 0$$

Ahol:

- $t_{\beta def}$ = az egyes növénytermelési ágak egy kh -ra vetített termelése a β takarmányféleségből,
- $t_{\beta gh}$ = egységnyi állattenyésztési tevékenységek igénye a β takarmányból,
- $t_{\beta j}$ = a kereskedelmi tevékenységek egységnyi volumene által biztosított ($t_{\beta j} < 0$) vagy elvont ($t_{\beta j} > 0$) β fajta takarmány.

c) A korlátozó feltételek következő csoportját a fejlesztési program legfontosabb *munkaerőgazdálkodási összefüggéseit* kifejező egyenlőtlenségek, illetve

egyenletek alkotják. A termelőszövetkezetekben és az állami gazdaságokban az év minden részében meghatározott élmunka-mennyiség áll rendelkezésre. Nyilvánvaló, hogy csak olyan fejlesztési program valósítható meg, amelynek munkaerő-igénye összhangban áll a lehetőségekkel. A munkaerő-kapacitások különösen a termelőszövetkezetekben befolyásolhatják a fejlesztési döntéseket. Ez esetben a modellbe be kell építeni az igénybe vehető munkaerő felső korlátját és a tagság bizonyos mértékű foglalkoztatásának követelményét is. Elképzelhető azonban az is — elsősorban a mezőgazdaság állami szektorában —, hogy az igényeket kielégítő munkaerő mindig rendelkezésre áll. Ilyenkor a munkaerőgazdálkodási korlátozó feltételekben a munkaerő-kapacitások nem konstans felső korlátként szerepelnek, hanem mint változók, amelyeknek az értékei megfelelnek az egyes időszakokban jelentkező igényeknek. Bizonyos foglalkoztatottsági kötöttségekkel azonban ilyenkor is számolhatunk, mivel az időszakonkénti munkaerőfelhasználás túl nagy ingadozásai az állami gazdaságokban is komoly problémákat okozhatnak. Az utóbbi típusú munkaerő összefüggések általános alakja (az ilyen feltételből annyi szerepel a modellben, ahány időszakra a kézi munkaerő-felhasználás szempontjából az évet bontjuk):

$$\sum_{d=1}^l \sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n m_{def} x_{def} + \sum_{g=1}^p \sum_{h=1}^q m_{gh} y_{gh} + \sum_{i=1}^r m_i z_i + \sum_{j=1}^s m_j u_j + \sum_{k=1}^t m_k v_k - v_m = 0$$

Ahol:

- m = az egyes tevékenységek egységnyi volumenének kézi munkaerő-igénye,
 v_m = az összes kézi munkaerő-szükséglet.

d) A fejlesztési program szempontjából nagy jelentőségű a *beruházási lehetőségek* alakulása. A rendelkezésre álló beruházási keretet elegendő csupán pénz formában feltüntetni, ha emögött rendelkezésre áll az építőipari kapacitás és a szükséges anyagot, gépet, felszerelést meg lehet vásárolni. A valóságban azonban legtöbbször az építési és beszerzési lehetőségek is korlátozzák a beruházási döntéseket. A beruházások megfelelő szerepeltetése a mezőgazdasági modelleknél is nagyon lényeges kérdés, bár meg kell jegyezni, hogy itt a beruházások korántsem olyan kizárólagos meghatározói a fejlesztésnek, mint az iparban.

e) A mezőgazdasági termelés egyik legfontosabb tényezője a termőföld. Éppen ezért a mezőgazdasági vállalati fejlesztési modellek fontos részét képezik a *földdel kapcsolatos* feltételek.

Mindenekelőtt elő kell írunk, hogy a növénytermesztés egészének volumene nem haladhatja meg a rendelkezésre álló földterület nagyságát és a minőségi megoszlásból eredő lehetőségeket. Képletben kifejezve:

$$\sum_{d=1}^l \sum_{e=1}^m x_{def} \leq T_j$$

Ahol:

- T_j = az f -edik talajtípus (területrész) nagysága.

A gazdaság földterületének különböző részei az eltérő fizikai, kémiai, fekvésbeli adottságokból eredően más és más feltételeket biztosítanak a növénytermelés számára. A talajtani adottságok bizonyos termelési ágak maximális méretét is eleve meghatározhatják. Tegyük fel, hogy a k -adik növényfajta a h -adik talajtípuson termesztendő, ez esetben:

$$\sum_{e=1}^m x_{keh} \leq T_h$$

Ahol:

T_h = a h -adik talajtípus területének nagysága.

