

HERBAL

Heuristic Evolutionary
Rule-Based Artificial Life

P.Bartoš

HERBAL – A-Life

- **CHRISTOPHER G. LANGTON (1992)**

Artificial Life - a new discipline that studies "natural" life by attempting to recreate biological phenomena from scratch within computers and other "artificial" media. A-life complements the analytic approach of traditional biology with a synthetic approach: rather than studying biological phenomena by taking living organisms apart to see how they work, we attempt to put together systems that behave like living organisms.

CHRISTOPHER G. LANGTON : A-Life

- nature is fundamentally parallel
- living systems are highly distributed, and quite massively parallel
- **genotype** to refer to any largely unordered set of low-level rules
- **phenotype** to refer to the behaviors and/or structures that emerge out of the interactions among these low-level rules when they are activated within the context of a specific environment
- bottom-up approach to the generation of behavior
- intelligent **behavior** (v. intelligent solution in AI)

CHRISTOPHER G. LANGTON : A-Life

„We cannot determine the PHENOTYPE that will be produced by an arbitrary GENOTYPE by inspection alone. We must "run" the GENOTYPE in the context of a specific environment, and let the PHENOTYPE develop in order to determine the resulting structure and its behavior.“

A-Life

- Evolúcia a A-life
 - evolučné algoritmy (fitness ?)
 - open-end - nie je (explicitne) stanovený cieľ
 - interakcie medzi jedincami v populácii
(nevyhodnocuje sa každý jedinec izolovane!)
 - dynamika populácie
 - komplexné časopriestorové vzťahy

HERBAL - koncept

- <http://www2.fiit.stuba.sk/~bartos/HERBAL/HERBAL-Paper2.htm>
september 2010 - draft! [1]
- genotype (DNA) : (neusporiadaná) **sada pravidiel**
- jeden gén = jedno pravidlo
- *AK podmienka/y POTOM akcia/e*
- *AKCIA* – aj reprodukcia/replikácia jedincov (**genotypu**)
s mutáciami - **evolúcia**
- *PODMIENKA* – test, vnem, senzor
- **heuristické** – pravdepodobnostné, intuitívne, získané
praxou/skúsenosťou, pokusmi a omylmi
- **HERBAL**

HERBAL-G (koncept)

- zberači potravy (gatherers)
- svet – 2D – mriežka s koncom a múrmi
- základná sada akcií
 - NILL, NOOP
 - TURL, TURR, TUTU, CLON, CROS
- základná sada podmienok/testov
 - NIL, FAL
 - FOO, EOW, FRN, EMP (, ENM)

HERBAL-G (koncept)

- AKCIE – atribúty
 - trvanie (čas (ticks))
 - energia (spotreba, potrava)
 - podmienka úspešnosti vykonania (precondition)
 - dodatočná energia (výdaj) pri neúspechu akcie - penalizácia

HERBAL-G (koncept)

- jedinec / organizmus – **HERB** ((c):-)
 - DNA (chromozóm) – konkrétna sada pravidiel
 - dĺžka (počet pravidiel) konšt. (param)
 - energia, vitalita, hlad (zozbieraná potrava)
 - ak ENERGIJA ≤ 0 , potom SMRŤ hladom
 - vek
 - pozícia (vo svete)
 - orientácia/natočenie (LRUD, NSW E)

HERBAL-G (koncept)

- potrava
 - „kapusta“ – nehýbe sa
 - konštantná energetická hodnota (param)
 - vyrastie raz za (uhorkovú) sezónu (param) na (náhodnom) prázdnom mieste sveta
 - zostáva tam natrvalo, až pokiaľ nie je nejakým herbom pozberaná (harvestovaná/zožatá)
 - viac (4) spôsobov rastu potravy (param)

HERBAL-G (koncept)

- svet (HERBAL-G)
- inicializácia (param)
 - počiatočný počet herbov (náhodná DNA)
 - všetky testy a akcie v pravidlách rovnako pravdepodobné
 - počet(nosť) potravy a jej energetická hodnota
 - veľkosť a topológia sveta (rozmery + múry)
 - hladina mutácií
 - konkrétna (pod)množina podmienok a akcií
 - RULESTRATEGY – spôsob vyhodnocovania genómu (DNA) – (4)
 - FOODSTRATEGY – spôsob rastu potravy (4)

HERBAL-G RULESTRAT

- 4 stratégie/spôsoby vyhodnocovania (skenovania, testovania) pravidiel
 - plne náhodná (plne prírodná) – vždy testuje náhodné pravidlo (=3)
 - polonáhodná (tiež inšpirovaná prírodou) – najprv náhodné, potom sekvečne až pokiaľ sa nenájde match (=2)
 - sekvenčná (computer-like), začne na začiatku a stále pokračuje ďalej (program counter) (=0)
 - „urputno-sekvenčná“ – vždy od začiatku (=1)

HERBAL-G FOODSTRAT

- 4 spôsoby rastu potravy - úroda
 - konštantný – vždy (začiatkom sezóny) sa doplní počet potráv na konštantu (param)
 - fluktuujúci/driftujúci – skoro konšt. -2, 0, +2 %
 - dynamický - ~ voľnej ploche a počtu zvyšných potráv z minulej úrody
 - veľmi dynamický – dtto ako dynamický so strmšími koeficientami

HERBAL-G – implem.