Az öntözhető földterület megszabja az öntözési technológiák alkalmazásának lehetőségét. (Az öntözési kapacitások talajtípusonként is megbonthatók.) Az öntözési kapacitásokra vonatkozó korlátozás, feltételezve, hogy valamennyi növényfajtanál az e -edik az öntözési technológia, általános alakja:

$$\sum_{d=1}^e \sum_{f=1}^n x_{def} \leq \ddot{O}$$

Ahol:

\ddot{O} = az öntözhető terület nagysága.

A talaj termőerejének fenntartása minden mezőgazdasági vállalatnál fontos követelmény. A műtrágya-felhasználás hazánkban elért viszonylag magas szintjén sem nélkülözhetők teljesen a szerves trágyák. Ma még a legtöbb gazdaságban szükség van szervestrágyázásra is. Ehhez a trágyát az állattenyésztési ágak adják, vagy pedig vásárolni kell. A szervestrágya-szükséglet fedezése a következő feltétellel oldható meg:

$$\sum_{g=1}^p \sum_{h=1}^q f_{gh} y_{gh} + u_f = F$$

Ahol:

- f = egységnyi állattenyésztési tevékenység által biztosított szervestrágya-mennyiség,
- u_f = a vásárolt ($u_f > 0$) vagy értékesített ($u_f < 0$) szerves trágya mennyisége,
- F = szervestrágya-szükséglet.

f) A mezőgazdaság természeti technológiai sajátosságai miatt a modellben nagyszámú olyan feltételt is szerepeltetni kell, amelyek a legfontosabb biológiai, agronómiai jellegű megkötöttségeket fejezik ki.

A növénytermelés egyes ágainak méretét bizonyos esetekben szabályozni kell, mert:

- gazdaságaink jelentős része még nem áll a kemizálás, a műtrágya-felhasználás olyan fokán, hogy a vetési sorrendet, mint a talajerő fenntartásának fontos tényezőjét teljesen figyelmen kívül hagyhatná;
- a kártevők, valamint az időjárás előre nem látható ingadozásai elleni védekezés érdekei is meghatározhatnak bizonyos ágazati arányokat.

A biológiai-feltételek főbb típusai a növénytermelés területén:

- a d -edik növényféle területének korlátozása:

$$\sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n x_{\text{def}} \begin{matrix} \leq \\ > \end{matrix} B$$

Ahol:

B = a d -edik növényféle agronómiai kötöttségek által meghatározott legkisebb vagy legnagyobb területe;

— a d -edik növényféleség e -edik technológiájának alkalmazására vonatkozó előírás:

$$\sum_{f=1}^n x_{\text{def}} \begin{matrix} \leq \\ > \end{matrix} C$$

Ahol:

C = az e -edik technológia alkalmazásának agronómiai szempontból megkövetelt maximális vagy minimális mérete;

— a d és a $d + 1$ növényféleség közötti összefüggés:

$$\sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n x_{\text{def}} - \sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n b_{x_{(d+1)\text{ef}}} \begin{matrix} \leq \\ > \end{matrix} 0$$

Ahol:

b = a d és a $d + 1$ növényféleség biológiai sajátosságok miatt feltétlenül megkövetelt arányát kifejező koefficiens.

Az állattenyésztésben a biológiai összefüggések még bonyolultabbak. Az állatállomány tervezett szaporulati és állományváltozási adatai alapján (milyen időszakot tölt egy állat az egyes kor és hasznosítási csoportokban, milyen arányú az elhullás és kiselejtezés stb.) az állatvásárlási lehetőségeket figyelembe véve meg kell fogalmazni:

— a tenyésztés, a növedéknevelés és a hizlalás összefüggéseit;

— a kiselejtett tenyészállomány pótlásának követelményeit.

Amennyiben feltételezzük, hogy a g , a $g + 1$ és a $g + 2$ állattenyésztési tevékenységek egy azonos állatfajon belül a tenyésztést, a továbbtenyésztésre történő növedéknevelést és a hizlalást szimbolizálják, az állattenyésztés biológiai jellegű feltételeinek főbb típusai a következők:

— a saját szaporulat felnevelésének előírása:

$$\sum_{h=1}^q q_1 y_{gh} - \sum_{h=1}^q q_2 y_{(g+1)h} - \sum_{h=1}^q q_3 y_{(g+2)h} \leq 0$$

Ahol:

q_1 = egységnyi tenyészállat szaporulata,

q_2, q_3 = a növedéknevelés és a hizlalás állatigényét kifejező koefficiens;

— a kiselejtett tenyészállatok pótlására vonatkozó feltétel:

$$\sum_{h=1}^q p_1 y_{gh} - \sum_{h=1}^q p_2 y_{(g+1)h} + u_p = 0$$

Ahol:

p_1 = a tenyészállat kiselejtezés arányszáma,

- p_2 = egységnyi növendéknevelés által felnevelt tenyészállat,
 u_p = vásárolt ($u_p < 0$) vagy értékesített ($u_p > 0$) tenyészállatok száma
 — a növendéknevelési lehetőség felső határának rögzítése:

$$-\sum_{h=1}^q q_2 y_{(g+1)h} + \sum_{h=1}^q K y_{gh} + u_k = 0$$

Ahol:

K = tenyészcélú növendéknevelésre alkalmas állatok aránya az összes szaporulaton belül,

u_k = növendéknevelésre alkalmas vásárolt ($u_k > 0$) vagy eladott ($u_k < 0$) állatok száma;

- a hizlalás, a növendéknevelés és az állatvásárlások (eladások) összefüggése:

$$\sum_{h=1}^q q_1 y_{gh} - \sum_{h=1}^q q_2 y_{(g+1)h} - \sum_{h=1}^q q_3 y_{(g+2)h} + u_k + u_h = 0$$

Ahol:

u_h = hizlalásra vásárolt ($u_h > 0$) vagy eladott ($u_h < 0$) állatok száma.

g) Végül mérlegelni kell *egyéb megkötöttségeket* is. Ezek a gazdaság valamilyen speciális adottságát, értékesítési, gazdaságpolitikai vagy más kötöttségét fejezhetik ki (pl. a halmozott bruttó termelési érték bizonyos szintjének, meghatározott mennyiségű kenyérgabona megtermelésének stb. az előírása.)

3. A célfüggvény

A lineáris programozási feladat célfüggvénye a modellben megfogalmazott probléma megoldását meghatározó gazdasági célkitűzés matematikai kifejezése. Modellünk célfüggvényét tehát a távlati fejlesztés alapvető gazdasági céljának megfelelően kell kiválasztani.

Először azt kell tisztázni, hogy a gazdaság a fejlesztési időszakban mit tekint fő gazdasági céljának és melyik közgazdasági kategória maximalizálása vagy minimalizálása fejezi ki ezt legjobban. E kérdést a gazdaság társadalmi-gazdasági sajátosságai és ezen belül elsősorban anyagi érdekeltségi rendszere döntik el.

Állami gazdaságainkban a jelenlegi irányítási és anyagi érdekeltségi rendszerben a vállalati érdek a minél nagyobb tömegű nettó jövedelem (vállalati eredmény) eléréséhez kapcsolódik. A gazdaságfejlesztés alapvető célja tehát a tiszta jövedelem lehetőségeihez mérten maximális mértékű növelése, vagyis a *nettó jövedelem maximálása*.

A termelészövetkezetekben megítélésünk szerint az egy tagra eső bruttó jövedelem maximális mértékű növelése a gazdaságok központi törekvése. Ennek megfelelően a termelészövetkezetek fejlesztésére vonatkozó számításoknál a *bruttó jövedelem maximálásáé* az elsőbbség. A bruttó jövedelem tömegének a maximumához kapcsolódó fejlesztési program — mivel a földterület és a taglétszám a termelészövetkezetekben viszonylag állandó — az adott gazdaságokban egy kh-ra és egy tagra vonatkoztatva is maximális bruttó jövedelmet ad.

A célfüggvény a következő általános alakban írható fel:

$$\sum_{d=1}^l \sum_{e=1}^m \sum_{f=1}^n J_{def} x_{def} + \sum_{g=1}^p \sum_{h=1}^q J_{gh} y_{gh} + \sum_{i=1}^r J_i z_i + \sum_{j=1}^s J_j u_j + \\ + \sum_{k=1}^t J_k v_k = \max!$$

Ahol:

J = az egyes tevékenységek egységnyi volumenéhez tartozó bruttó vagy nettó jövedelem összege.

4. A véletlen tényezők hatásának csökkentése

A matematikai módszerrel számított optimális fejlesztési program a modell összeállításánál figyelembe vett ár- és hozamadatoktól és kapacitásoktól függ. A termelés természeti-technológiai sajátosságai, az időjárás különleges szerepe, valamint az árak előre nem látható mozgása miatt a mezőgazdaságban a tervek több variánsa egyaránt reálisnak tekinthető. Megalapozott döntés csak együttes mérlegelésük alapján hozható. A matematikai módszerek is csak akkor adhatnak igazán segítséget a mezőgazdaság vezetőinek, ha mód van a fejlesztési program minél több változatának a kiszámítására.