- júl- august 2010 – v.1 (1C1A, basic condition set)
- MS C#, .NET
- rýchlosť, efektívnosť, (simulovaný) paralelizmus (ticks)
- vizualizácia, záznam a vyhodnotenie dát
- experimenty, pokusy
- december 2010 - január 2011 – v.2
 - extended condition set – „senzor hladu“ (ENERGY LVL: E0-E3)
 - 2 conditions + 1 action rule – 2C1A
 - + GUI upgr., reporting, ...
- okt 2010 - máj 2011 : TP19 Herbovia – študentský projekt – podľa špecifikácií [1] a použ. požiadaviek (PB)
<http://labss2.fiit.stuba.sk/TeamProject/2010/team19is-si/index.html>

HERBAL-G – experimenty

- čo môžeme sledovať?
 - pohyb a správanie sa herbov (fenotyp)
 - makro veličiny – celá populácia (herb, potrava) vždy na konci sezóny („cenzus“),
 - herbov : počet, vek, energia - AVERAGE, STDEV
 - potravu : počet - celková úroda, zber
 - DNA (genotyp) : populácie (cnt podmienky, akcie)
 - individuálne veličiny jednotlivých herbov
 - DNA – detailne
 - „inteligencia“ DNA – „skórovanie“ pravidiel ?

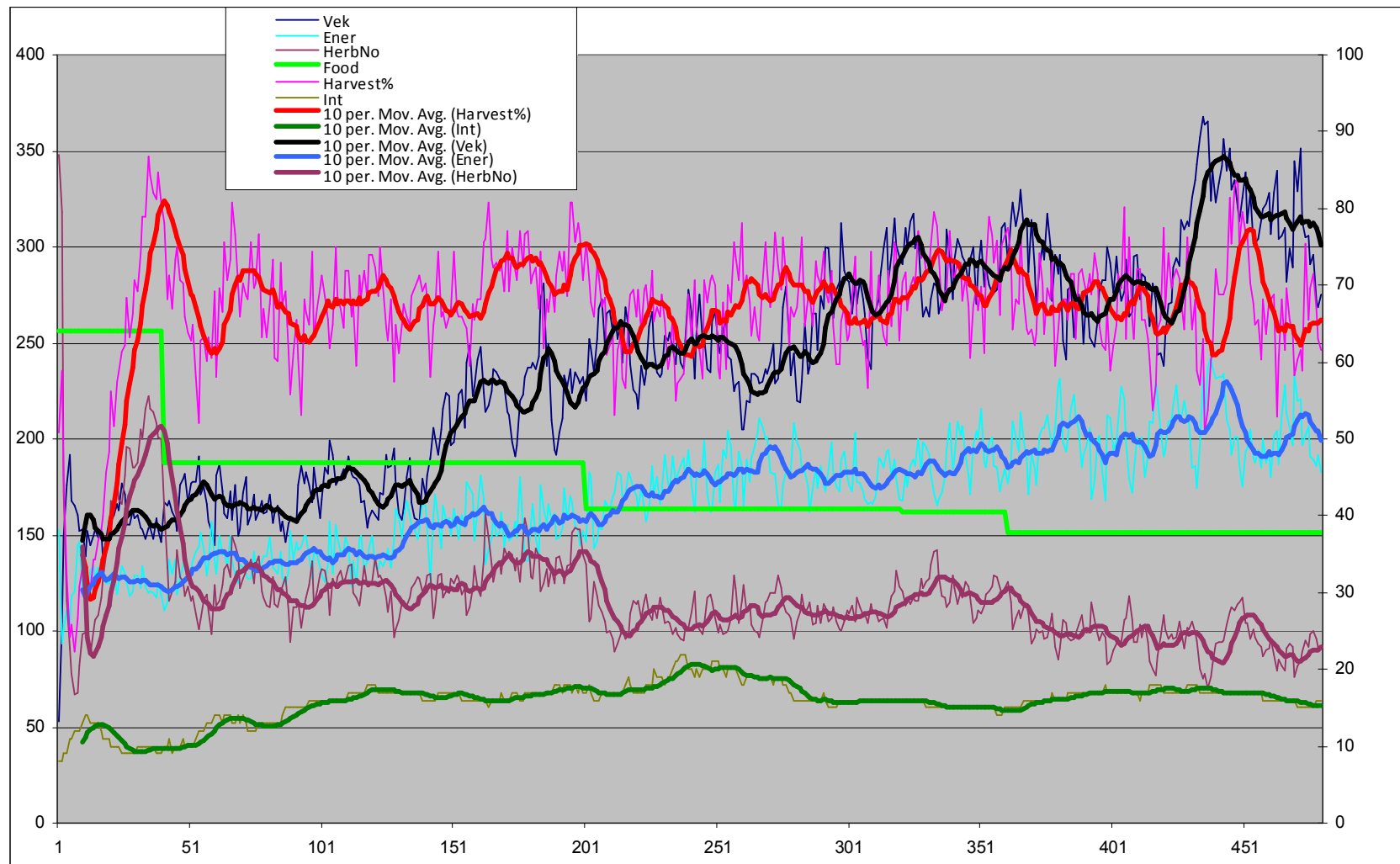
HERBAL-G – experimenty

- VÝVOJ/POKROK ? – čo to je?
- Čím sa dá na úrovni sledovateľných veličín (fenotyp) charakterizovať pokrok?
- Cieľ/SMER evolúcie? PB1
- Čo je cieľom (zmyslom) ŽIVOTA (baktérie, PB2 rastliny, chrobáka, zvieratá ako jedinca/druhu)?
- NE/VYHYNUTIE – v (štatist., pravdepod.) závislosti od parametrov SVETA
- úloha (šťastnej) náhody !! PB3
- ?