A modell összeállításánál ismertnek tekintett költség- és ár-, de különösen a hozam adatok a valóságot csak durván közelítik, hiszen nagy eltérésekkel lehet számolni. A tervezettől eltérően alakulhat a rendelkezésre álló kapacitások nagysága is. Válaszolnunk kell arra, hogyan érintik ezek a változások az optimális programot, meddig tekinthető optimálisnak a fejlesztés egy variánsa és melyek a változások fő tendenciái. Ez a probléma az alapmodellhez kapcsolódó *érzékenységi vizsgálatokkal* oldható meg.

Az érzékenységi vizsgálatok nagymértékben megnövelik a fejlesztéssel kapcsolatos ismereteinket, csökkentik a véletlen tényezőkkel kapcsolatos bizonytalanságot. Megteremtik annak a lehetőségét, hogy a gazdaság vezetői szinte teljes egészében figyelembe vegyék a feltételek megváltoztatásában rejlő lehetőségeket és ennek alapján hozzák meg végső döntésüket.

5. A modell alkalmazásának tapasztalatai

Az előzőekben ismertetett modell alapján dolgoztuk ki az *Orosházi Állami Gazdaság fejlesztési tervét*. A munka tapasztalatai egyértelműen bebizonyították, hogy a lineáris programozás nagyban segítheti a mezőgazdasági vállalat tervező munkáját is, és a korábbiaknál pontosabb tervet állíthatunk össze.

A modell megoldása révén kapott eredmények közvetlenül megadták a gazdálkodás optimális fejlesztési programjának legfontosabb elemeit, mégpedig:

- a) a termelés legkedvezőbb szerkezetét, vagyis
 - az árunövénytermelés összetételét;
 - az állattenyésztés szerkezetét, az egyes állattenyésztési ágak méretét;
 - az állattenyésztéshez kapcsolódó takarmányozási programot;
 - a mezőgazdasági termelést kiegészítő feldolgozó és egyéb tevékenységek méretét;

b) az értékesítendő feldolgozatlan és a gazdaságon belül feldolgozott növényi és állati termékek mennyiségét, az értékesítendő állatok számát, valamint a fontosabb vásárlások (takarmányok, hízóalapanyag stb.) volumenét, tehát a gazdaság *értékesítési és beszerzési programját*;

c) a *növénytermesztés technológiai fejlesztésének fő irányait*, a növénytermelési ágakban szóba jövő technológiai megoldások közül a legkedvezőbb változatokat, illetve a különböző technológiai variánsok optimális arányait;

d) az állattenyésztésben alkalmazandó *tartási módokat* és a legkedvezőbb *épülettípusokat*;

e) a *földhasznosítás optimális programját*, tehát a növénytermesztési ágaknak, illetve azok technológiai variánsainak az elosztását a gazdaság talajtípusai között;

f) a *pénzeszközök legésszerűbb felosztási módját* a növénytermelés, az állattenyésztés és a feldolgozó, valamint az egyéb tevékenységek között;

g) A rendelkezésre álló *erőforrások felhasználási területeit* és kihasználásuk mértékét;

h) az optimális termelési programhoz kapcsolódó *munkaerő-, vonóerő-, műtrágya- és takarmánymérleget*;

i) a *realizálható vállalati eredmény* (bruttó vagy nettó jövedelem) *maximális nagyságát* és a halmozott bruttó termelési érték szintjét.

Az érzékenységi vizsgálatok során (összesen 19 tervváltozatot számítottunk ki) tisztáztuk a legfontosabb változó tényezők várható ingadozásainak a hatásait is.

(*Beérkezett: 1969. VI. 5.*)

IRODALOM

- [1] CSETE, L.—TÓTH, B.: A takarmánytermelés és az állattenyésztés arányainak és szerkezetének meghatározása a lineáris programozás segítségével. Gazdálkodás, 1963. 4. sz.
- [2] HEADY, E. O.: A tervezési, döntési eljárások, valamint a környezet szintézise. 1968. június 24. és júl. 4. között Keszthelyen tartott Nemzetközi Szemináriumon elhangzott előadás. (Kézirat.)
- [3] HEADY, E. O.—CANDLER, W.: Linear Programming Methods, Iowa State College.
- [4] KRAVCSENKÓ, R. G.: Ökonometrikus modellek alkalmazása a mezőgazdasági üzemek tervezésében és irányításában. 1968. jún. 24. és júl. 4. között Keszthelyen tartott Nemzetközi Szemináriumon elhangzott előadás. (Kézirat.)
- [5] KORNAI, J.: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. Budapest, 1965. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- [6] KREKÓ, B.: Matrix-számítás. Budapest, 1965. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- [7] SEBESTYÉN, J.: Optimumszámítások alkalmazása a legkedvezőbb termelési szerkezet meghatározására. MTA Mezőgazdasági Üzemtani Intézet Közleményei, 1960. 19. sz.
- [8] SEBESTYÉN, J.: Matematikai módszerek alkalmazása a mezőgazdasági termelés szolgálatában. Budapest, 1962. Akadémiai Kiadó.
- [9] TÓTH, J.: A termelési szerkezet és a források optimumának meghatározása. Statisztikai Szemle, 1969. 5. sz.