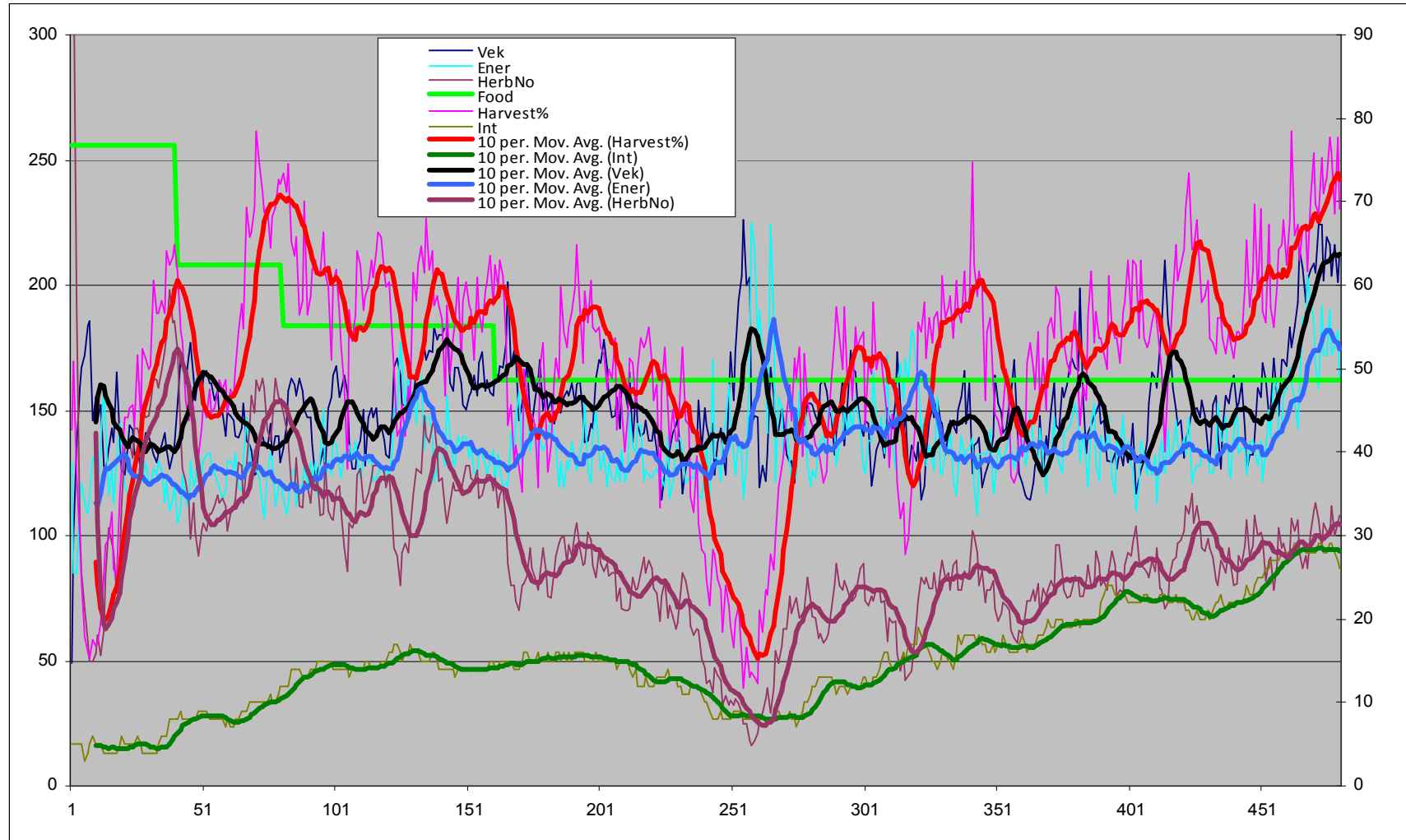
Slide 16

- PB1** Ludvík Souček - vrcholom evolúcie života vo vesmíre sú nepochybne hviezdy popmusic.
PBa; 19. 4. 2011
- PB2** Zmyslom života je život sám.
PBa; 20. 4. 2011
- PB3** Život je jen náhoda - Werlich a Voskovec
PBa; 26. 4. 2011

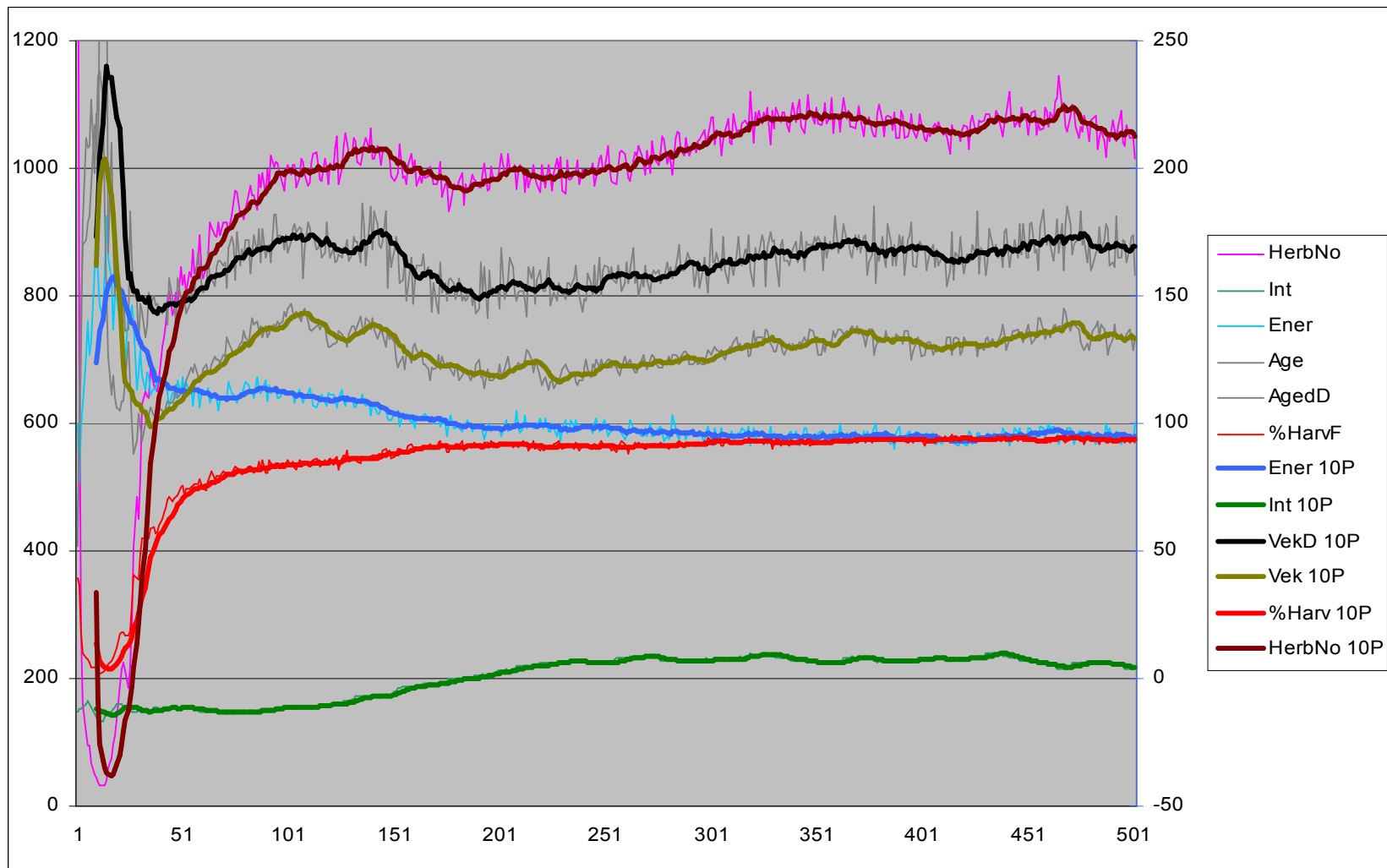
RULESTR=2, SIZE=STD, 1C1A, MUTR=1, GenNo=70,
 HerbsNo=256, FoodE=140, FOODSTR=0, Season=64
 CORREL(Vek, Int)=0.47



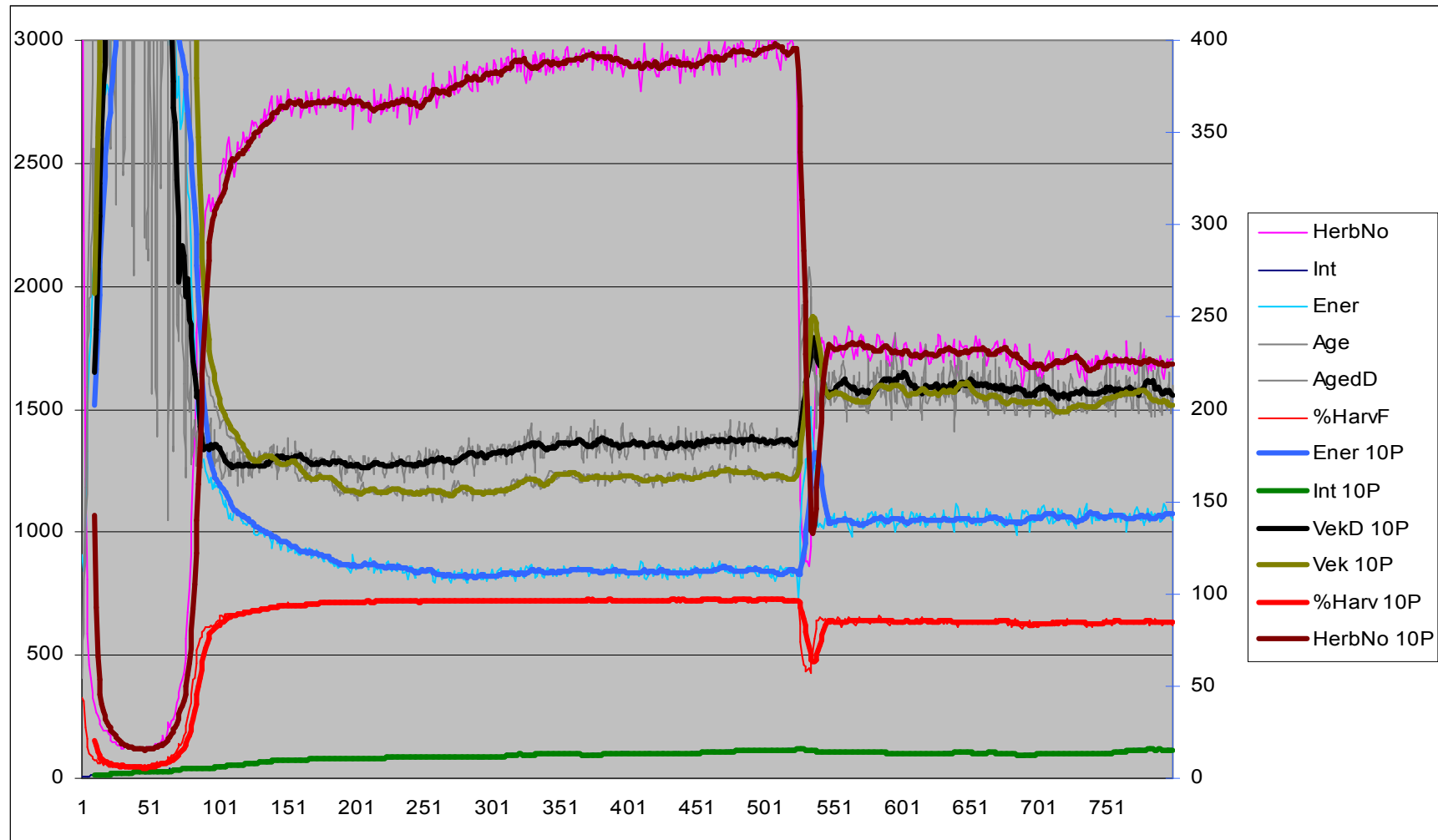
RULESTR=2, SIZE=STD, 1C1A, MUTR=2, GenNo=70,
HerbsNo=256, FoodE=140, FOODSTR=0, Season=64