DEVELOPMENT PLAN FOR AN AGRICULTURAL FIRM

The paper discusses a programming model which enables to work out the main features of agricultural firm's development plans. Its structure is essentially identical with those applied in the industry. In spite of this similarity, a fair deal of special problems arise. How to solve these problems, which come from the specific circumstances of agriculture, is the main concern of the author.

The activity of agricultural firms is many-sided. Correspondingly, the model contains *variables* which represent plant cultivation, animal husbandry, manufacturing and complementary activities, selling, purchasing and others.

Among the *constraints*, like in models applied to other branches, we find equations and inequalities expressing scarcity of machines, equipment, premises, investment funds, raw materials and manpower.

A special task is to formulate mathematically the constraints which refer to *land* and to *biological* relations due to the role played by living organisms in production. Therefore constraints which refer to the quality and quantity of land available, to the possibilities of irrigation and to maintaining the productive capacity of soil, all form important part of the model. Many constraints are necessary to express the proportions of plants required by crop rotation and for parasite control, as well as the fodder balance which connects plant cultivation and animal husbandry. The most interesting part of the model is the mathematical expression of the biological relations of animal husbandry, which control the interdependence among breeding, raising the young animals, fattening, selling and buying of animals and the complementing of the breeding stock.

In the *objective function* of the models of agricultural firms a distinction must be made according to differences in the incentive systems, and, therefore, with cooperative farms the gross income while with state-owned farms the net income is to be maximized.

The paper emphasizes the significance of sensitivity analysis in lessening the uncertainty due to the effect of random factors which are particularly numerous in agriculture. Finally, experiences with the practical application of the model are briefly summarized.

ПЛАН РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье представляется модель линейного программирования, при помощи которой можно разработать основные взаимозависимости планов развития сельскохозяйственных предприятий. Построение моделей развития сельскохозяйственных предприятий в принципе соответствует конструкции моделей, применяемых для аналогичных целей в промышленности. Однако вопреки их существенной тождественности возникает и ряд специфических проблем. Автор детально останавливается именно на этих специфических решениях, связанных с условиями сельского хозяйства.

Деятельность сельскохозяйственных предприятий весьма многообразна. В соответствии с этим в модели фигурируют *переменные* относительно сбыта и закупок, переменные, выражающие деятельности по растениеводству, животноводству, обрабатывающие и прочие дополняющие деятельности, а также прочие переменные.

В числе *ограничивающих условий* подобно применяемым в других областях моделям фигурируют имеющиеся в распоряжении машины, механизмы, средства транспорта, параметры имеющихся зданий, возможные капиталовложения, материалы, а также рабочая сила, в виде выражающих взаимозависимости равенств или же неравенств.

Специфическую задачу представляют собой математическая формулировка *биологических взаимозависимостей, связанных с землей* и с ее ролью в производстве живых организмов. Таким образом, важное место занимают в модели ограничивающие условия, фиксирующие количество и качество имеющихся в распоряжении земель, устанавливающие границы орошаемого производства и обеспечивающие поддержание плодородия почвы. Включения ряда ограничивающих условий требуют также пропорции растениеводства, обусловливаемые севооборотом и защитой от вредителей, а также взаимозависимости баланса кормовых, связывающего между собой отрасли растениеводства и животноводства. Наиболее интересную часть описываемой модели представляет собой математическое выражение биологических взаимозависимостей животноводства, в рамках которого определяются взаимосвязи между разведением, воспитанием молодняка, откормом и продажей, а также закупкой скота и птицы, и, кроме того, требования по замене племенных животных.

В *целевой функции* моделей развития сельскохозяйственных предприятий следует в соответствии с их материальной заинтересованностью предписывать максимизацию валового дохода — в производственных кооперативах и чистого дохода — в государственных хозяйствах.

Автор подчеркивает в статье, насколько важно исследование т. н. *чувствительности* при сокращении неопределенности, связанной с воздействием случайных факторов, имеющих место в сельском хозяйстве особенно часто. В заключении кратко обобщается и опыт практического применения модели.