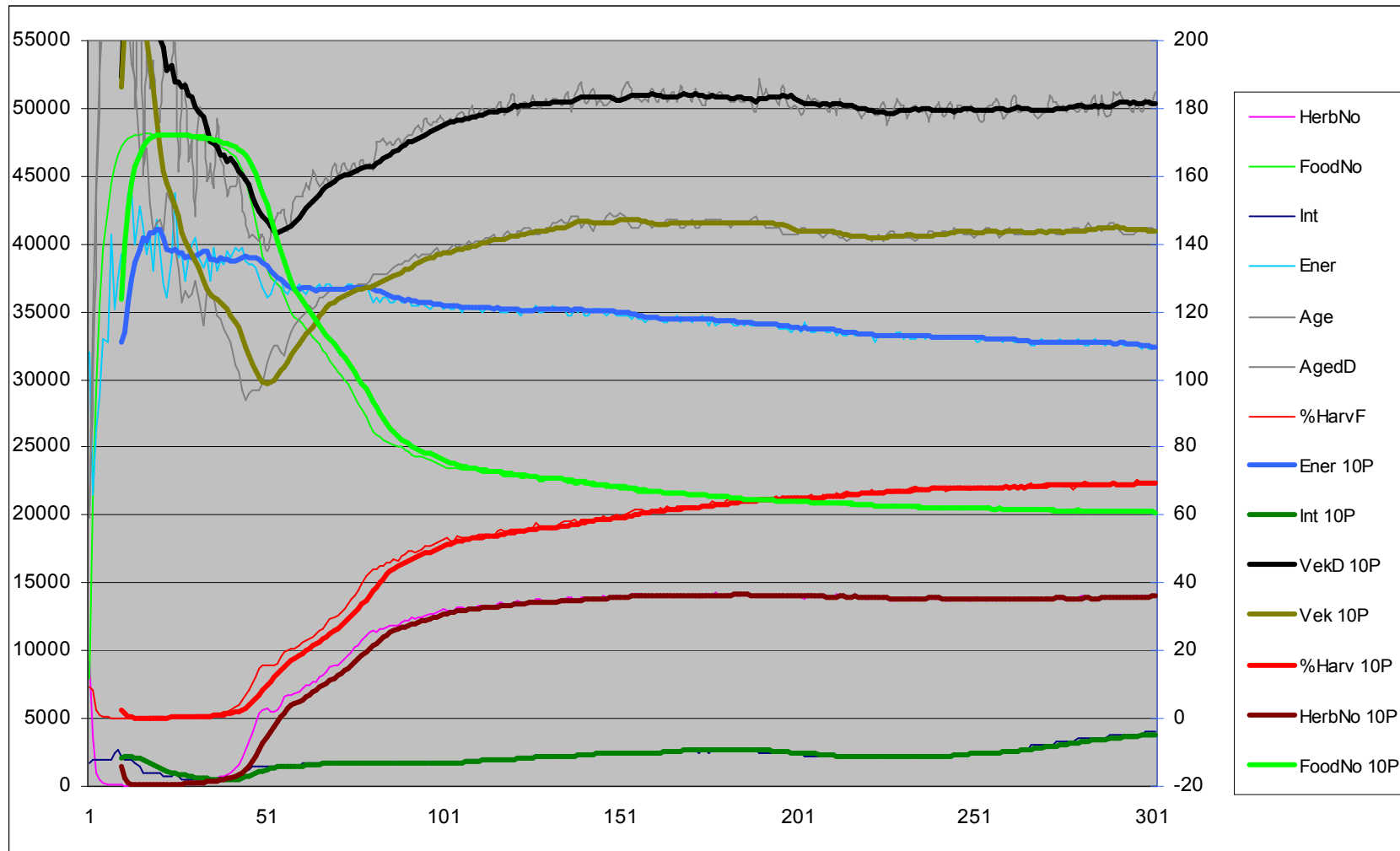
RULESTR=2, SIZE= $\sim 5 \times \text{STD}$, 2C1A, MUTR=2, GenNo=200,
HerbsNo=FoodNo=1200, FoodE=128, FOODSTR=0, Season=64



RULESTR=2, SIZE= ~11xSTD, 2C1A, MUTR=2, GenNo=100,
FoodNo=3000/2000, FoodE=128, FOODSTR=0, Season=64,
HerbNo=3000, No CLON Action !

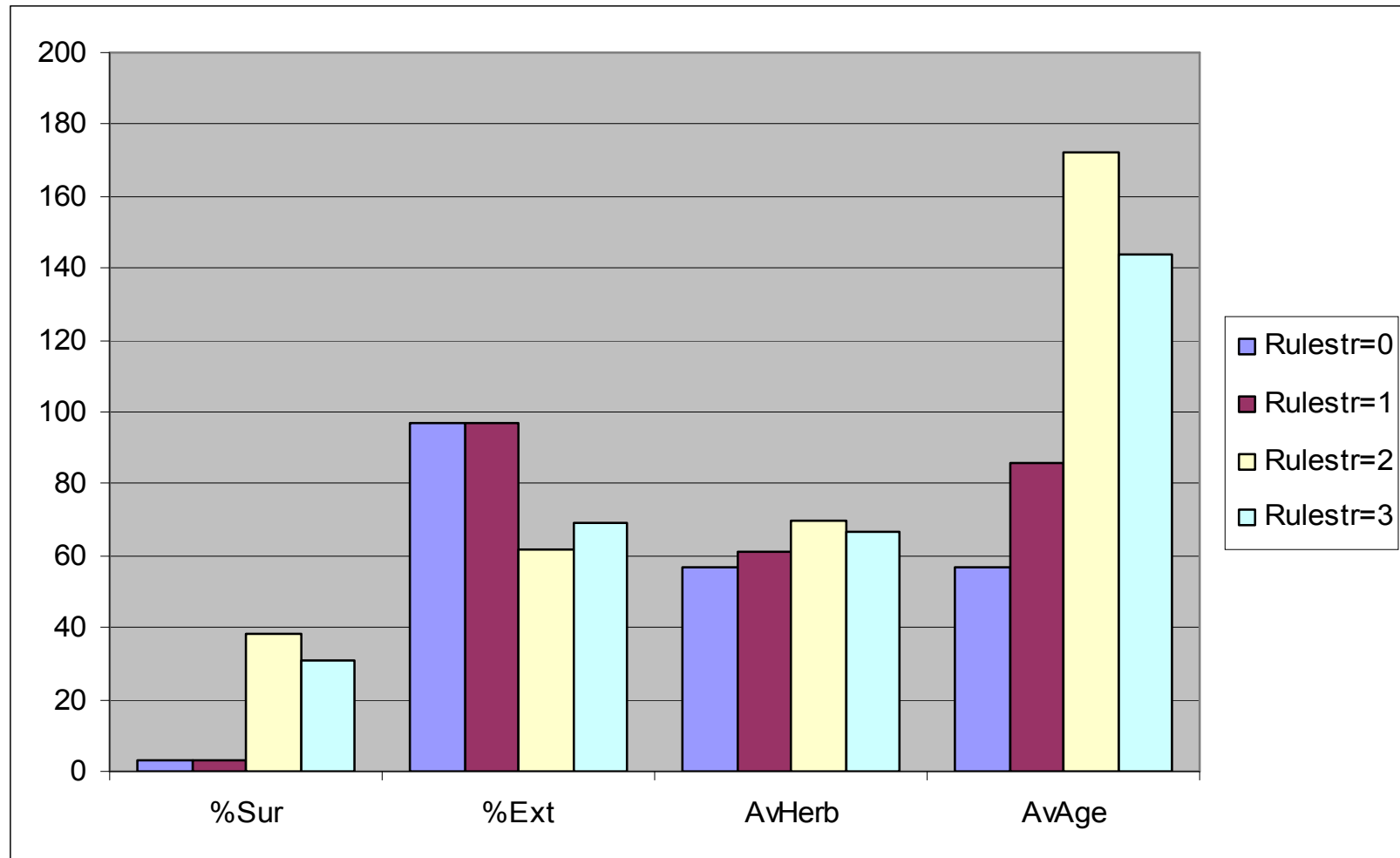


RULESTR=3, SIZE= ~168xSTD, 2C1A, MUTR=2, GenNo=200,
 FoodNoInit=8000, FoodE=128, FOODSTR=2, Season=64,
 HerbNo=8000

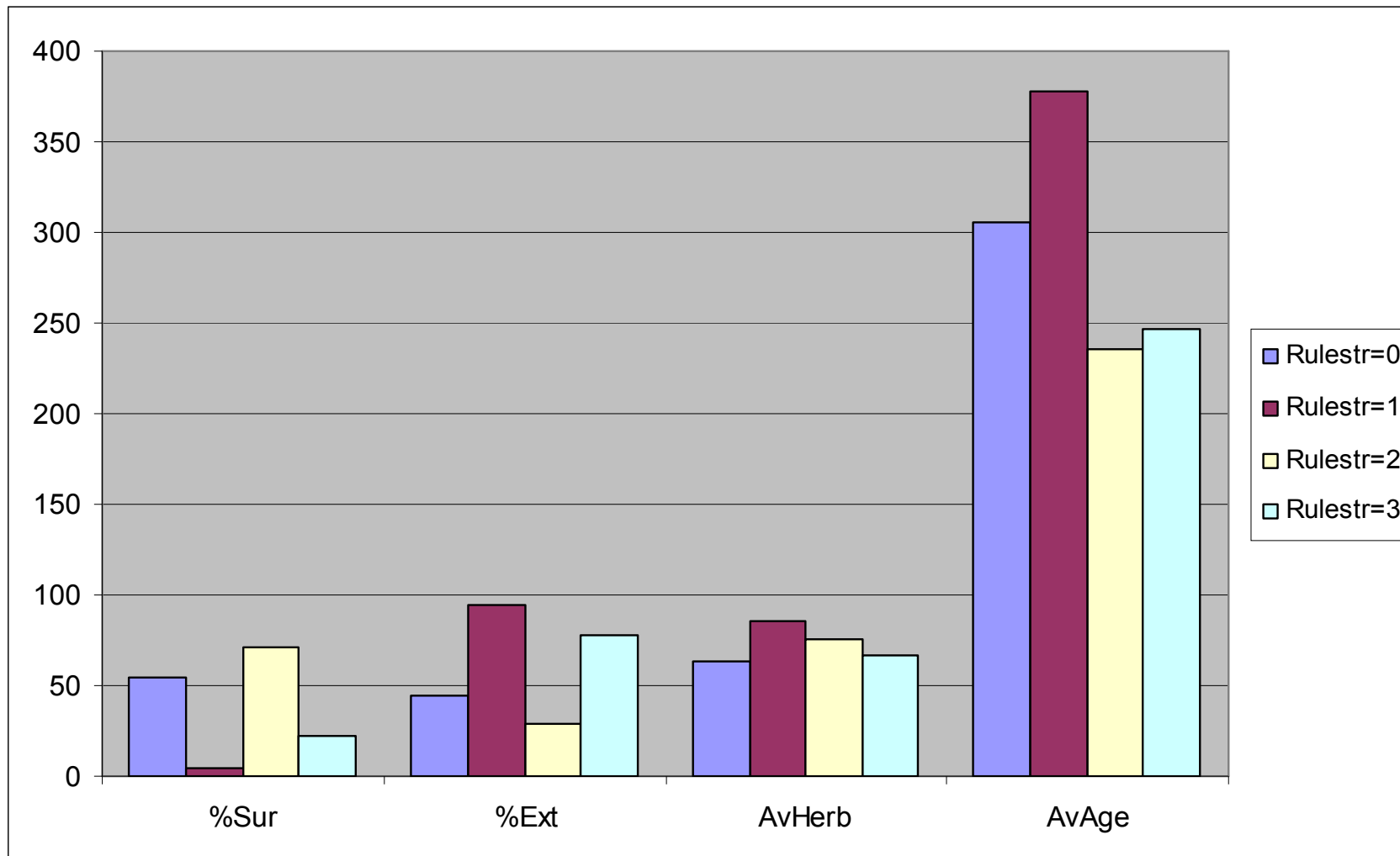


SIZE=STD, 2C1A, MUTR=2, GenNo=100, HerbsNo=400,
FoodE=128, FOODSTR=2, Season=64, runs=30-40, 500+ years

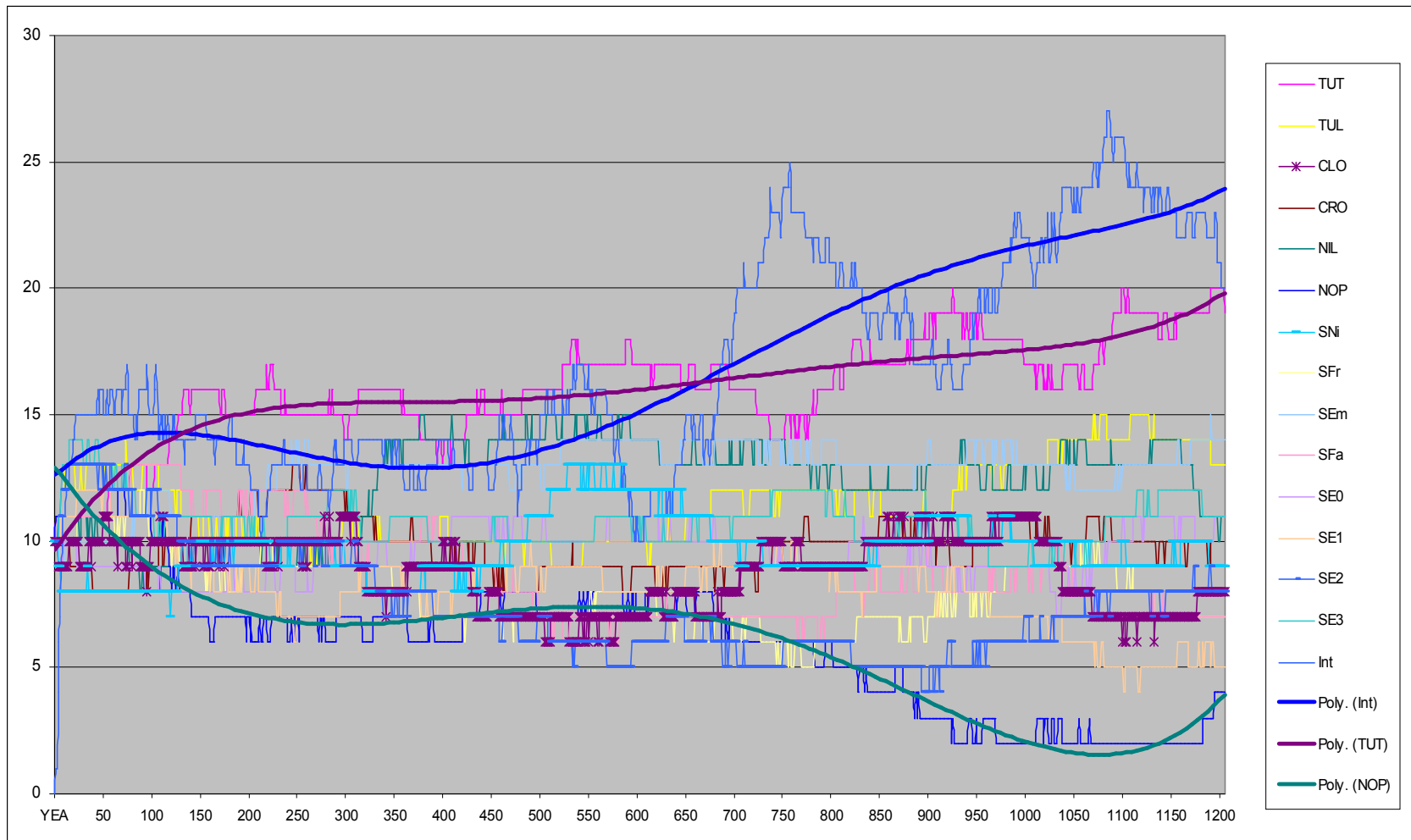
** Pozn.: GenNo=400, runs=10, ALL 100% Extincted



SIZE=STD, 1C1A, MUTR=2, GenNo=100, HerbsNo=400,
FoodE=128, FOODSTR=2, Season=64, runs=~20, 500+ years



RULESTR=2, SIZE= **STD**, 2C1A, MUTR=3, GenNo=60,
FoodNo=400, FoodE=128, FOODSTR=0, Season=64,
HerbNo=400



RULESTR=3, SIZE= ~11xSTD, 2C1A, MUTR=2, GenNo=150,
 FoodNo=1000, FoodE=200, FOODSTR=2, Season=100, 1000+ Years,
 HerbNo=1200, No FALSE Cond

YEA	TUT	TUL	TUR	CLC	CR	NIL	NOF	SNI	SFC	SEo	SFr	SEm	SF	SE	SE1	SE2	SE3	Int	HerbN	YCL	YCR	YDE	FoNo	FoodH	FoodF	YEn	YAg	YAgD
993	14	11	11	9	6	12	8	9	9	12	14	11	0	9	9	8	9	18	1053	355	34	386	1247	1054	193	156	228	284
994	14	11	11	9	6	11	8	9	9	12	14	11	0	9	9	8	9	18	1051	350	35	387	1235	1046	189	158	218	309
995	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	9	18	1020	351	37	419	1233	1036	197	161	220	269
996	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	18	1026	355	44	393	1240	1031	209	160	220	267
997	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	18	1059	379	38	384	1247	1068	179	162	217	270
998	14	11	11	9	6	11	8	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	19	1056	362	30	395	1226	1026	200	156	222	266
999	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	19	1021	354	29	418	1240	1035	205	160	225	269
1000	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	19	1031	365	30	385	1245	1037	208	161	221	280
1001	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	18	1014	332	37	386	1246	1024	222	162	227	269
1002	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	15	11	0	9	9	8	8	18	1072	379	37	358	1257	1059	198	157	220	286
AVR	14	11	11	9	6	11	9	9	9	12	14	11	0	9	9	8	8	18	1040	358	35.1	391	1242	1042	200	159	222	277
996	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1011	350	30	411	1220	1015	205	157	220	266
997	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1019	351	25	368	1245	1061	184	158	220	284
998	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	10	990	337	32	398	1231	1002	229	159	219	276
999	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	9	8	12	10	1016	360	38	372	1262	1067	195	163	214	276
1000	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	9	8	12	11	1041	351	37	363	1239	1063	176	160	213	283
1001	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1019	328	35	385	1225	1027	198	160	222	262
1002	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	999	336	22	378	1241	1021	220	165	228	271
1003	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1027	362	28	362	1255	1036	219	164	227	274
1004	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1051	366	28	370	1254	1053	201	163	223	284
1005	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1071	368	30	378	1241	1055	186	155	220	289
AVR	15	11	7	9	8	11	9	10	8	11	13	13	0	7	8	8	12	11	1024	351	30.5	379	1241	1040	201	160	221	277
997	14	11	8	9	8	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	12	1044	373	30	388	1251	1068	183	149	202	262
998	14	11	8	9	9	10	10	9	10	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1038	377	27	410	1230	1055	175	148	203	266
999	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1009	356	26	411	1224	1025	199	146	208	268
1000	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1016	360	35	388	1241	1040	201	146	211	261
1001	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	12	988	372	32	432	1243	1028	215	151	204	274
1002	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1029	381	31	371	1253	1035	218	146	201	268
1003	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1031	381	33	412	1253	1047	206	147	193	279
1004	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1002	379	20	428	1245	1041	204	150	196	256
1005	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1006	364	33	393	1245	1025	220	149	195	269
1006	13	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1017	381	26	396	1255	1036	219	149	199	249
AVR	13.2	11	8	9	9	10	10	9	9	13	11	13	0	8	8	7	12	11	1018	372	29.3	403	1244	1040	204	148	201	265

HERBAL – experiments

pokusy, pozorovania, hypotézy

- A-life sa uchyťí (prežije) v pomerne širokom pásme parametrov
- po istej dobe evolúcie a vývoja sa vie uchytiť (prispôbiť, prežiť) aj v násobne horších podmienkach
- neexistencia „konvergencie“ k jednej optimálnej populácii (DNA-genotyp) – biodiverzita
- dlho aj krátko žijúce jedince, inteligentné aj menej inteligentné, pohyblivé aj ospalé, ...
- niekoľko opakujúcich sa typických TRENDOV – vzorcov evolúcie
- „Give evolution a chance!“ (time, space, fortune)

HERBAL – experiments pozorovania, hypotézy, dohady

- nestačí iba štatistický pohľad na populáciu
 - detailná analýza DNA jedincov
 - „úloha jednotlivca v dejinách“
 - efekt motýlieho krídla
 - nelinearita, asymetria (TURR-TURL)
 - ľudská logika a racio v. prírodný oportunizmus
 - „inteligentné skóre“ ?
FOO+TE2(3)->NOOP, TE0+EOW->TUTU
 - pozitívny efekt génu na jedinca/populáciu
 - (takmer) celá populácia
 - iba malá časť (5-10%) populácie

HERBAL – experiments

pozorovania, hypotézy, otázky

- vznik/evolúcia druhov (species)
 - homogenita DNA populácie (~98% ?)
 - kríženie iba medzi identickými druhmi
 - najskôr sa stabilizuje jediný druh, potom sa dosť často rozčlení (diverzifikuje/specializuje)
- výpočtový model (non-Turing machine ?)
 - parallel, distributed, stochastic, random (fortune)
 - strictly non-sequential
 - sequential behavior (at fenotype level) as a side-effect of a (rule-based) parallelism

HERBAL

„Človek je pokus a ostatné tvory sú ďalší pokus. Čas ukáže, či stáli za námahu.“

Mark Twain (1835-1910)